ATTI PARLAMENTARI

XIX LEGISLATURA

CAMERA DEI DEPUTATI

Doc. **XV**
n. **394**

RELAZIONE DELLA CORTE DEI CONTI

AL PARLAMENTO

sulla gestione finanziaria degli Enti sottoposti a controllo
in applicazione della legge 21 marzo 1958, n. 259

ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA
(INRiM)

(Esercizio 2023)

Trasmessa alla Presidenza il 12 giugno 2025

STABILIMENTI TIPOGRAFICI CARLO COLOMBO

PAGINA BIANCA

CORTE DEI CONTI

SEZIONE DEL CONTROLLO SUGLI ENTI

DETERMINAZIONE E RELAZIONE SUL RISULTATO DEL CONTROLLO ESEGUITO SULLA GESTIONE FINANZIARIA DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA (INRIM)

2023

Relatore: Consigliere Alessandra Olessina

Ha collaborato

per l'istruttoria e l'elaborazione dei dati

il sig. Marco Serafini

Determinazione n. 68/2025

CORTE DEI CONTI

SEZIONE DEL CONTROLLO SUGLI ENTI

nell'adunanza del 29 maggio 2025;

visto l'art 100, secondo comma, della Costituzione;

visto il testo unico delle leggi sulla Corte dei conti approvato con r.d. 12 luglio 1934, n. 1214;

viste le leggi 21 marzo 1958, n. 259 e 14 gennaio 1994, n. 20;

visto il d.lgs. 21 gennaio 2004, n. 38 con cui è stato istituito l'Istituto nazionale di ricerca metrologica (I.N.RI.M.);

visto l'art. 18 del predetto d.lgs. n. 38 del 2004, in base al quale l'I.N.RI.M. è soggetto al controllo da parte della Corte dei conti, che viene esercitato con le modalità di cui all'art. 12 della l. n. 259 del 1958;

visto il bilancio di esercizio dell'Ente suddetto, relativo all'esercizio finanziario 2023, nonché le annesse relazioni del Presidente e del Collegio dei revisori, trasmessi alla Corte in adempimento dell'art. 4 della citata legge n. 259 del 1958;

esaminati gli atti;

udito il relatore, Cons. Alessandra Olessina e, sulla sua proposta, discussa e deliberata la relazione con la quale la Corte, in base agli atti ed agli elementi acquisiti, riferisce alle Presidenze delle due Camere del Parlamento il risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria dell'Ente per l'esercizio 2023;

ritenuto che, assolti così gli adempimenti di legge, si possano, a norma dell'art. 7 della citata legge n. 259 del 1958, comunicare alle dette Presidenze, il bilancio di esercizio 2023 – corredato delle relazioni degli organi amministrativi e di revisione – nonché la relazione come innanzi deliberata, che alla presente si unisce quale parte integrante;

CORTE DEI CONTI

P. Q. M.

comunica ai sensi dell'articolo 7 della citata legge n. 259 del 58, alle Presidenze delle due Camere del Parlamento, insieme con il bilancio dell'esercizio – corredato delle relazioni degli organi amministrativi e di revisione – dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica (I.N.RI.M.), l'unita relazione con la quale la Corte riferisce in merito al risultato del controllo eseguito sulla gestione finanziaria del predetto Ente per l'esercizio 2023.

RELATORE
Alessandra Olessina
(f.to digitalmente)

PRESIDENTE
Andrea Zacchia
(f.to digitalmente)

Depositato in segreteria
DIRIGENTE
Fabio Marani
(*f.to digitalmente*)

INDICE

PREMESSA 1
1. ORDINAMENTO E FINALITÀ 2
2. ORGANI E COMPENSI 4
2.1 Il Presidente 5
2.2 Il Consiglio di amministrazione 7
2.3 Il Consiglio scientifico 7
2.4 Il Collegio dei revisori dei conti 8
2.5 Costo degli organi dell'Istituto 9
2.6 Organismi di valutazione e controllo 10
2.6.1 Comitato di valutazione della ricerca 10
2.6.2 Organismo indipendente di valutazione (Oiv) 10
3. ASSETTO ORGANIZZATIVO 12
3.1 Organizzazione amministrativa: la Direzione generale e gli uffici 12
3.2 Organizzazione scientifica: organi e strutture operative 15
3.2.1 La Direzione scientifica 15
3.2.2 Il Consiglio di direzione 15
3.2.3 Il Direttore scientifico 15
3.2.4 Le divisioni per lo svolgimento dei programmi scientifici dell'Ente 16
3.3 Partecipazioni 17
4. PERSONALE 19
5. ATTIVITÀ 24
5.1 Attività scientifica 25
5.2 Attività progettuali del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) 28
5.3 Attività contrattuale 33
5.4 Amministrazione trasparente 36
6. IL BILANCIO DI ESERCIZIO 38
6.1 Lo stato patrimoniale 41
6.2 Il conto economico 45
6.3 Il rendiconto finanziario 49
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 53

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Costo degli organi – esercizi 2022-2023 9
Tabella 2 - Consistenza del personale a tempo indeterminato e determinato al 31.12.2022 e al 31.12.2023 20
Tabella 3 - Oneri per il personale 21
Tabella 4 - Progetti approvati PNRR 29
Tabella 5 - Importi progetti PNRR 32
Tabella 6 - Attività contrattuale 2023 34
Tabella 7 - Risultati finanziari ed economico-patrimoniali 40
Tabella 8 - Stato Patrimoniale attivo 41
Tabella 9 - Stato Patrimoniale passivo 43
Tabella 10 - Conto economico 45
Tabella 11 - Contributi in conto esercizio 48
Tabella 12 - Rendiconto finanziario 50
Tabella 13 - Riscossioni 51
Tabella 14 - Pagamenti 51

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Organigramma 14

PREMESSA

Con la presente relazione la Corte dei conti riferisce al Parlamento, ai sensi dell'art. 7 della l. n. 259 del 1958, sul risultato del controllo eseguito, con le modalità dell'art. 12 della suddetta legge, sulla gestione finanziaria dell'Istituto nazionale di Ricerca Metrologica (I.N.RI.M.), relativa all'esercizio 2023, nonché sulle vicende di maggior rilievo intervenute successivamente.

La precedente relazione, concernente l'esercizio 2022, è stata deliberata e comunicata alle Camere con determinazione del 19 settembre 2024, n. 125, pubblicata in Atti parlamentari, XIX legislatura, Doc. XV, n. 295.

1. ORDINAMENTO E FINALITÀ

L'Istituto nazionale di ricerca metrologica (di seguito I.N.RI.M.), è un ente pubblico nazionale con personalità giuridica di diritto pubblico con sede legale a Torino, istituito con il d.lgs. 21 gennaio 2004, n. 38, in seguito alla fusione dell'Istituto di metrologia «Gustavo Colonnetti» con l'Istituto elettrotecnico nazionale «Galileo Ferraris», con il compito di svolgere e promuovere attività di ricerca scientifica, valorizzando, diffondendo e trasferendo le conoscenze acquisite nella scienza delle misure e nella ricerca sui materiali, e favorendo lo sviluppo del sistema Paese nei campi della metrologia.

L'Istituto è dotato di autonomia scientifica, finanziaria, organizzativa, patrimoniale e contabile, ed ha iniziato la propria operatività dal 1° gennaio 2006.

Quale ente di ricerca, l'Istituto è vigilato dal Ministero dell'università e ricerca (Mur).

Lo statuto attualmente vigente è stato adottato in applicazione del d.lgs. 25 novembre 2016 n. 218, con decreto del Presidente dell'I.N.RI.M. n. 73 del 14 dicembre 2017, dopo l'adozione da parte del Consiglio di amministrazione del 20 luglio 2017.

Le attribuzioni istituzionali dell'Ente, definite dalle norme di fonte legislativa e statutaria, consistono nella realizzazione e promozione dell'attività di ricerca scientifica nei campi della metrologia, disciplina concernente la misurazione delle grandezze fisiche, l'analisi e il calcolo dimensionale, la scelta dei sistemi di unità di misura.

In particolare, l'I.N.RI.M. svolge le funzioni d'istituto metrologico primario ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273, istitutiva del Sistema nazionale di taratura (Snt), valorizza, diffonde e trasferisce le conoscenze acquisite nella scienza delle misure e nella ricerca sui materiali per favorire lo sviluppo del sistema Italia nelle sue varie componenti.

In sintesi, l'I.N.RI.M. costituisce il presidio di gran parte della metrologia scientifica in Italia, restandone escluso solo il campo delle radiazioni ionizzanti, di competenza dell'Istituto nazionale di metrologia delle radiazioni ionizzanti (INMRI), facente capo all'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Enea).

I regolamenti adottati dall'Ente in ossequio ai principi dettati dal d.lgs. n. 218 del 2016, sono, tra gli altri:

- il regolamento del personale, approvato con decreto commissariale 18 marzo 2005, n. 68, rimasto invariato;

- il "regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità", adottato con decreto presidenziale n. 74 del 15 dicembre 2017[1];
- il disciplinare delle missioni, approvato dal Cda il 19 dicembre 2019 e integrato all' art. 17 dal Cda il 13 ottobre 2020;
- il regolamento del telelavoro, ai sensi del dpr. 8 marzo 1999, n. 70, approvato dal Cda il 28 luglio 2021 con deliberazione n. 36/2021/5;
- il regolamento del lavoro agile, ai sensi della legge n. 81 del 2007, approvato dal Cda il 23 luglio 2020, con deliberazione n. 32/2020/6;
- il regolamento recante norme per la corresponsione dell'incentivo e per le funzioni tecniche di cui all' art. 113 del d.lgs. 18 aprile 2016, n. 50 approvato dal Cda il 17 marzo 2022 con deliberazione n. 12/2022/2;
- il regolamento per la costituzione e la partecipazione di I.N.RI.M. alle imprese *spin-off* approvato dal Cda il 22 dicembre 2022 con deliberazione n. 57/2022/9;
- il disciplinare per il conferimento di incarichi esterni di lavoro autonomo, ai sensi dell'art. 7, comma 6 del d.lgs. 30 marzo 2001 n. 165, approvato dal Cda il 21 ottobre 2021 con deliberazione n. 48/2021/7;
- il regolamento degli incarichi extra-istituzionali, approvato dal Cda il 16 giugno 2023, con deliberazione n. 23/2023/5.

Si segnala altresì: il regolamento per la tenuta e la gestione dell'inventario, approvato con decreto del Direttore generale n. 346 del 6 dicembre 2024 e il disciplinare del servizio della cassa economale approvato con decreto del Direttore generale n. 382 del 19 dicembre 2023.

Nell'ambito delle iniziative adottate con riguardo alla gestione del personale, si segnala che il Cda di I.N.RI.M. ha adottato, con deliberazione n. 64/2021/9 del 23 dicembre 2021, *il Gender equality plan* 2022-2024 (GEP) con il contributo del Comitato unico di garanzia (CUG), istituito nel 2020. Il GEP è stato redatto sulla base delle linee guida *EURAMET/EU Commission*, ed ha, tra i propri obiettivi fondamentali, quello di garantire le pari opportunità tra i lavoratori e le lavoratrici al fine della rimozione di qualsiasi forma di discriminazione[2]. Esso si colloca

[1] Successivamente all'approvazione del Cda con deliberazione n. 44/2017/8 del 10 ottobre 2017.

[2] *Il Gender equality plan* è uno strumento che la Commissione europea promuove per il riequilibrio di genere, definito come "*a consistent set of provisions and actions aiming at ensuring Gender Equality*", destinato a identificare i fattori e le pratiche che possono produrre discriminazione, individuando strategie innovative per superarle e monitorare i progressi attraverso lo

parzialmente in sovrapposizione ad altri documenti del ciclo di programmazione e controllo previsti dalla normativa italiana, quale il Piano di azioni positive adottato nel 2019, che, a partire dal 2022, è confluito nel Piano integrato di attività e organizzazione (Piao).

L'Istituto rientra nell'elenco Istat di cui all'art. 1, c. 3, l. 31 dicembre 2009, n. 196, ai fini dell'applicazione delle norme sul contenimento della spesa.

2. ORGANI E COMPENSI

Gli organi definiti dallo statuto corrispondono a quelli indicati nel decreto istitutivo dell'I.N.RI.M. e sono:

- il Presidente (art. 6),
- il Consiglio di amministrazione (art. 7),
- il Consiglio scientifico (art. 8),
- il Collegio dei revisori dei conti (art. 9),
- il Direttore scientifico (art. 14),
- la Direzione scientifica (art. 13).

Il vigente statuto di I.N.RI.M. ha elevato al rango di organi dell'Ente anche il Direttore scientifico (art. 14) e la Direzione scientifica (art. 13), di cui si dirà più approfonditamente in seguito, nell'ambito dell'organizzazione dell'Ente.

Stante la peculiarità della compresenza di Consiglio scientifico e Direzione scientifica, si ritiene utile evidenziarne, sin da subito, la differenza:

- il Consiglio scientifico è composto da sette componenti nominati dal Cda mediante scelta di un componente su due nominativi proposti, rispettivamente, dal Mur, dal Ministero delle imprese e del *Made in Italy* (MimIt), dal Ministero della difesa, dalla Regione Piemonte, oltre ad un componente nominato dal BIPM (*Bureau International des Poids et Mesures*) e due componenti eletti all'interno dell'I.N.RI.M. dai ricercatori e tecnologi dell'Ente. È quindi un organo quasi completamente a composizione esterna e ha la

sviluppo di indicatori di genere. Gli elementi che secondo la Commissione lo caratterizzano: (a) approvazione del vertice istituzionale, (b) pubblicazione *web*, (c) indicazione delle risorse dedicate e delle competenze di genere necessarie, (d) raccolta e monitoraggio annuale di indicatori sul personale, (e) previsione di iniziative di formazione e sensibilizzazione su uguaglianza e pregiudizi di genere per personale e dirigenza.

funzione di consulenza per l'attività complessiva di ricerca dell'Ente, contribuendo all'individuazione delle sue linee strategiche;

- la Direzione scientifica, con competenze operative e di direzione, è invece a composizione interna, in quanto formata dal Direttore scientifico e dal Consiglio di direzione, a sua volta costituito dai tre responsabili di divisione, oltre a quattro membri, sempre interni, eletti dal personale ricercatore e tecnologo dell'Ente. Formula le proposte dei piani e dei rapporti periodici di attività, le proposte di fabbisogno di risorse umane e finanziarie, le necessità di risorse strumentali e di servizi e le iniziative di formazione dei ricercatori e dei tecnologi.

Le indennità di carica degli organi dell'Ente, da ultimo confermate con il decreto direttoriale n. 155 del 12 ottobre 2016, sono state definite dapprima con il decreto interministeriale n. 543 del 7 aprile 2008 e poi assoggettate, a decorrere dal 1° gennaio 2011, alla decurtazione del 10 per cento, in applicazione dell'art. 6, c. 3, del d.l. 31 maggio 2010, n. 78 convertito, con modificazioni, dalla l. 30 luglio 2010, n. 122[3].

Ai sensi dell'art. 13, comma 1, del d.p.c.m. n. 143 del 23 agosto 2022, recante il "Regolamento in attuazione dell'art. 1, c. 596, della l. 27 dicembre 2019, n. 160 in materia di compensi, gettoni di presenza e ogni altro emolumento spettante ai componenti gli organi di amministrazione e di controllo, ordinari e straordinari, degli enti pubblici", vigente dal 7 ottobre 2022, i compensi fissati antecedentemente continuano ad essere applicati dagli enti fino alla scadenza dei relativi mandati, fatto salvo quanto previsto dal successivo art. 4, c. 7 - ipotesi che non si è verificata per I.N.RI.M. - e, comunque, fino a nuova determinazione in seguito alla nomina dell'organo stesso, ai sensi dell'articolo 4, comma 1.

2.1 Il Presidente

Il Presidente ha la rappresentanza legale dell'Ente ed è responsabile delle relazioni istituzionali. Tra i suoi compiti rientrano la convocazione e la presidenza del Consiglio di amministrazione e del Consiglio scientifico, il conferimento degli incarichi, previa delibera del Consiglio di amministrazione, al Direttore generale ed al Direttore scientifico, l'adozione di provvedimenti di urgenza, la predisposizione del Piano triennale di attività (PTA) e del Documento di visione strategica (DVS).

[3] Deliberazione del Consiglio di amministrazione n. 5/2/2011 del 24 febbraio 2011.

La durata della carica del Presidente è prevista in quattro anni; l'incarico è rinnovabile una sola volta.

Il Presidente dell'Istituto in carica per l'anno 2023, nominato con decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca n. 311 del 18 maggio 2016, con decorrenza dalla medesima data era al suo secondo mandato[4]. Tale secondo mandato è scaduto il 18 febbraio 2025, ma, stante la prorogatio di 45 giorni, il Presidente è rimasto in carica fino al 3 aprile 2025. Con decreto del Mur n. 329 del 3 aprile 2025 è stato nominato il nuovo Presidente.

L'indennità di carica per il Presidente, in ossequio al decreto del Direttore generale n. 155 del 12 ottobre 2016, ammontava ad euro 55.800.

Intervenuti i limiti retributivi di cui all'art. 23-*ter* del decreto-legge 6 dicembre 2011 n. 201, convertito, con modificazioni, dalla legge 22 dicembre 2011, n. 214, il Direttore generale dell'Ente, ha provveduto, inizialmente, a sospendere integralmente, in via prudenziale, l'erogazione al Presidente dell'indennità di carica e dei rimborsi per missione in attesa dei chiarimenti applicativi da parte del Mur. Successivamente, con decreto del Dg n. 96 del 2 agosto 2019, l'Ente ha stabilito la disciplina dei compensi al Presidente, applicando i limiti retributivi di cui alla citata disposizione normativa, e ha conseguentemente rideterminato, il compenso in euro 20.928 annui (con decreto del Dg n. 187/2019 del 25 novembre 2019). Nel limite sono ricompresi anche gli eventuali rimborsi di missioni effettuate nella città di Torino, sede legale dell'I.N.RI.M.. Il provvedimento fa esplicita riserva di eventuale recupero delle somme erogate in eccedenza rispetto al limite, a seguito della definitiva individuazione della decorrenza dell'applicazione della normativa, in merito al quale tuttora pende la richiesta di parere del Ministero del 7 novembre 2018 all'Avvocatura generale dello Stato.

Su tale decisione permane il contenzioso instaurato dal Presidente di I.N.RI.M.: il Tribunale di Torino- Sezione lavoro e la Corte d'appello di Torino si sono pronunciati in senso sfavorevole al ricorrente, e il giudizio attualmente pende dinanzi alla Corte di cassazione.

[4] Rieletto al termine del quadriennio, dopo un periodo di prorogatio ai sensi della normativa emergenziale (art. 100, d.l. 17 marzo 2020, n. 18 convertito, con modificazioni, dalla legge 24 aprile 2020, n. 27), con decreto del Mur del 19 febbraio 2021, n. 230.

2.2 Il Consiglio di amministrazione

Il Consiglio di amministrazione ha compiti di indirizzo e programmazione generale dell'attività dell'Ente.

È formato, oltre che dal Presidente dell'Istituto, da altri due componenti scelti tra personalità di alta qualificazione tecnico-scientifica, di cui uno designato dal Mur e l'altro eletto dal personale dell'I.N.RI.M., nell'ambito di una rosa di candidati (da tre e cinque), espressione della comunità scientifica disciplinare di riferimento, individuata da un Comitato di selezione.

Tutti i componenti del Cda durano in carica quattro anni e possono essere confermati per una sola volta.

I componenti del Consiglio di amministrazione, per i primi mesi dell'esercizio 2022, sono stati quelli entrati in carica nel 2018, di cui uno individuato dal Miur con d.m. n. 426 del 22 maggio 2018 e l'altro eletto dal personale I.N.RI.M. e nominato dal Miur con d.m. n. 2247 del 27 marzo 2018.

A seguito della scadenza della carica nel corso del 2022, un nuovo componente è stato nominato dal Mur in data 6 luglio 2022 e l'altro componente, eletto dal personale I.N.RI.M., è stato riconfermato in data 8 aprile 2022.

Nel 2023 il Cda è stato convocato per 10 riunioni.

L'indennità di carica dei consiglieri è rimasta confermata in euro 11.160.

2.3 Il Consiglio scientifico

Il Consiglio scientifico ha compiti consultivi, contribuendo alla definizione delle linee strategiche e della programmazione economica nelle attività di ricerca dell'Ente, ed è dotato di un regolamento interno.

In particolare, il Consiglio:

- esprime il parere tecnico-scientifico per le attività di competenza del Cda, sulle proposte del Documento decennale di Visione Strategica (DVS), del Piano triennale di attività (PTA) e sui relativi aggiornamenti annuali, nonché sulla programmazione triennale del fabbisogno di personale e sugli schemi dei regolamenti aventi contenuto di interesse scientifico;
- realizza, su richiesta del Presidente, analisi, studi e confronti sullo stato della ricerca di competenza in ambito nazionale ed internazionale;

- individua, su richiesta del Presidente, le possibili linee evolutive della ricerca di competenza dell'Istituto.

Lo statuto prevede che il Consiglio scientifico sia nominato dal Cda e sia costituito da sette componenti: due sono eletti tra i ricercatori e i tecnologi dell'I.N.RI.M., uno è nominato direttamente dal BIPM (*Bureau International des Poids et Mesures*), mentre gli altri quattro sono scelti tra i due nominativi proposti rispettivamente dal Miur (attualmente Mur), dal Ministero dello sviluppo economico (Mise, attualmente Mimit), dal Ministero della difesa (Mdif) e dalla Regione Piemonte.

Il Consiglio scientifico è convocato e presieduto dal Presidente dell'Istituto, che non ha diritto di voto. Parimenti senza diritto di voto, partecipano alle riunioni del Consiglio il Direttore generale ed il Direttore scientifico.

I componenti, ai sensi dell'art. 8, c. 3, dello statuto durano in carica quattro anni e possono essere confermati una sola volta.

Ai componenti viene corrisposto un gettone di presenza pari ad euro 180.

Il Consiglio scientifico in carica nell'esercizio 2022 è stato nominato con deliberazione del Cda n. 20/2018/3 del 5 giugno 2018, come integrato nella composizione da due successivi provvedimenti, adottati nel corso dello stesso 2018 e del 2019, a seguito delle designazioni di competenza del Mdif e del Mise.

Dal 1° dicembre 2023 si è insediato un nuovo Consiglio scientifico.

2.4 Il Collegio dei revisori dei conti

Il Collegio dei revisori dei conti controlla la regolarità contabile ed amministrativa dell'Ente, svolgendo anche i compiti del Collegio sindacale *ex* art. 2403 cod. civ.

In particolare, oltre all'esame delle variazioni di bilancio e alla stesura delle relazioni ai bilanci di esercizio, si è espresso in merito all'approvazione del bilancio unico di previsione annuale autorizzatorio e del bilancio unico di previsione triennale non autorizzatorio, composti entrambi da *budget* economico e *budget* degli investimenti.

Durante l'esercizio 2023 il Collegio ha proceduto alla parificazione dei conti giudiziali da presentare alla Corte dei conti, alla verifica della cassa e degli adempimenti fiscali e contributivi.

Il Collegio è composto da tre membri effettivi ed uno supplente, iscritti al registro dei revisori contabili: di essi, un membro effettivo è designato dal Ministro dell'economia e delle finanze (Mef) e svolge le funzioni di Presidente; gli ulteriori due membri effettivi, nonché il supplente sono designati dal Mur.

I componenti durano in carica quattro anni e sono confermabili una sola volta.

Il Collegio in carica per l'esercizio 2023 è stato costituito con decreto del Mur dell'11 gennaio 2021, per il periodo 2021-2024, con la nomina di un nuovo Presidente. Gli altri componenti sono stati rinnovati nel secondo mandato, con atto del Mur del 28 gennaio 2021. Tutti i componenti del Collegio dei revisori sono venuti a scadere nel febbraio 2025, e, con decreto del Mur n. 330 del 7 aprile 2025, sono stati nominati i nuovi componenti.

Il Collegio nel 2023 ha svolto 6 riunioni.

Il compenso annuo lordo ammonta ad euro 9.000 per il Presidente, euro 7.200 per ciascuno dei componenti effettivi ed euro 1.485 per il componente supplente (in caso di effettivo esercizio della funzione), oltre ad un gettone di euro 99 corrisposto per la partecipazione alle sedute del Cda.

2.5 Costo degli organi dell'Istituto

Nelle tabelle che seguono sono illustrati i costi sostenuti negli esercizi 2022 e 2023 per il funzionamento degli organi dell'I.N.RI.M..

Tabella 1 - Costo degli organi – esercizi 2022-2023

Organo		2022				2023				Var. % 2023/2022
		Compenso	Gettoni	Rimborso spese	Totale	Compenso	Gettoni	Rimborso spese	Totale	
Consiglio di amm.ne	Presidente	23.508	0	279	23.787	29.961	0	6.492	36.453	53,2
	Componente	4.371	0		4.631	11.160	0	0	11.160	141
	Componente	5.473	0	260	5.473	11.160	0	0	11.160	103,9
	Componente	11.160	0		11.160	0	0	0	0	0
Totale Cda		**44.512**	**0**	**539**	**45.051**	**52.281**	**0**	**6.492**	**58.773**	**30,5**
Consiglio scientifico	Componente	0	360	0	360	**0**	**540**	0	540	50
	Componente	0	360	0	360	0	360	0	360	0
	Componente	0	540	0	540	0	540	0	540	0
	Componente	0	540	0	540	0	540	0	540	0
Totale CS		**0**	**1.800**	**0**	**1.800**	**0**	**1.980**	0	**1.980**	**10**
Collegio dei revisori	Presidente (*)	9.000	594	394	9.988	9.000	891	495	10.386	4
	Componente	7.200	594	398	8.192	7.200	792	478	8.470	3,4
	Componente	7.200	693	409	8.302	7.200	891	74	8.165	-1,7
Totale Cdr		**23.400**	**1.881**	**1.202**	**26.482**	**23.400**	**2.574**	**1.047**	**27.021**	**2**
Totali organi		**67.912**	**3.681**	**1.741**	**73.333**	**75.681**	**4.554**	**7.539**	**87.774**	**19,7**

(*) Compenso interamente versato al Bilancio dello Stato, essendo il Presidente un funzionario del Mef.

Fonte: elaborazione Corte dei conti sui dati dell'Ente

Complessivamente, gli oneri sostenuti dall'Istituto per il funzionamento dei propri organi risultano in aumento, passando da euro 73.333 del 2022 ad euro 87.774 del 2023 (+19,7 per cento); da una comparazione con l'esercizio precedente si nota come siano aumentati, i costi per rimborsi spese, dovuti, in particolare, ad alcune visite istituzionali del Presidente.

L'Ente ha precisato in sede istruttoria che nella tabella "costi degli organi" sono considerati i costi per il Presidente, per il Consiglio scientifico e per il Collegio dei revisori, confluiti in bilancio tra gli oneri del conto economico nella voce B.7 "acquisti per servizi"; invece non vi rientrano quelli del Direttore generale, del Direttore scientifico e dei membri della Direzione scientifica poiché trattasi di dipendenti dell'Istituto, alcuni a tempo determinato, altri a tempo indeterminato, i cui costi sono confluiti nel conto economico nella voce B.9 "costi per il personale".

2.6 Organismi di valutazione e controllo

Per completezza si riferisce, qui di seguito, anche degli altri organismi che operano all'interno dell'Ente con funzioni complementari a quelle di *governance*, come per legge e da statuto.

2.6.1 Comitato di valutazione della ricerca

Lo statuto, all'art. 17, prevede che la valutazione delle attività di ricerca sia effettuata dall'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca (Anvur), in conformità all'art. 4, c. 1, del d.lgs. n. 213 del 2009, con la facoltà, per l'I.N.RI.M., di avvalersi del supporto del Comitato di valutazione di cui all'art. 10 del d.lgs. n. 38 del 2004

L'Ente al riguardo ha fatto presente che il Comitato, il quale non risulta attualmente ancora nominato e operativo, ha il compito di valutare periodicamente i risultati dell'attività di ricerca di I.N.RI.M., in relazione agli obiettivi definiti nel piano triennale, sulla base dei criteri di valutazione e dei parametri di qualità definiti dal Mur.

I risultati scientifici vengono valutati dal Consiglio scientifico di I.N.RI.M., in supporto all'Anvur.

2.6.2 Organismo indipendente di valutazione (Oiv)

La nomina dell'Oiv in carica nell'esercizio 2023 è avvenuta con deliberazione del Consiglio di amministrazione n. 3/2021/1 dell'11 febbraio 2021, cui hanno fatto seguito la prescritta

autorizzazione del Mur in data 30 marzo 2021 e il decreto del Direttore generale dell'Ente n. 44/2021 in data 31 marzo 2021, a decorrere dal 1° aprile 2021.

Alla scadenza, con prot. 1915/2024 del 31/01/ 2024 è stato pubblicato l'avviso di procedura selettiva pubblica finalizzata all'acquisizione di "Manifestazione di interesse per la nomina dell'Organismo Indipendente di Valutazione (OIV) della *performance* dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (I.N.RI.M.), in forma monocratica, ai sensi dell'art. 14 del d.lgs. 150/2009.

La procedura si è conclusa con il conferimento dell'incarico, costituito in forma monocratica, con deliberazione del Cda n. 16/2024/4 del 29 aprile 2024 per un periodo di tre anni a partire dalla data di conferimento.

Il compenso, invariato nel tempo è pari ad euro 10.000 lordi annui, con oneri riflessi a carico dell'Istituto.

Per l'anno 2023 l'Oiv ha rilasciato la relazione sul funzionamento complessivo del sistema di valutazione, trasparenza e integrità dei controlli interni, ex art. 14, comma 4, lett. a) del d. lgs. n. 150/2009, che è stata anche inserita sul sito dell'Ente nella sezione Amministrazione trasparente.

L'Oiv ha rilasciato, in data 13 settembre 2023 e, da ultimo, in data 23 dicembre 2024, l'attestazione sull'assolvimento degli obblighi di pubblicazione svolta dal Responsabile della prevenzione e della trasparenza ai sensi dell'art. 43, comma 1, del d.lgs. n. 33/2013, nonché l'atto di validazione della *performance* 2023, documenti tutti inseriti nella sezione Amministrazione trasparente del sito dell'Ente.

3. ASSETTO ORGANIZZATIVO

Lo statuto dell'Ente prevede all'art. 11 un modello strutturale di organizzazione e funzionamento articolato sostanzialmente in due ambiti di competenza

- quello amministrativo, attraverso la Direzione generale competente per la gestione amministrativa e per l'organizzazione delle risorse umane dell'Ente e quello scientifico;
- quello relativo all'attività scientifica, per la quale si avvale di una pluralità di Divisioni, per lo svolgimento dei programmi tecnico-scientifici, coordinate dalla Direzione scientifica che, come visto, rientra nell'assetto della *governance* prevista dal vigente statuto.

3.1 Organizzazione amministrativa: la Direzione generale e gli uffici

Al vertice della struttura amministrativa è posto il Direttore generale, il quale, per statuto, "provvede alla gestione finanziaria e amministrativa dell'Ente e ne ha la responsabilità; assicura l'attuazione delle delibere del Consiglio di amministrazione e dei provvedimenti del Presidente; coordina e controlla i servizi generali e la struttura amministrativa dell'Ente". A tale fine, prende parte, senza diritto di voto, alle riunioni del Consiglio di amministrazione e del Consiglio scientifico.

Il Direttore generale, inoltre "svolge le sue funzioni avvalendosi delle risorse allocate presso la Direzione generale di cui è responsabile e nel cui ambito possono essere istituiti uffici dirigenziali di secondo livello in coerenza con la dotazione organica e, comunque, in numero non superiore a due" (art. 12, c. 3).

Viene scelto sulla base di un avviso pubblico, tra persone di alta qualificazione tecnico-professionale e di comprovata esperienza gestionale, con approfondita conoscenza delle normative e degli assetti organizzativi degli enti pubblici; l'incarico viene conferito dal Presidente, previa delibera del Cda, ed è regolato da un contratto di diritto privato, con durata non superiore a cinque anni ed è rinnovabile, ove coincidente con la scadenza del mandato del Presidente, può essere prorogato di ulteriori sei mesi entro il limite massimo di cinque anni.

Il Direttore generale in carica nell'esercizio 2023 è stato nominato con deliberazione del Cda n. 57 del 19 dicembre 2017 con decorrenza 1° febbraio 2018, e successivamente rinnovato per cinque anni a partire dal 1° febbraio 2022 con deliberazione del Cda n. 63 del 23 dicembre 2021.

Il compenso annuo lordo è stato stabilito in euro 158.990,53 euro lordi, di cui 36.000,00 euro collegati al risultato, quale misura omnicomprensiva, soggetta agli incrementi derivanti dalla contrattazione collettiva di comparto, che l'Ente ha inteso fissare, tenendo conto anche dei livelli di retribuzione di posizione e di quota variabile applicati nel settore degli Enti pubblici di ricerca (Epr), con particolare riferimento, agli enti più simili per dimensione e struttura, come desunti dalle sezioni di Amministrazione trasparente dei rispettivi siti istituzionali, tenuto conto dei principali parametri dimensionali e strutturali per contestualizzare i riferimenti riportati.

Quanto alla sezione tecnico-amministrativa, fino al 31 dicembre 2021 era composta dalla Direzione generale, articolata in due Direzioni di II livello (Direzione Affari Giuridici e Direzione Tecnica), e in cinque unità organizzative (UO) di diretta afferenza, ciascuna coordinata da un responsabile, e due servizi.

La struttura tecnico-amministrativa, facente capo al Direttore generale, è stata oggetto di riorganizzazione dal 1° aprile 2022 ed è articolata in:

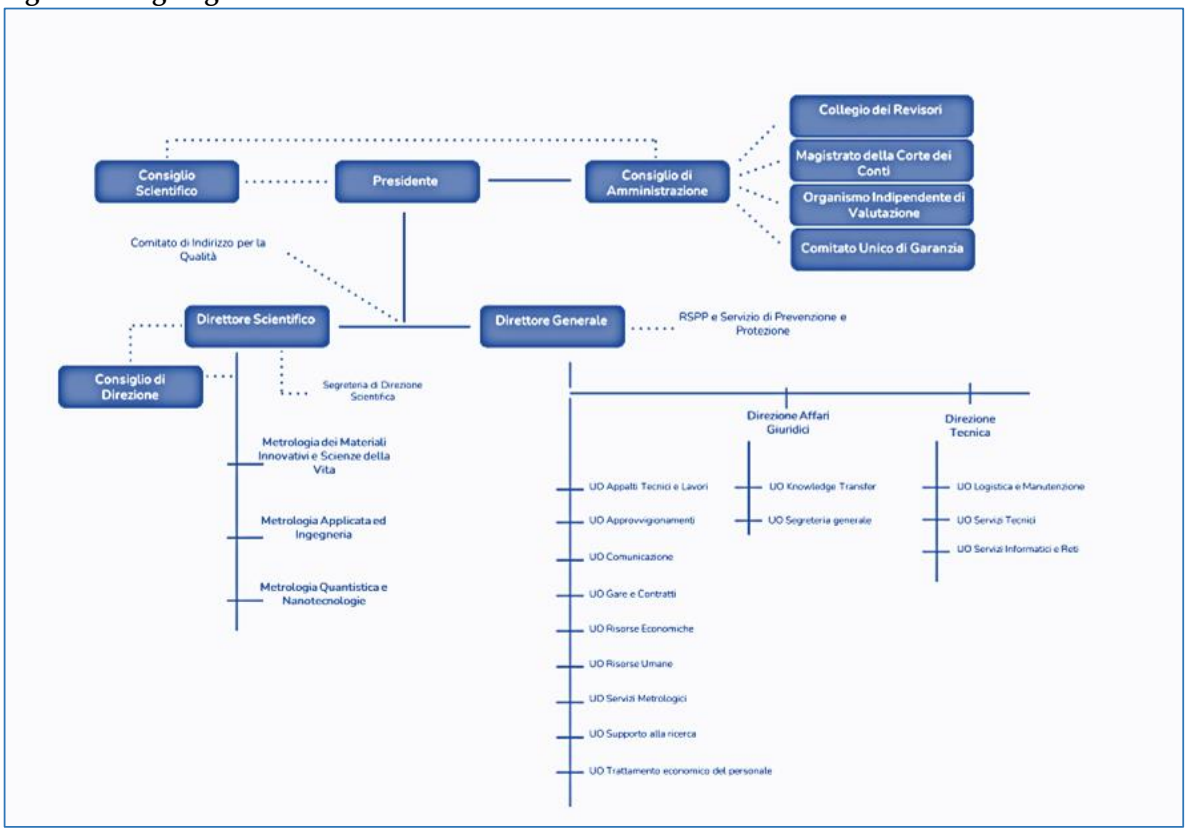
- segreteria generale,
- risorse economiche,
- trattamento economico del personale,
- sviluppo risorse umane,
- comunicazione,
- servizio di prevenzione e protezione,
- servizio gestione qualità.

La Direzione generale è articolata in due Direzioni, con relative unità organizzative, come segue:

- Direzione affari giuridici, con due unità organizzative (Gare e Contratti e Reclutamento), alla quale è preposto un dirigente amministrativo,
- Direzione tecnica, con tre unità organizzative (logistica e manutenzione, servizi informatici e reti, servizi tecnici), attualmente in capo al Direttore generale *ad interim*.

L'organigramma della struttura tecnico-amministrativa è rappresentato nella figura che segue.

Figura 1 - Organigramma



Fonte: Bilancio I.N.RI.M. 2023

Sia la macrostruttura della Direzione generale che la Direzione affari giuridici sono state riorganizzate nel tempo per assicurare un maggior presidio di ambiti ritenuti strategici per l'Ente.

In particolare, sono stati costituiti i Servizi metrologici in sostituzione del Servizio gestione; la U.O. *Knowledge Transfer* per gli ambiti di tutela della proprietà industriale e di promozione e valorizzazione della ricerca; la U.O. Risorse umane a presidio di tutti gli ambiti giuridici relativi al personale. Infine, la Segreteria generale è stata assegnata alla Direzione affari giuridici, come pure le funzioni in materia di affari legali, anticorruzione, *privacy*, *performance* e formazione, per ora non assegnate a specifiche U.O.

3.2 Organizzazione scientifica: organi e strutture operative

3.2.1 La Direzione scientifica

Alla "Direzione scientifica", qualificata, come detto, dall'art. 13 del nuovo statuto come organo, è affidata l'organizzazione scientifica dell'Ente ed è preposta allo svolgimento delle attività tecnico-scientifiche e alla formulazione di proposte in merito ai piani e ai rapporti periodici di attività, al fabbisogno di risorse umane e finanziarie, alle necessità di risorse strumentali e di servizi, alle iniziative di formazione dei ricercatori e dei tecnologi, in base alle esigenze delle strutture di ricerca. Inoltre, ha l'obiettivo di diffondere la cultura metrologica e della qualità (in applicazione dell'accordo CIPM-MRA) e di promuovere le attività di *public engagement* al fine di coinvolgere sempre più il tessuto sociale del Paese.

Vi opera il "settore interdivisionale", costituito per estendere l'operatività dall'attuale livello provinciale e regionale a iniziative divulgative a carattere nazionale, con fonti di finanziamento dedicate.

È composta dal Direttore scientifico e dal Consiglio di direzione, anch'essi annoverati fra gli organi dell'Ente, avvalendosi di un numero massimo di cinque Divisioni, allo scopo di pianificare e attuare i programmi di ricerca approvati dal Consiglio di amministrazione.

3.2.2 Il Consiglio di direzione

L'art. 15 dello statuto prevede il Consiglio di direzione composto dal Direttore scientifico, dai responsabili di divisione e da un pari numero di membri eletti (con mandato di durata triennale), secondo una procedura deliberata dal Consiglio di amministrazione, su proposta del Presidente.

La composizione del Consiglio di direzione è stata modificata nel 2021 a seguito di nuove elezioni per la scelta del membro eletto.

3.2.3 Il Direttore scientifico

L'art. 14 del nuovo statuto descrive le funzioni e le prerogative del Direttore scientifico, organo che coordina le attività svolte dalle Divisioni.

Il Direttore scientifico, in particolare, definisce con le Divisioni le richieste di risorse umane e finanziarie da sottoporre agli organi dell'Ente preposti alla loro approvazione, e le necessità di risorse strumentali e di servizi da sottoporre, se non rientranti nelle proprie deleghe di spesa,

al Direttore generale o al Presidente; infine, propone al Presidente e al Consiglio di amministrazione iniziative di formazione dei ricercatori e dei tecnologi, in base alle esigenze delle strutture di ricerca.

Il Direttore scientifico operativo nel 2023 ha ricevuto l'incarico con deliberazione del Consiglio di amministrazione n. 2/2020/1 del 21 gennaio 2020. Trattandosi di dipendente proveniente da altro ente, collocato, pertanto, *ex lege* in aspettativa per la durata del suo incarico, con successiva deliberazione n. 5/2020/2 del 25 febbraio 2020, il Consiglio ha determinato, quale fascia stipendiale di riferimento per la definizione del suo trattamento economico quella stipendiale spettante al Dirigente di ricerca (VII fascia).

Il nuovo Direttore scientifico è stato nominato con deliberazione n. 59/2024/11 del 23 dicembre 2024 per il prossimo quinquennio a partire dal 1° marzo 2025.

3.2.4 Le divisioni per lo svolgimento dei programmi scientifici dell'Ente

Le Divisioni in cui è strutturata la Direzione scientifica, previste dall'art. 16 dello Statuto fino ad un massimo di cinque, risultanti nel 2023, sono:

- **"**Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita" (ML), che sviluppa la scienza delle misure e i materiali innovativi con attenzione alle ricerche e alle applicazioni nelle scienze della vita; cura temi quali la tutela della salute con riferimento alle applicazioni diagnostiche e terapeutiche, la qualità e sicurezza dell'alimentazione, le misurazioni biologiche e chimiche, i materiali funzionali e intelligenti, gli ultrasuoni e l'acustica;

-"Metrologia applicata e ingegneria" (AE), che sviluppa la scienza delle misure e le tecnologie con attenzione all'ingegneria e alle necessità industriali; ha il compito di realizzare e disseminare le unità di misura delle grandezze meccaniche e delle grandezze termodinamiche, nonché di disseminare le unità di misura delle grandezze elettriche; cura temi quali la mobilità sostenibile, il monitoraggio ambientale e il clima, l'impiego razionale dell'energia, e lo sviluppo di strumenti metrologici a supporto della crescente digitalizzazione del mondo contemporaneo;

- "Metrologia quantistica e nanotecnologie" (QN), che sviluppa la scienza delle misure e le nanotecnologie con attenzione alle applicazioni quantistiche. La Divisione ha il compito di realizzare e disseminare le unità di misura del tempo e della frequenza, delle grandezze fotometriche e delle grandezze radiometriche, nonché di realizzare le unità di misura delle

grandezze elettriche; cura la mutua applicazione tra la metrologia e temi quali la fisica atomica e molecolare, la fotonica, l'elettronica quantistica, i dispositivi quantistici e le misurazioni quantistiche.

I responsabili delle Divisioni sono scelti su proposta del Presidente e nominati dal Cda con durata triennale dell'incarico.

3.3 Partecipazioni

L'I.N.RI.M. non detiene quote di partecipazione in società di capitali.

Detiene quote di partecipazione nei seguenti Consorzi:

- il Consorzio interuniversitario CINECA per lo 0,84 per cento, sostenendo l'onere a titolo di quota di adesione versata nel 2018, di euro 25.000 euro;
- il Consorzio TOP-IX[5] per lo 0,33 per cento, sostenendo l'onere a titolo di quota di adesione versata nel 2014 di euro 5.000, oltre alla quota associativa annuale di euro 2.000 euro, e di euro 30.000 quale quota annuale di *Development program fee*.

Nel bilancio 2023 alla voce stato patrimoniale "Immobilizzazioni materiali-Altre imprese" sono appostate complessive partecipazioni per euro 30.000 per il Consorzio Cineca e per il Consorzio Top-IX. Nella nota integrativa si precisa che non si rilevano diminuzioni di valore imputabili a risultati economici negativi delle partecipate, sulla base del confronto con la quota parte di patrimonio netto e che dette partecipazioni sono da ritenersi strategiche per il funzionamento e le finalità istituzionali dell'Ente.

I.N.RI.M. è socio fondatore di ACCREDIA, che è un'associazione riconosciuta senza scopo di lucro posta sotto la vigilanza del Ministero delle imprese e del made in Italy (MimIt), che costituisce l'ente unico nazionale di accreditamento per attestare la competenza, l'indipendenza e l'imparzialità degli organismi di certificazione, ispezione e verifica e dei laboratori di prova e taratura[6]. La relativa quota di adesione versata nel 2010 è di euro 5.000, oltre alla quota associativa annuale di euro 500.

Quanto al numero di rappresentanti dell'I.N.RI.M. negli Organi di governo (Consiglio direttivo), si rileva che un dipendente dell'Istituto è Presidente del Consorzio Top-IX; anche

[5] Il Consorzio Top IX (Torino Piemonte *Internet Exchange*) è un consorzio senza fini di lucro nato nel 2002 con lo scopo di creare e gestire un *Internet Exchange* per lo scambio del traffico *internet*. Quindi costruisce e gestisce l'infrastruttura di rete e promuove progetti di innovazione tecnologica nell'area del nord-ovest.

[6] Designato dal Governo il 22 dicembre 2009, in applicazione del Regolamento europeo 765/2008.

una posizione di consigliere (Consiglio direttivo) e di vicepresidente di Accredia è assegnata, dal 24 maggio 2018, ad un dipendente dell'I.N.RI.M..

Si evidenzia che non risultano richieste di parere a questa Sezione su atti di costituzione di società o di acquisizione di partecipazioni, ai sensi dell'art. 5, c. 4, d.lgs. 19 agosto 2016, n. 175, come modificato dall'art. 11 della l. 5 agosto 2022, n. 118.

4. PERSONALE

All'interno dell'Ente opera personale con profilo di: ricercatore (I-II-III livello), tecnologo (I-II-III livello), dirigente amministrativo (II fascia), funzionario di amministrazione (IV-V livello), collaboratore tecnico (IV-V-VI livello), collaboratore di amministrazione (V-VI-VII livello), operatore tecnico (VI-VII-VIII livello) e operatori di amministrazione (VII-VIII livello).

I ricercatori operano unicamente all'interno della sezione scientifica, mentre il dirigente e i funzionari amministrativi operano unicamente all'interno della sezione tecnico-amministrativa.

Il Cda di I.N.RI.M. approva il Contratto collettivo integrativo per il personale ricercatore e tecnologo (livelli III- I) e per il personale Tecnico e Amministrativo (livelli VIII- IV).

Com'è noto, l'art. 7 del d.lgs. n. 218 del 2016, ha stabilito che gli enti "adottano un Piano triennale di attività (PTA), aggiornato annualmente, con il quale determinano anche la consistenza e le variazioni dell'organico e del piano di fabbisogno del personale".

Con deliberazione del Cda del 22 dicembre 2020 è stato adottato il PTA 2021-2023 e allegato il Piano del Fabbisogno del personale, come approvato con delibera del Cda n. 26/2021/4 dell'8 luglio 2021, soggetti ad aggiornamento a scorrimento annuale.

In seguito, nell'adottare[7] il Piano integrato di attività e di organizzazione (Piao), introdotto "nel rispetto delle vigenti discipline di settore" (art. 6 del d.l. 9 giugno 2021, n. 80, convertito in legge 6 agosto 2021, n. 113), con lo scopo di semplificare e non di sovrapporre ulteriori adempimenti a quelli già previsti, l'I.N.RI.M. ha ritenuto che gli enti di ricerca non siano tenuti ad includere, tra i documenti di programmazione assorbiti nel Piao, anche il Piano di fabbisogno del personale e la relativa pianificazione del reclutamento.

Pertanto, il Piano triennale del fabbisogno di personale 2022-2024 è stato approvato con separato atto dal Cda il 17 marzo 2022, ai sensi dell'art. 7, comma 3 del d.lgs. 25 novembre 2016, n. 218 relativo alla semplificazione delle attività degli enti pubblici di ricerca. In particolare, tenuto conto delle attività in costante crescita dell'I.N.RI.M., il citato Piano del fabbisogno 2022-2024, con riferimento sia all'Area scientifica che a quella tecnico-amministrativa, ha predisposto un'importante operazione di reclutamento e di valorizzazione del personale attraverso le progressioni di carriera.

[7] Cda di I.N.RI.M. in data 1° giugno 2022 con deliberazione n. 26/2022/4.

Il Piano del fabbisogno 2023-2025, approvato dal Cda il 15 febbraio 2023, pur non modificando l'impostazione del precedente, ha proseguito, potenziandola, l'azione di valorizzazione del personale, sia con riferimento all'area scientifica che a quella tecnico-amministrativa.
Nella tabella che segue si evidenzia il raffronto fra la consistenza del personale in servizio al 31 dicembre 2023 e quello in servizio al termine del 2022.

Tabella 2 - Consistenza del personale a tempo indeterminato e determinato al 31.12.2022 e al 31.12.2023

Profilo	Livello	Personale a tempo indeterminato		Personale a tempo determinato (*)	
		in servizio al 31/12/2022	in servizio al 31/12/2023	in servizio al 31/12/2022	in servizio al 31/12/2023
Dirigente II fascia	IIF	1	1		
Dirigente di ricerca	I	8	8	1	1
Primo ricercatore	II	33	34		
Ricercatore	III	74	72	2	9
Dirigente tecnologo	I	2	2		
Primo Tecnologo	II	13	13		
Tecnologo	III	17	29	2	2
Funzionario amministrativo					
	IV	6	6		
	V	6	6	2	2
Collaboratore tecnico					
	IV	35	32		
	V	17	15		
	VI	14	11	4	8
Collaboratore di amministrazione					
	V	8	8		
	VI	4	4		
	VII	6	9		1
Operatore tecnico					
	VI	9	7		
	VII	2	2		
	VIII	1	1		1
Operatore amministrativo					
	VII	2	2		
	VIII	2	2		
TOTALE		**260**	**264**	**11**	**24**

(*) Escluso il Direttore generale, esclusi assegnisti di ricerca.
Fonte: bilancio I.N.RI.M. 2023

Il personale in servizio al 31 dicembre 2023 consta di n. 288 dipendenti, di cui 24 a tempo determinato; risulta in aumento di 17 unità rispetto a quello al 31 dicembre 2022.
Rispetto al totale di 288 unità, 213 afferiscono al comparto scientifico e 75 all'area *Management &Service.*
L'Istituto nell'esercizio in esame si è avvalso anche del servizio di 12 assegnisti di ricerca.

Gli oneri sostenuti dall'Ente per il personale sono riassunti nella seguente tabella.

Tabella 3 - Oneri per il personale

	2022	2023	Var. % 2023/22
Stipendi, indennità e altri assegni al Direttore generale (*)	138.221	139.283	0,77
Stipendi, indennità e altri assegni al personale (**)	10.088.585	12.143.121	20,36
Stipendi, indennità e altri assegni al personale assunto con contratto a termine ai sensi dell'art. 23 del d.P.R. 12 febbraio 1991, n. 171	747.593	692.520	-7,37
Fondo per il miglioramento dell'efficienza e per il trattamento accessorio al personale	1.393.446	2.569.337	84,39
Compensi per partecipazione ai proventi	628.010	497.606	-20,76
Indennità e rimborsi spese di trasporto per missioni all'interno e all'estero	303.024	640.125	111,25
Contributo ai dipendenti per il servizio di mensa	238.807	242.724	1,64
Indennità ai dipendenti per infortuni sul lavoro	58.769	76.427	30,05
Contributi per assicurazione per assistenza malattie (ENPDEP)	10.469	13.699	30,85
Contributi previdenziali personale iscritto INPS	246.010	293.761	19,41
Contributi previdenziali personale iscritto INPDAP	2.424.173	3.229.205	33,21
Corsi per il personale	80.245	107.698	34,21
***Totale spesa** impegnata*	**16.357.352**	**20.645.506**	**26,22**
Accantonamento per il T.F.R.	1.533.774	1.164.926	-24,05
Totale costo del personale	**17.891.126**	**21.810.432**	**21,91**

(*) Incluse missioni, buoni pasto e indennità di risultato di competenza 2023.
(**) L'importo include assegni familiari, benefici assistenziali, Irap e accertamenti sanitari.
Fonte: Istruttoria I.N.RI.M. 2023

L'Ente ha dichiarato in sede istruttoria che il totale del costo del personale dichiarato in sede istruttoria, pari ad euro 21.810.432 (euro 17.891.126 nel 2022) differente rispetto all'analoga posta contabile di bilancio valorizzata in euro 17.648.815 (euro 16.571.555 nel 2022) è ascrivibile al diverso criterio di valorizzazione della tabella istruttoria rispetto ai valori espressi in bilancio; ciò è dovuto al fatto che la tabella include alcune voci che sono inserite in altri capitoli di bilancio diversi da quelli del personale (B.9), come ad esempio le indennità per missioni, il contributo per il servizio mensa e i corsi per il personale che sono sotto la voce "servizi" (B.7), così come il Fondo per il miglioramento dell' efficienza e per il trattamento accessorio del personale che nel bilancio è ricompreso nella voce "Altri accantonamenti" (B.13).

Riferisce l'Ente che il maggior onere fra i due anni è dipeso dalle procedure di progressione economica ex art. 15 del CCNL avvenute nell' esercizio 2023, in quanto nel corso del 2023 il numero di dipendenti che hanno ottenuto una progressione con effetti economici che hanno

impattato sull' esercizio in corso sono stati numerosi ed in particolare sono n. 4 ricercatori di I livello professionale, n. 28 ricercatori di II livello professionale, n. 1 tecnologo di I livello professionale e n. 1 tecnologo di II livello professionale.

Al costo del personale, sopra esposto, va aggiunta l'Irap, valorizzata in una voce apposita del conto economico, mentre missioni, buoni pasto e spese di formazione sono computate tra i "servizi".

Per ciò che concerne la composizione dei costi del personale, rispetto all' esercizio precedente, il costo 2023 del personale a tempo indeterminato risulta ulteriormente incrementato, con un rapporto che passa dall' 88,4 per cento del 2022 al 91,3 per cento del 2023; diminuiscono invece i costi per le unità a tempo determinato nel loro complesso, che passano da euro 728.875 del 2022 a euro 625.866 (-14,1 per cento).

Come già avvenuto nei due esercizi precedenti, anche nel 2023 l'aumento del costo del personale strutturato va nella direzione opposta rispetto a quello degli assegni di ricerca, anche in virtù delle procedure bandite ed espletate nella seconda metà del 2022 per ricercatori e tecnologi, che hanno consentito a numerose unità di personale precario di stabilizzarsi; la riduzione del costo degli assegni è ulteriore, poiché si passa da euro 879.976 del 2022 (inclusi i contributi previdenziali obbligatori) ad euro 419.027 del 2023.

Anche per l'esercizio 2023, tutti i costi relativi agli assegni di ricerca gravano su fondi di progetto.

Per ciò che concerne la quota di accantonamento Tfr[8], l'Ente ha fatto presente di avvalersi, ai fini del calcolo, dell'apposita funzionalità automatica disponibile sul sistema informatico di gestione della contabilità predisposto dal CSA-Cineca, consorzio al quale l'Ente aderisce per la tenuta delle proprie scritture contabili. Il calcolo è effettuato *ad personam*, e l'accantonamento è pari al 6,91 per cento della retribuzione individuale annua liquidabile. A tale importo si aggiunge, sempre con apposita funzionalità CSA-Cineca, la rivalutazione della quota già accantonata l'anno precedente, sulla base dell'indice Istat, detratta l'imposta sostitutiva del 17 per cento.

La quota di accantonamento indennità di anzianità (vigente per il personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato in essere al 31 dicembre 2000) viene calcolata extra

[8] Per il personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato a partire dal 1° gennaio 2001 e per il personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo determinato.

procedura, tramite applicativo *excel* e, anche in questo caso, il calcolo è effettuato *ad personam* e l'accantonamento è determinato moltiplicando il valore dell'ultima retribuzione per il numero degli anni di servizio.

Da segnalare per l'esercizio 2023 la riduzione dell'accantonamento del Tfr e Tfs rispetto all'esercizio precedente (-13,3 per cento sul primo e -39,9 per cento sul secondo) per via del calo Istat.

L' Organismo indipendente di valutazione dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica ha preso in esame la Relazione sulla *Performance* approvata dal Consiglio di amministrazione con delibera n. 27/2024 del 25 giugno 2024 ritenendo di poterla validare in quanto la stessa è stata redatta in forma sufficientemente chiara, sintetica e di immediata comprensione; in essa si indica che "*l'indicatore sintetico di performance* nel 2023 è pari al 98,1 per cento. L'indicatore rappresenta il grado di raggiungimento del target degli obiettivi generali che il Consiglio di amministrazione ha incrementato rispetto al passato e fissato, con la delibera n. 44/2023/8 del 26 ottobre 2023, all' 80 per cento".

5. ATTIVITÀ

L'Istituto, per attuare i propri fini istituzionali indicati nelle norme istitutive e nei regolamenti di organizzazione e di funzionamento, predispone annualmente il PTA sopra citato con indicazione degli indirizzi generali, degli obiettivi, priorità e risorse per l'intero periodo, in coerenza con il programma nazionale per la ricerca di cui all'art. 1 del d.lgs. 5 giugno 1998, n. 204, nonché con i programmi di ricerca dell'Unione europea.

L'Ente ha sottolineato la stretta relazione tra il Piao 2022-2024 di cui si è detto, il Piao 2023-2025, approvato con deliberazione del Cda del 30 gennaio 2023, e il PTA, per rendere più evidente l'integrazione tra "*performance* scientifica" e "*performance* organizzativo-gestionale" dell'Ente.

La sede principale dell'I.N.RI.M, è situata in un *campus* di 130 000 mq, nel quartiere Mirafiori Sud di Torino, un'area verde all'interno di un parco che ospita gli uffici e i laboratori dell'Istituto. Il campus è composto da 13 edifici fuori terra e da una struttura completamente interrata (galleria), che sviluppano nel loro complesso una superficie utile di 37.000 mq. La proprietà dell'intera area è del Comune di Torino e il diritto di superficie scadrà nel 2077. I laboratori adibiti alle diverse attività di ricerca e ai servizi di taratura, misura, prova e certificazione coprono il 70 per cento della superficie utile. Il restante 30 per cento è destinato a uffici, biblioteca, amministrazione, officine, servizi e infrastrutture di supporto alle attività. Importanti lavori di trasformazione hanno interessato la palazzina un tempo dedicata all'officina centralizzata e alle manutenzioni, che, a partire dal 2021, ospita i laboratori del *Piemonte Quantum Enabling Technology* -PiQuet.

Altre strutture dell'Istituto sono dislocate presso l'Università di Pavia (Dipartimento di Chimica, dove l'I.N.RI.M. ha acquisito, in concessione, alcuni locali destinati ad attività scientifiche) e a Sesto Fiorentino presso il LENS (*European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy*) e il CNR, dove alcune unità di personale svolgono la loro attività avendo a disposizione locali e laboratori (in parte ad uso esclusivo, in parte in condivisione con il personale degli enti ospitanti).

Con deliberazione del Cda del 22 marzo 2023 è stato stipulato un accordo con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per l'istituzione di una sede presso il Centro di Geodesia Spaziale (CGS) di ASI a Matera.

5.1 Attività scientifica

Si evidenziano di seguito alcune attività svolte nel corso dell'esercizio 2023 nell'ambito di quelle analitiche illustrate nella Relazione sulla gestione dell'Ente.

In particolare, nel 2023 sono risultati attivi n. 170 progetti (per un finanziamento totale pari a circa 36 milioni di euro), di cui 61 progetti avviati nel 2023.

Nel 2023 I.N.RI.M. ha avuto 59 collaborazioni con università, enti ed industrie nazionali ed internazionali, consolidate attraverso la stipula di convenzioni o la partecipazione a comuni progetti di ricerca, nonché attraverso la produzione di pubblicazioni, brevetti, confronti internazionali o altri prodotti legati alla missione dell'Istituto.

Le attività svolte nel contesto internazionale sono state finalizzate al rispetto degli obblighi nazionali derivanti dall'adesione dell'Italia alla Convenzione del metro risalente al 1875, che si sostanzia per l'I.N.RI.M. nella partecipazione agli organismi metrologici internazionali (BIPM, CIPM e Comitati Consultivi del CIPM OIML) ed europei (EURAMET per l'istituto nazionale di misurazione – NMI e ACCREDIA per l'accreditamento).

L'I.N.RI.M. partecipa alle attività del CIPM (*Comité International des Poids et Mesures – International Committee for Weights and Measures*) e, attraverso propri rappresentanti designati, a 8 dei 10 *Consultative Committees* del CIPM. In tale ambito, l'I.N.RI.M. aderisce al *CIPM Mutual Recognition Arrangement* (MRA2) che, attraverso il mutuo riconoscimento dei campioni nazionali e dei certificati di taratura e di misura emessi dagli Istituti nazionali di metrologia (*National Metrology Institute* – NMI) dei Paesi firmatari, pone le basi per l'equivalenza delle misure a livello internazionale. L'adesione al CIPM-MRA coinvolge notevoli risorse umane, strumentali e finanziarie, allo scopo di mantenere e migliorare le *Calibration and Measurement Capabilities* (Cmc) pubblicate nell'appendice C del *Key Comparison Data Base* (Kcdb) del Bipm.

Nel 2023 l'Istituto ha emesso 1910 certificati di tarature.

Per quanto riguarda i progetti in campo europeo, risulta di grande rilievo il programma di ricerca denominato *European Metrology Programme for Innovation and Research* (Empir), lanciato - a partire dal 2014 con termine nel 2024 con la chiusura dei progetti dell'ultima *call* (bandita nel 2020) - da EURAMET (l'associazione europea degli istituti nazionali di metrologia); per detto progetto l'I.N.RI.M., in qualità di Istituto metrologico nazionale, coordina la partecipazione italiana (industrie, istituti delegati). Il valore totale di EMPIR è 600 mln: 300 mln da risorse nazionali e euro 300 mln dall'Unione europea.

Anche nel 2023 l'I.N.RI.M. è stato rappresentato, attraverso membri designati, nei Comitati tecnici EURAMET e, in qualità di Istituto metrologico nazionale, ha coordinato la partecipazione italiana insieme a università e industrie.

Da segnalare i progetti EURAMET nati all'interno di una nuova iniziativa di ricerca, che si fonda sull'art. 185 del trattato di Lisbona, denominata *European Partnership on Metrology* (EPM) e inquadrata nell'ambito del programma *Horizon Europe*. La EPM promuove la ricerca e lo sviluppo nel campo della scienza delle misure (anche per applicazioni nei settori emergenti dell'energia, ambiente e salute) per l'integrazione dei laboratori nazionali e l'innovazione di prodotti e processi di produzione. Alla *partnership* aderisce la maggior parte degli istituti metrologici europei, comprendendo anche alcuni stati non membri dell'Unione europea. Questo programma sarà finanziato al 50 per cento da fondi comunitari e al 50 per cento dagli stati aderenti all'iniziativa, per un ammontare complessivo di 700 M€. L'Italia ha deciso di cofinanziare la *partnership* con 49 M€, permettendo quindi agli istituti metrologici nazionali di partecipare ai progetti di ricerca, nel corso dei 7 anni, per 50 M€.

L'Assemblea generale di EURAMET ha inoltre costituito gli *European Metrology Networks* (Emn) con il fine di rispondere alle esigenze della metrologia europea in modo coordinato, formulando strategie comuni in ambiti quali la ricerca, le infrastrutture, il trasferimento di conoscenze e lo sviluppo di servizi.

Secondo lo spirito dell'accordo CIPM MRA, al fine di dare alla comunità internazionale degli NMI una chiara prova di trasparenza e adeguatezza ai requisiti dell'accordo, l'I.N.RI.M. riferisce annualmente circa il funzionamento del proprio sistema di gestione della qualità al Comitato direttivo del Comitato tecnico per la qualità (EURAMET TC-Q).

Nel 2023 I.N.RI.M. ha avuto al suo attivo 9 convenzioni di collaborazione con i seguenti enti di ricerca internazionali: *Bureau international des poids et mesures* (BIPM, Francia), *National Measurement Institute Australia* (NMIA, Australia), *National Metrology Institute of Japan* (NMIJ/AIST, Giappone), *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB, Germania); *Centre for Research and Technology-Hellas* (CERTH) e *Chemical Process and Energy Resources Institute* (CPERI), Grecia; - *Georgian National Agency for Standards and Metrology* (GEOSTM, Georgia); *National Institute of Information and Communications Technology* (NICT, Giappone); *National Institute of Metrology* (NIM, China); *Nanjing Tech University of the people's Republic of China* (NjTECH, Cina); *Technische Universitat Wien* (TU Wien, Austria) e *Institute Laue-Langevin* (ILL,

Francia); *The National Institute of Standards and Technology of the Department of Commerce of the United States of America* (NIST, USA); *Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) - National Physical Laboratory of India*. È stata stipulata nel 2023 la nuova convenzione con l'Istituto di metrologia georgiano, che si propone di rafforzare le relazioni tra GEOSTM e I.N.RI.M e di fornire un quadro per lo scambio di conoscenze scientifiche e tecniche, di servizi e di incremento delle capacità scientifiche e tecnologiche dei partecipanti.

In ambito nazionale, le convenzioni attive per I.N.RI.M. nel 2023 (stipulate con Università, Ministeri, enti di ricerca nazionali, associazioni, consorzi) sono state 56. Di importanza storica sono le collaborazioni con l'Università di Torino e il Politecnico di Torino.

Molte pubblicazioni di rilievo (per un totale di 340 nel 2023) hanno caratterizzato la produzione scientifica e tecnologica dell'I.N.RI.M.. Le attività e la produzione scientifica dell'Istituto sono dettagliate nelle pubblicazioni, offerte in libera consultazione sul sito istituzionale.

È da segnalare anche che numerosi ricercatori e tecnologi dell'Ente continuano a svolgere attività di docenza, sia a livello locale presso il Politecnico e l'Università degli Studi di Torino, che presso altre Università italiane; tale attività si esplica attraverso incarichi di insegnamento in corsi di laurea, *master* e dottorati di ricerca.

Nel corso del 2023 sono stati iscritti a bilancio costi per borse di dottorato pari a 448.447 euro, in lieve incremento rispetto al passato (euro 423.431 nel 2022) e l'Istituto ha deciso di destinare a questo scopo anche parte dei fondi ricevuti dal Ministero dell'Università e della Ricerca per la Progettualità di carattere continuativo.

I.N.RI.M organizza settimanalmente seminari su temi scientifici con relatori sia interni che esterni all'Ente, alcuni dei quali aperti alla partecipazione esterna; ha istituito il Premio per tesi di laurea magistrali che premia le cinque migliori tesi di laurea magistrale attinenti a misurazioni di precisione o studi (sia teorici sia sperimentali) di fenomeni o tecnologie che possano contribuire, direttamente o indirettamente, alla scienza delle misure o alla verifica delle leggi della natura; Ricercatori e tecnologi I.N.RI.M. hanno partecipato in qualità di relatori a numerosi congressi nazionali ed internazionali, tra cui si citano la *Nanoinnovation* 2023, CIM 2023 e la Fiera Internazionale A&T.

Si registra che l'Ente nel corso del 2023 ha promosso e celebrato, tra le altre: la Giornata mondiale della metrologia (maggio 2023), la Giornata Mondiale della salute (aprile 2023),

M'illumino di meno (febbraio 2023), la Giornata Internazionale delle donne e delle ragazze nella scienza (febbraio 2023), il Giorno della Memoria (gennaio 2023), l'anniversario di Galileo Ferraris (ottobre 2023).

5.2 Attività progettuali del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

La tabella che segue fa riferimento a progetti approvati con decreti ministeriali del Mur, che sono stati già avviati dall' Ente.

Tabella 4 - Progetti approvati PNRR

CUP	Titolo del progetto	Qualifica	Misure	Stato avanzamento	Obiettivi al 31.12.2024
E53D23004040006	PRIN 2022 MIRABLE – Measurement Infrastructure for Research on heAlthy and zero energy Buildings in novel Living lab Ecosystems	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
I83C22001040006	Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the Agrifood (METROFOOD-IT)	ATTUATORE	M4C2I3.01-Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione	AVVIATO	RAGGIUNTI
B33C22000710006	Infrastructure for ENergy TRAnsition and Circular Economy@EuroNanoLab (iENTRANCE@ENL)	ATTUATORE	M4C2I3.01-Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23002490006	PRIN 2022 DAREDEVIL: DARk-mattEr-DEVIces-for-Low-energy-detection	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
B53C22005980001	Digital Driven Diagnostics, prognostics and therapeutics for sustainable Health care (BIOSURF METLAB)	ATTUATORE	M4C2I1.03-Partenariati estesi a università centri di ricerca imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	AVVIATO	NON PRESENTI
B63C22000640005	"Misurazioni di parametri analitici per le filiere Olivicola e Vitivinicola da campioni raccolti nelle aree agricole pugliesi e siciliane - OliVinItaly	ATTUATORE	M4C2I1.04-Potenziamento strutture di ricerca e creazione di campioni nazionali di R&S su alcune Key Enabling Technologies	AVVIATO	NON PRESENTI
H43C22000870001	Superconducting Transition-edge sensor Arrays with energy and number Resolution (STAR)	ATTUATORE	M4C2I1.03-Partenariati estesi a università centri di ricerca imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23002380006	PRIN 2022 Advanced Quantum Time Experiment (AQuTE)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23005320006	PRIN 2022 Multi-step optical encoding in anti-counterfeiting photonic tags based on liquid crystals PHOTAG	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI

E53D23002510006	PRIN 2022 Precision isotopic shift measurements to test physics beyond the Standard Model (ISOTOP)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E13C23002960001	PRIN 2022 NEURONE: extremely efficient NEUromorphic Reservoir cOmputing in Nanowire network hardwarE	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
B53C22004180005	PHOton Entagled states in Number Correlations for Imaging and Sensing "PHOENICIS" bando a cascata Spoke 7 PE NQSTI	REALIZZATORE/ESECUTORE	M4C2I1.03-Partenariati estesi a università centri di ricerca imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	NON AVVIATO	NON PRESENTI
E53D23004110006	PRIN 2022 Rockfall risk mitigation in the Alps	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E13C22002880001	Intramolecular DNA Structural studies (InStruct)	ATTUATORE	M4C2I1.02-Finanziamento di progetti presentati da giovani ricercatori	AVVIATO	NON RAGGIUNTI*
E53D23005150006	PRIN 2022 Engineering two-dimensional Materials-based Photonics and Electronics platfoRms by directed self-assembly of blOck copolymeRs (EMPEROR)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23001830006	PRIN 2022 Metrology for spintronics: A machine learning approach for the reliable determination of the Dzyaloshinskii-Moriya interaction (MetroSpin)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23000810006	PRIN 2022 ThreEE-dimensional Processing tecHnique of mAgNetic crYstals for magnonics and nanomagnetism (TEEPHANY)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23001760006	PRIN 2022 Transverse thermoelectric energy conversion (Xvers)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23005120006	PRIN 2022 Modelling and process engineering of Heusler alloys for thermometric waste heat harvesting and spintronic applications (HEUSLER)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI

E53D23001120006	PRIN 2022 Resilience Evaluation by Experimental and Theoretical Approaches in Electrical Distribution Systems with Underground Cables EXTRASTRONG	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E13C24000510006	Space It Up	ATTUATORE	M4C2I1.03-Partenariati estesi a università centri di ricerca imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	AVVIATO	NON PRESENTI
E53D23015770001	PRIN PNRR 2022 - DOMANI - Dynamic Observation and Machine learning-assisted profiling for fast Assessment of submicroplastics and Native ecocorona In exposure media	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23002210006	PRIN 2022 Calibration of microwave chains for Quantum States preparation and readout at millikelvin temperatures (CalQuStates)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23014500001	PRIN PNRR 2022 Next quantum-based traceability and new accuracy description for synchronized multifrequency phasor measurements in modern distribution grids (QUANTAGRID)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
B53C22004180005	"Ultracold atom-ion mixtures for quantum technologies (QUANTUMIX)" bando a cascata spoke 3 - PE NQSTI	REALIZZATORE/ESECUTORE	M4C2I1.03-Partenariati estesi a università centri di ricerca imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	NON AVVIATO	NON PRESENTI
E53D23001930006	PRIN 2022 Fast readable label by Unique Magnetic Fingerprints on Industry 4.0: polymeric nanocomposites for a global exchange of information with a high level of security (U-MagFinger)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
E53D23002340006	PRIN 2022 Efficient simulation and design of quantum CONtrol sTRategies for mAny-Body quAntum SystemS (CONTRABASS)	ATTUATORE	M4C2I1.01-Fondo per il Programma Nazionale Ricerca (PNR) e progetti di Ricerca di Significativo Interesse Nazionale (PRIN)	AVVIATO	RAGGIUNTI
B53C22003970001	Optical DEvices for Optical Networks and Seismology (ODEONS) - Bando a cascata PE RESTART	REALIZZATORE/ESECUTORE	M4C2I1.03-Partenariati estesi a università centri di ricerca imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	AVVIATO	NON PRESENTI

Fonte: elaborazione Corte dei conti

Tabella 5 - Importi progetti PNRR

CUP	Importo complessivo dell'intervento / progetto	Importo dell'intervento / progetto assegnato all'Ente	Importo finanziato dal PNRR	Importo finanziato da altre fonti	Importo finanziato da risorse proprie [autofinanziamento]	Somme ricevute a valere su PNRR	Somme ricevute a valere su altre fonti	Somme totali pagate
E53D23004040006	251.021	78.992	58.565	20.427	30.005	58.565	20.427	33.255
I83C22001040006	17.790.000	820.000	820.000	0	0	246.000	0	798.868
B33C22000710006	75.165.078	6.338.360	6.338.360	0	0	3.169.340	0	4.016.516
E53D23002490006	310.093	37.070	0	12.930	37.837	37.070	12.930	39.579
B53C22005980001	270.000	270.000	270.000	0	0	0	0	0
B63C22000640005	177.000	87.000	87.000	0	0	0	0	2.669
H43C22000870001	340.500	340.500	340.500	0	0	0	0	27.283
E53D23002380006	285.997	129.688	96.151	33.537	24.920	96.151	33.537	65.856
E53D23005320006	249.729	111.789	82.880	28.909	22.800	82.880	28.909	67.988
E53D23002510006	249.979	85.082	63.080	22.002	24.185	63.080	22.002	73.971
E13C23002960001	252.048	37.068	0	12.929	15.162	37.068	12.929	14.969
B53C22004180005	192.500	192.500	192.500	0	0	0	0	47.062
E53D23004110006	279.496	73.183	37.068	12.929	39.385	37.068	12.929	55.785
E13C22002880001	150.000	150.000	150.000	0	0	15.000	0	69.414
E53D23005150006	257.848	104.760	77.669	27.091	24.600	77.669	27.091	36.806
E53D23001830006	267.201	78.751	58.386	20.365	36.632	58.386	20.365	61.131
E53D23000810006	241.696	19.164	14.208	4.956	12.773	14.208	4.956	7.515
E53D23001760006	273.653	123.149	91.303	31.846	71.995	91.303	31.846	84.749
E53D23005120006	273.123	63.595	47.149	16.446	20.750	47.149	16.446	25.645
E53D23001120006	243.672	65.000	48.191	16.809	24.574	48.191	16.809	67.079
E13C24000510006	8.000.000	874.115	0	874.115	0	0	0	0
E53D23015770001	239.690	56.000	56.000	0	0	16.800	0	30.076
E53D23002210006	260.997	101.262	75.076	26.186	62.135	75.076	26.186	109.274
E53D23014500001	239.920	118.400	118.400	0	0	35.520	0	26.836
B53C22004180005	500.000	500.000	500.000	0	0	15.939	0	0
E53D23001930006	197.991	67.750	50.230	17.520	15.763	50.230	17.520	37.046
E53D23002340006	247.050	81.361	60.321	21.040	28.135	60.321	21.040	58.439
B53C22003970001	851.565	208.621	208.621	0	0	0	0	2.732
TOTALE	**108.057.847**	**11.213.160**	**9.941.658**	**1.200.037**	**491.651**	**4.433.014**	**11.213.160**	**9.941.658**

Fonte: elaborazione Corte dei conti

L'Ente partecipa ad interventi previsti dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) in qualità di "soggetto attuatore" e con la presenza di numerosi soggetti collaboratori; essendo l'Ente soggetto a una contabilità di tipo economico-patrimoniale, ciascun progetto rappresenta un autonomo e separato centro di costo, con conseguente gestione separata e tracciamento di entrate e spese e distinzione di attività di parte corrente e attività in conto capitale.

I progetti approvati, di importo totale complessivo pari ad euro 108.057.847, sono in totale ventotto di cui ventisei avviati ed in esecuzione.

Il progetto più rilevante è rappresentato *dall'Infrastructure for ENergy TRAnsition and Circular Economy@EuroNanoLab* (ENTRANCE@ENL) per un importo complessivo di euro 75.165.078 che costituisce il 69,6 per cento dell'importo totale.

L'Ente ha dichiarato che il Cda ha stanziato un *budget* aggiuntivo per eventuali incrementi dei prezzi per tutte le proposte PNRR approvate.

In merito alla richiesta della Corte dei conti relativa al sesto monitoraggio del PNRR, l'Ente ha trasmesso la relativa documentazione in data 15 gennaio 2025.

Al 31 dicembre 2024 lo stato di avanzamento dei progetti a valere su risorse Pnrr, all'esito del sesto monitoraggio effettuato dalla Sezione, è esposto nella precedente tabella 4. Già alla data del 31 dicembre 2023 l'Ente aveva dichiarato che il 95 per cento delle procedure di gare per l'acquisto di attrezzature sono state avviate mentre il 100 per cento delle procedure di gara per l'acquisto della strumentazione sono state completate e liquidate.

5.3 Attività contrattuale

L'I.N.RI.M. per gli approvvigionamenti applica il Codice dei Contratti pubblici e le leggi speciali in materia, con particolare riferimento a quelle adottate per gli Epr. L'Ente ha evidenziato che il legislatore ha inteso esonerare espressamente gli Epr, come definiti dalla norma, dall'obbligo di ricorso al Mercato elettronico della pubblica amministrazione (ME.PA.)[9] per l'acquisto di beni e servizi funzionalmente destinati all'attività di ricerca, come anche ribadito dalla l. n. 159 del 2019 e s.m.i., di conversione del d.l. 29 ottobre 2019, n. 126, "*1. Non si applicano alle università statali, agli enti pubblici di ricerca e alle istituzioni di alta formazione artistica, musicale e coreutica, per l'acquisto di beni e servizi funzionalmente destinati all'attività di*

[9] Art. 10 comma 3, d.lgs. 25 novembre 2016, n. 218.

ricerca, trasferimento tecnologico e terza missione: a) le disposizioni di cui all'articolo 1, commi 449, 450 e 452, della legge 27 dicembre 2006, n. 296, in materia di ricorso alle convenzioni-quadro e al mercato elettronico delle pubbliche amministrazioni e di utilizzo della rete telematica; b) le disposizioni di cui all'articolo 1, commi da 512 a 516, della legge 28 dicembre 2015, n. 208, in materia di ricorso agli strumenti di acquisto e negoziazione della Consip S.p.a. per gli acquisti di beni e servizi informatici e di connettività" (art. 4 d.l. n. 126 del 2019).

Anche il Mur, con la nota del 25 giugno 2019 ("Circolare Me.Pa."), indirizzata alle Università statali e agli Enti pubblici di ricerca, ha invitato detti enti "*ad intraprendere le iniziative opportune e necessarie affinché gli Uffici di riferimento non ricorrano al Me.Pa se non nei casi esplicitamente imposti dalla legge, salvo situazioni eccezionali, debitamente motivate*".

Sul piano operativo, l'Ente ha precisato in sede istruttoria, che

- quando il ricorso al Me.Pa. risulti conveniente, questa modalità procedurale non viene scartata aprioristicamente per gli acquisti esonerati dall'obbligo di ricorso a tale strumento, per cercare di volta in volta di contemperare le facoltà concesse dalla legge con la miglior efficacia ed efficienza dell'azione amministrativa,
- per gli affidamenti extra-Consip, il regime dell'affidamento dei contratti pubblici degli Epr è connotato da alcune eccezioni, introdotte al fine di semplificare e velocizzare gli acquisti, in modo da rispondere alle esigenze della ricerca, dove il fattore tempo è spesso altamente critico rispetto alla possibilità di raggiungere i risultati (es.: ricerca su progetti finanziati) o all'efficacia dei risultati stessi (es.: ricerca commissionata o ricerca in ambito scientifico altamente competitivo).

Nel prospetto che segue sono rappresentati i dati relativi all'attività contrattuale posta in essere dall'Ente nel 2023 indicati in sede istruttoria.

Tabella 6 - Attività contrattuale 2023

Tipologia Procedure	N.	Incidenza %	IMPORTO	Incidenza %
CONSIP (ex art. 1, comma 449, secondo periodo, l.296 del 2006) (nota 1)	1	0,13	1.838.431,20	9,11
Me.Pa. (ex art. 1, comma 450, secondo periodo, l.296 del 2006) - (nota 2)	74	9,52	3.966.491,00	19,65
CONSIP/ME.PA. /SDAPA (ex art. 1, comma 7, del d.l. 95 del 2012 conv. in l.135 del 2012; d.m. Mef 22-12-2015) energia elettrica, gas, carburanti rete e carburanti extra-rete, combustibili per riscaldamento, telefonia fissa e telefonia mobile (nota 3)	4	0,51	2.619.754,00	12,98
CONSIP/sogg. aggr. (ex art. 1, comma 512, della l. 208 del 2015) beni e servizi informatici e di connettività	10	1,29	695.128,00	3,44
Extra-CONSIP/ Me.Pa. (nota 4)	688	88,55	11.066.424,15	54,82
TOTALE	**777**	**100,**	**20.186.228,35**	**100**

Fonte: elaborazione Corte dei conti su dati istruttoria I.N.RI.M.

L' Ente ha riferito che l'88,6 per cento degli acquisti per il 2023 è stato effettuato con procedure extra -Consip/Me.Pa. (688 procedure) per un totale di euro 11.066.424, che hanno dunque costituito la procedura contrattuale preponderante utilizzata dall'Istituto.

In merito ai 688 contratti extra CONSIP/Me.Pa., l'Ente, in sede istruttoria, ha precisato che si tratta, sostanzialmente, di procedure per l'affidamento diretto per l'acquisto di beni e servizi funzionalmente destinati all'attività di ricerca dell'I.N.RI.M a norma del d.lgs. 25 novembre 2016, n. 218 recante "*Semplificazione delle attività degli enti pubblici di ricerca ai sensi dell'art. 13 della legge 7 agosto 2015, n. 124, dove all' art. 10 comma 3 si legge "Le disposizioni di cui all' art. 1, commi 450, primo periodo, e 452, primo periodo, della legge 27 dicembre 2006, n.296, non si applicano agli Enti per l'acquisto di beni e servizi funzionalmente destinati all' attività di ricerca*".

In particolare, l'Ente riferisce che il dato include:

- n. 225 procedure in affidamento diretto per l'acquisto di beni e servizi di importo superiore a euro 5.000 funzionalmente destinati all'attività di ricerca dell'Ente, e, quindi, non soggetti a obbligo Me.Pa.;
- n. 444 ordini di importo inferiore a euro 5.000 non soggetti a obbligo di Me.Pa. per un importo complessivo di euro 673.437,39;
- n. 1 procedura aperta, suddivisa in quattro lotti per l'affidamento dei servizi di assicurazione;
- n. 4 procedure negoziate con esclusiva per forniture PNNR;
- n. 1 procedura aperta, suddivisa in tre lotti, svolta da SCR Piemonte, per forniture PNNR (1 lotto deserto);
- n. 2 procedure negoziate espletate da SCR Piemonte nei termini della convenzione stipulata (Lavori);
- n. 6 ordini di lavoro (Odl) in Accordo-Quadro manutenzioni ai sensi dell'art. 54, comma 3. d.lgs. 50/2016, suddiviso in quattro lotti (la cui gara fu espletata da SCR Piemonte) per l'esecuzione di lavori di manutenzione edile, termoidraulica, elettrica e delle reti di trasmissione dati negli immobili di proprietà dell'I.N.RI.M..

Per quanto riguarda la convenzione Consip (*ex* art. 1, c. 449, secondo periodo, l. n. 296 del 2006), l'Ente ha precisato in sede istruttoria che il dato si riferisce ad Accordo-Quadro FMGI-Lotto 3- per servizio di pulizia.

Nelle 74 convenzioni Me.Pa. (*ex* art. 1, c. 450, secondo periodo, l n. 296 del 2006)[10] sono inclusi 3 affidamenti facoltativi ME.PA. (totale euro 173,040, di cui n. 2 lavori e n. 1 servizio inferiore a euro 5.000).

L' Ente precisa, inoltre, che le 4 forniture Consip/Me.Pa./Sdapa ex art. 1, c .7 del d.l. n. 95 del 2012, per un valore di euro 2.619.754, si riferiscono alle convenzioni di gas naturale, energia elettrica, carburante per autotrazione e telefonia mobile.

5.4 Amministrazione trasparente

Sul sito istituzionale dell'I.N.RI.M. sono pubblicati:

- i Piani triennali per la prevenzione della corruzione e in materia di trasparenza e le Relazioni annuali del Responsabile per la prevenzione della corruzione e trasparenza;
- il Piano integrato per la *performance*, la prevenzione della corruzione e la trasparenza" per il triennio 2021-2023, adottato dal Cda nella seduta dell'11 febbraio 2021 con deliberazione n. 2/2021/1, in ottemperanza alle linee guida dell'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca (Anvur) del 15 luglio 2015. Tale documento riporta l'assetto, la *mission* e le linee strategiche dell'Ente e, inoltre, contiene le sezioni relative alle misure di prevenzione della corruzione e alla trasparenza, in applicazione delle linee-guida del nuovo sistema di misurazione e valutazione della *performance*;
- i referti di questa Corte sulla gestione finanziaria a norma dell'art. 31 del d.lgs. 14 marzo 2013, n. 33;
- l'attestazione dei tempi di pagamento ai sensi dell'articolo 41, comma 1, del d.l. 24 aprile 2014, n. 66, convertito dalla l. 23 giugno 2014, n. 89, che indica il numero dei giorni di ritardo medio dei pagamenti effettuati nel corso dell'esercizio 2023, rispetto alla scadenza delle relative fatture (indicatore annuale di tempestività dei pagamenti), oltre all'ammontare complessivo dei debiti e al numero delle imprese creditrici. Rispetto al dato 2022 si è registrato un miglioramento, essendo l'Istituto passato dai 5 giorni di anticipo del 2022 ai 9 giorni di anticipo dell'esercizio in corso;
- i prospetti dei dati SIOPE e delle disponibilità liquide allegati alla nota integrativa;
- le informazioni sulle partecipazioni dell'Ente.

[10] "Le disposizioni di cui all'art. 1, commi 450, primo periodo, e 452, primo periodo, della legge 27 dicembre 2006, n. 296, non si applicano agli Enti per l'acquisto di beni e servizi funzionalmente destinati all' attività di ricerca".

- il Responsabile della prevenzione della corruzione e della trasparenza (Rpct), nella persona del dirigente Supporto alla Ricerca e Innovazione, nominato dal Cda con la deliberazione n. 33/2024/7 del 22 luglio 2024 fino alla scadenza dell'incarico dirigenziale salvo rinnovo per una durata corrispondente a quella del nuovo incarico dirigenziale attribuito e, in ogni caso, non superiore al triennio.

6. IL BILANCIO DI ESERCIZIO

L'I.N.RI.M. ha adottato a partire dall'esercizio 2018 un sistema contabile di tipo economico-patrimoniale in applicazione dell'art. 10, comma 1, del d.lgs. 25 novembre 2016, n. 218, adottando gli schemi contabili previsti dal Codice civile.

Il bilancio di esercizio è composto da stato patrimoniale, conto economico, rendiconto finanziario, nota integrativa, ed è corredato dalla relazione sulla gestione.

Sono allegati al bilancio d'esercizio, in ossequio alle disposizioni dettate al d.lgs. 31 maggio 2011, n. 91 a fini di armonizzazione contabile per gli enti che adottano la contabilità economico-patrimoniale, il conto consuntivo in termini di cassa, con la classificazione della spesa per missioni e programmi di cui all'art. 5, comma 3, del decreto del Mef del 27 marzo 2013; i prospetti SIOPE di cui all'art. 77 *quater*, comma 11, del d.l. 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla l. 6 agosto 2008, n. 133; il piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio, di cui all' art. 19 del d.lgs. 31 maggio 2011, n. 91; il conto economico riclassificato secondo lo schema del citato d. m. 27 marzo 2013.

Quanto al quadro previsionale, il Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità approvato dall'Ente con deliberazione del Cda del 10 ottobre 2017 richiede di predisporre e di approvare, entro il 31 dicembre dell'anno precedente all'esercizio di riferimento, il bilancio unico di previsione annuale autorizzatorio, composto da *budget* economico e *budget* degli investimenti; il bilancio unico di previsione triennale non autorizzatorio, composto da *budget* economico e *budget* degli investimenti; il bilancio unico di previsione riclassificato per missioni e programmi.

Il Cda, con deliberazione n. 52/2022/9 del 22 dicembre 2022 ha approvato il Bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2023.

Con deliberazione del Cda n. 21/2023/5 del 16 giugno 2023 è stata approvata la variazione al Bilancio di previsione 2023 - variazione al *budget* economico e al *budget* degli investimenti per l'esercizio 2023.

Con deliberazione del Cda n. 52/2023/10 del 28 dicembre 2023, è stato approvato il bilancio di previsione annuale autorizzatorio 2024 e triennale non autorizzatorio 2024-2026, il *budget* economico e il *budget* degli investimenti 2024.

L'approvazione del bilancio dell'esercizio 2023 è avvenuta nella seduta del Cda del 29 aprile 2024, con deliberazione n. 14/2024/4.

Il Collegio dei revisori, con verbale n. 132 del 18 aprile 2024, contestualmente al parere favorevole al bilancio di esercizio 2023, ha attestato che l'Ente ha rispettato le norme di contenimento vigenti, di cui alla l. n. 160 del 2019, art. 1, comma 590 e seguenti, riportando in apposito prospetto gli importi del versamento cumulativo per complessivi euro 102.884 effettuato a fronte delle norme disapplicate e contenute nell'allegato A al comma 590 (per spese relative a: Cda e organi collegiali; spese per relazioni pubbliche, convegni, mostre, pubblicità e di rappresentanza; missioni; formazione; manutenzione ordinaria e straordinaria degli immobili).

Il Collegio ha inoltre attestato che l'Ente ha effettuato i versamenti, non incrementati del 10 per cento, relativi alle norme di contenimento ancora vigenti, in quanto non disapplicate dalla l. n. 160 del 2019 e quindi non contenute nel citato allegato e riferite al d.l. n. 78 del 2010 conv. in l. n. 122 del 2010:

- art. 6, comma 14, relativo alle spese per acquisto, manutenzione, noleggio ed esercizio di autovetture, nonché per acquisto di buoni di taxi, che ha comportato versamenti al bilancio dello Stato per 4.670 euro,
- all'art. 67, comma 6, relativo a somme provenienti dalle riduzioni di spesa per la contrattazione integrativa e di controllo dei contratti nazionali ed integrativi, che ha comportato versamenti al bilancio dello Stato per euro 117.350,78.

Il Collegio dei revisori ha attestato che l'Ente ha provveduto ad effettuare tutti i versamenti al bilancio dello Stato provenienti dalle citate riduzioni di spesa con ordinativi di pagamento 2644, 2645 e 4445 del 2023.

Oltre ai citati versamenti l'Ente ha dato evidenza, in apposita sezione della nota integrativa, del rispetto del limite di spesa complessivo per l'acquisto di beni e servizi, ai sensi dell'art. 1, comma 591, della legge n. 160/2019, pari a euro 3.855.628, limite che, come previsto dalla Circolare MEF-RGS n. 23 del 19 maggio 2022 e confermato anche per l'esercizio 2023 dalla circolare n. 42 del 7 dicembre 2022, esclude dalla base di calcolo del triennio 2016-2018 i costi energetici. La nota dà altresì evidenza della legittimità a superare tale limite in virtù dei maggiori ricavi dell'ultimo bilancio di esercizio chiuso (2022) rispetto a quelli del 2018. Il differenziale, pari a 3.631.658 euro, porta così il limite complessivo a 7.487.286 euro. Le risultanze finali della gestione 2023 restituiscono dati che confermano il rispetto dei limiti di spesa. Il costo complessivo per acquisto di beni, servizi e godimento di beni di terzi,

riconducibile alle voci B6, B7 e B8 ammonta infatti a 4.224.026 euro complessivi. Nel totale l'Ente ha incluso i costi per le missioni e per la formazione non obbligatoria, recependo così le osservazioni formulate dal Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero dell'Economia e delle Finanze attraverso la nota prot. 170177 del 16 giugno 2022.

Il totale comprende i costi gravanti su fondi propri dell'Ente, in *primis* sul Fondo Ordinario Enti, ma anche su proventi per servizi erogati a terzi (tarature) e proventi derivanti dalla gestione del patrimonio. Non rientrano invece tutti i costi gravanti su fondi esterni vincolati, ovvero su progetti di ricerca finanziati, inclusi i PNRR.

Il Collegio dei revisori, inoltre, ha preso atto che per il 2023 sono state rispettate le disposizioni di cui all'art. 5, comma 7 (valore nominale ad euro 7 dei buoni pasto) e comma 8 (divieto di monetizzazione delle ferie anche in caso di cessazione di lavoro) del decreto legislativo 95/2021, convertito dalla legge n. 135/2012.

Il Collegio dei revisori ha attestato, infine, che nel corso dell'anno sono state eseguite le verifiche periodiche previste dalla vigente normativa, durante le quali si è potuto verificare la corretta tenuta della contabilità.

La tabella che segue mostra i risultati economico-patrimoniali in raffronto con l'esercizio 2022.

Tabella 7 - Risultati finanziari ed economico-patrimoniali

	2022	2023	Var. %
Avanzo/Disavanzo finanziario	15.070.472	9.090.994	-39,7
Valore della produzione	40.857.055	44.670.142	9,3
Costi della produzione	36.038.855	42.913.318	19,1
Avanzo/Disavanzo economico	3.787.448	612.240	-83,8
Patrimonio netto	22.506.692	18.058.032	-19,8

Fonte: elaborazione Corte dei conti su dati bilancio Ente

6.1 Lo stato patrimoniale

Lo stato patrimoniale, redatto ai sensi dell'art. 2424 c.c. a sezioni contrapposte, è evidenziato nella tabella che segue.

Tabella 8 - Stato Patrimoniale attivo

ATTIVO	2022	2023	Var.%
IMMOBILIZZAZIONI			
I. Immateriali			
Concessioni, licenze, marchi e diritti simili	262	195	-25,6
Totale immobilizzazioni immateriali	**262**	**195**	**-25,6**
II. Materiali			
Terreni e fabbricati	24.964.276	23.988.862	-3,9
Impianti e macchinari	1.696.723	1.566.349	-7,7
Attrezzature industriali e commerciali	11.651.813	15.456.115	32,6
Altri beni	383.422	638.185	66,4
Immobilizzazioni in corso e acconti	1.447.615	2.201.179	52,1
Totale immobilizzazioni materiali	**40.143.849**	**43.850.690**	**9,2**
III. Finanziarie			
Altre imprese	30.000	30.000	0,0
TOTALE IMMOBILIZZAZIONI	**40.174.111**	**43.880.885**	**9,2**
ATTIVO CIRCOLANTE			
I. Rimanenze			
II. Crediti			
Crediti verso clienti	681.705	701.345	2,9
Crediti tributari	109.286	216.739	98,3
Verso altri	2.252.486	1.227.729	-45,5
Totale	**3.043.477**	**2.145.813**	**-29,5**
III. *Attività Finanziare*			
IV. *Disponibilità Liquide*			
Depositi bancari e postali	49.276.386	58.367.379	18,4
Totale	**49.276.386**	**58.367.379**	**18,4**
TOTALE ATTIVO CIRCOLANTE	**52.319.863**	**60.513.192**	**15,7**
RATEI E RISCONTI	**1.127.962**	**1.164.718**	**3,3**
TOTALE ATTIVITA'	**93.621.936**	**105.558.796**	**12,8**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

L'attivo patrimoniale nell'esercizio 2023 presenta un aumento del 12,8 per cento, passando da euro 93.621.936 del 2022 a euro 105.558.796 del 2023; una delle voci che hanno maggiormente contribuito a questo aumento è quella riguardante l'attivo circolante e in particolare le disponibilità liquide che sono passate da euro 49.276.386 del 2022 a euro 58.367.379 (+18,4 per cento), in relazione, principalmente all'incasso delle quote di competenza di contributi ministeriali destinati a finanziare interventi di prossima realizzazione, quali il progetto Metro-Inn, la realizzazione del Padiglione 2.0 e l'allestimento delle due nuove sedi di Firenze e Matera.

Risultano in aumento anche le immobilizzazioni materiali (+9,2 per cento), che passano da euro 40.143.849 del 2022 a euro 43.850.690; in particolare risultano in considerevole aumento, in quanto ad importo e a percentuale incrementativa (+32,6 per cento) le "attrezzature industriali e commerciali", che passano da euro 11.651.813 del 2022 a euro 15.456.115 del 2023.
Come già evidenziato nel precedente referto, nell'esercizio 2021, è stato completato il processo di ricognizione inventariale che ha interessato tutte le categorie di beni presenti nel patrimonio delle immobilizzazioni materiali e bibliografiche dell'Ente[11]; da menzionare che, a seguito della suddetta ricognizione inventariale, nel corso del corrente esercizio, l'Ente ha provveduto a dismettere una serie di beni che erano stati considerati come obsoleti e in pessimo stato.
La sede dell'I.N.RI.M insiste su terreni di proprietà della Città di Torino sui quali per Convenzione pluriennale, l'I.N.RI.M possiede il solo diritto di superficie; nell'attivo patrimoniale sono iscritti i Fabbricati in parte strumentali all'attività dell'Istituto e in parte concessi in locazione all' Università degli Studi di Torino, alla società IRETI e ad ACCREDIA; altri sono concessi in comodato gratuito al Politecnico di Torino, come dettagliati nella sezione "Amministrazione Trasparente" del, portale istituzionale dell'Ente.
Risultano in riduzione i crediti pari a euro 2.145.813 nel 2023 mentre risulta in lieve aumento (+3,3 per cento), la voce "ratei e risconti attivi", che passa da euro 1.127.962 dell'esercizio 2022 a euro 1.164.718, incremento dovuto alla necessità dell'Ente di stipulare contratti e convenzioni di durata più estesa.

[11] Inventario previsto dal Regolamento di amministrazione, finanza e contabilità, approvato con Decreto presidenziale n. 74/2017 del 15 dicembre 2017; e successivamente dall'allora Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca che, con nota prot. n. 0001478 del 30 gennaio 2018, al capo VI "Patrimonio", all' art. 37 c. 12 ha ribadito che "la ricognizione dei beni inventariati deve essere effettuata nei modi e nei termini previsti dal disciplinare interno dell'I.N.RI.M.".

Tabella 9 - Stato patrimoniale passivo

PATRIMONIO NETTO	2022	2023	Var. %
Fondo di dotazione	3.252.838	3.252.838	0
Altre riserve	7.941.194	2.881.194	-63,7
Utili(perdite) portati a nuovo	7.525.212	11.312.659	50,3
Utile (perdita) dell'esercizio	3.787.448	612.240	-83,8
Totale	**22.506.692**	**18.058.932**	**-19,8**
FONDO PER RISCHI ED ONERI			
Altri	7.163.223	9.032.182	26,1
Totale	**7.163.223**	**9.032.182**	**26,1**
TRATTAMENTO FINE RAPPORTO - LAVORO SUBORDINATO	**14.881.359**	**15.386.245**	**3,4**
DEBITI			
Acconti	0	0	
Debiti verso fornitori	1.583.926	3.294.046	107,97
Debiti tributari	1.200.480	1.346.397	12,15
Debiti verso istituti di previdenza e sicurezza sociale	833.294	737.795	-11,46
Altri debiti	145.123	698.172	381,09
Totale	**3.762.823**	**6.076.410**	**61,49**
RATEI E RISCONTI	**45.307.839**	**57.005.027**	**25,82**
TOTALE PASSIVITA'	**93.621.936**	**105.558.796**	**12,75**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

Il patrimonio netto passa da euro 22.506.692 del 2022 a euro 18.058.932 con una diminuzione del 19,8 per cento dovuta, in particolare, alla voce" altre riserve" che passa da euro 7.941.194 nel 2022 a euro 2.881.194 nel 2023 (-63,7 per cento) in quanto il "*Fondo EMP -nuove attività di ricerca e servizio* "[12] "*il cui ammontare al 31 dicembre 2022, era pari a euro 5.060.000, è stato riclassificato fra gli Altri fondi per rischi e oneri del passivo, data la sua natura di provvista per spese future ed il procedimento contabile di costituzione e di utilizzo dalle somme accantonate in conclusione di esercizio 2021 e 2022*".

Risulta in aumento (+26,1 per cento) il "fondo per rischi ed oneri", che passa da euro 7.163.223 del 2022 a euro 9.032.182, e comprende, tra gli altri, oltre al descritto "Fondo EMP per nuove attività di ricerca e servizio":

- gli "altri fondi per oneri derivanti dall'impianto dello stato patrimoniale", pari ad euro 905.269 destinato a coprire spese già autorizzate in contabilità finanziaria, ma che non costituivano un debito verso terzi al momento della redazione dello Stato patrimoniale iniziale;
- il fondo *ex* l. n. 234 del 2021, art. 1, comma 310, denominato "Valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo", istituito nel corso del 2023, costituito sia con le risorse assegnate

.[12] Si tratta del programma di ricerca europea *European Metrology Partnership*.

all'istituto nell'ambito dell'art, 1, comma 310, lettera c), per euro 457.166, che per ulteriori euro 531.534 corrispondente al contributo Mur 2023 per la valorizzazione del suddetto personale espressamente dedicato all'espletamento di nuove procedure concorsuali;

- il fondo contenzioso di euro 176.601 destinato a fronteggiare oneri futuri legati a procedure contenziose con il personale dipendente, che è stato ridotto nel corso dell'esercizio 2023 (euro 844.286) "*a seguito di una valutazione sulla onerosità delle procedute ex art. 15/2006-2008*"; all'epoca della quantificazione dell'ammontare da iscrivere a fondo, era stata fatta una ricostruzione puntuale della carriera per ciascuna delle unità di personale coinvolte; al momento della conclusione della procedura, numerose annualità, con l'eccezione delle ultime cinque, erano ormai prescritte; quindi, a seguito della liquidazione di quanto dovuto si è provveduto a ridurre il fondo della quota precedentemente accantonata ma non più necessaria.
- il fondo oneri del personale a carico ente, in diminuzione, passato da euro 1.480.851 del 2022 ad euro 1.380.967 nel 2023.

La voce Tfr presenta un aumento del 3,4 per cento, passando da euro 14.881.359 del 2022 a euro 15.386.245 del 2023, anche in relazione al rinnovo contrattuale.

I debiti complessivi registrano un sensibile aumento (+61,49 per cento), passando da euro 3.762.823 del 2022 a euro 6.076.410 del 2023; l'incremento maggiore si riferisce ai debiti verso fornitori (da euro 1.583.926 nel 2022 a euro 3.294.046 nel 2023), come riferito dall'Ente " a causa della concentrazione degli acquisti nell' ultimo mese dell'esercizio 2023", in aumento anche i debiti tributari (da euro 1.200.480 nel 2022 a euro 1.346.397 nel 2023), mentre risultano in calo quelli verso istituti di previdenza (euro 833.294 nel 2022 ed euro 737.795 nel 2023).

In sensibile aumento si presenta la voce" altri debiti", che passa da euro 145.123 del 2022 a euro 698.172, aumento sostanzialmente rappresentato dal debito verso Università per euro 487.500, non presente nell' esercizio precedente.

I ratei e risconti passivi presentano un aumento del 25,8 per cento, passando da euro 45.307.839 del 2022 a euro 57..005.027 del 2023, con particolare riferimento alla voce "risconti passivi per progetti e ricerche finanziate o cofinanziate in corso", passata da euro 17.517.546 del 2022 a euro 25.075.618 del 2023, per via del maggior valore di progetti avviati nel corso del 2023 e alla voce "risconti passivi per contributi agli investimenti" passata da euro 3.265.615 del 2022 a

euro 9.035.524 del 2023 a causa di importanti contributi assegnati all'Ente dal Mur come quelli destinati all' apertura di nuove sedi di Firenze e Matera e all' avvio del progetto Double Axe.

6.2 Il conto economico

L'esercizio 2023 si chiude con un avanzo di euro 612.240 inferiore di 83,8 per cento rispetto all'esercizio precedente (euro 3.787.448).

Di seguito è riportata la tabella rappresentativa del conto economico, con la comparazione tra i dati relativi agli esercizi 2023 e 2022.

Tabella 10 - Conto economico

	2022	2023	Var.%
Valore della produzione			
Ricavi delle vendite e delle prestazioni	3.739.108	3.744.558	0,1
Altri ricavi e proventi con separata indicazione contributi c/e	37.117.947	40.925.584	10,3
di cui			
Contributi c/e	*34.757.013*	*37.586.408*	8,1
Totale	**40.857.055**	**44.670.142**	**9,3**
Costi della produzione			
Per materie prime, sussidiarie, consumo e merci	1.008.749	1.002.979	-0,6
Per servizi	6.981.685	8.598.222	23,2
Per godimento di beni di terzi	574.985	729.543	26,9
Per il personale	16.571.555	17.648.815	6,5
di cui			
salari e stipendi	*11.360.651*	*12.859.932*	13,2
oneri sociali	*2.758.398*	*3.161.683*	14,6
trattamento di fine rapporto	*1.533.774*	*1.164.926*	-24,0
altri costi	*918.732*	*462.274*	-49,7
Ammortamenti e svalutazioni	4.448.063	5.159.025	16,0
di cui			
ammortamento immobilizzazioni immateriali	*67*	*67*	0,0
ammortamento immobilizzazioni materiali	*4.447.995*	*5.158.958*	16,0
Accantonamenti per rischi	70.700	173.432	145,3
Altri accantonamenti	5.326.536	3.793.813	-28,8
Oneri diversi di gestione	1.056.582	5.807.490	449,6
Totale	**36.038.855**	**42.913.318**	**19,1**
Differenza tra valore e costi della produzione	**4.818.200**	**1.756.825**	**-63,5**
Proventi ed oneri finanziari			
Altri proventi finanziari			
proventi diversi dai precedenti	*1*	*2*	100,0
Interessi e altri oneri finanziari	703	0	-100,0
Utile e perdite su cambi	-3.684	3.655	199,2
Totale proventi ed oneri finanziari	**-4.386**	**3.657**	183,4
Rettifiche di valore di attività e passività finanziarie	**0**	**0**	
Totale delle rettifiche	**0**	**0**	
Risultato prima delle imposte	4.813.814	1.760.482	-63,4
imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate	1.026.366	1.148.242	11,9
UTILE (PERDITE) DELL'ESERCIZIO	**3.787.448**	**612.240**	**-83,8**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

Il valore della produzione risulta in aumento rispetto all'esercizio precedente (+9,3 per cento), passando da euro 40.857.055 del 2022 a euro 44.670.142 del 2023. La voce "ricavi delle vendite e prestazioni", rimane pressoché costante passando infatti da euro 3.739.108 del 2022 a euro 3.744.558 del 2023 con un aumento percentuale di 0,1, e comprende, tra le voci più significative, quella riguardante "proventi da analisi e studi nel campo della ricerca", passati da euro 1.040.203 nel 2022 ad euro 947.400 nel 2023; "proventi da ricerche commissionate da imprese italiane" passati da euro 675.469 nel 2022 ad euro 767.750 nel 2023; "proventi dallo svolgimento di attività di certificazione" passati da euro 1.776.222 nel 2022 ad euro 1.626.974 nel 2023; "proventi da ricerche commissionate da Istituzioni UE" passati da euro 182.578 nel 2022 ad euro 234.643 nel 2023.

I contributi in conto esercizio, che rappresentano 91,6 per cento dei ricavi dell'Ente e che saranno oggetto di successiva analisi, sono aumentati di 8,1 per cento, passando da euro 34.757.013 nel 2022 a euro 37.586.408 nel 2023.

I costi della produzione sono in aumento rispetto all'esercizio precedente (+19,1 per cento), passando da euro 36.038.855 del 2022 ad euro 42.913.318 del 2023. In particolare, la voce che registra un notevole aumento è quella relativa ai "costi per servizi", passata da euro 6.981.685 del 2022 ad euro 8.598.222 del 2023 (+23,2 per cento), con riferimento alle "utenze e canoni" passate da euro 2.358.010 del 2022 ad euro 2.841.422 del 2023, principalmente per l'aumento del costo dell'energia elettrica (+41,6 per cento), alle "manutenzioni" passate da euro 862.265 del 2022 ad euro 1.197.090 del 2023, con particolare riferimento a quelle per le manutenzioni ordinarie di impianti e macchinari (+42,1 per cento) e alla voce riguardante "altri servizi" passata da euro 1.555.931 del 2022 ad euro 1.893.465 del 2023; i "costi del personale", registrano un aumento del 6,5 per cento passando da euro 16.571.555 del 2022 ad euro 17.648.815 del 2023 e rappresentano 41,3 per cento del totale dei costi operativi; la voce "altri accantonamenti" presenta una notevole flessione passando da euro 5.326.536 del 2022 ad euro 3.793.813 del 2023 (-28,8 per cento), flessione quasi interamente da imputare al minore accantonamento della voce "Accantonamento fondo EMP-nuove attività di ricerca e servizio" la cui dotazione al 1° gennaio 2023 era pari a euro 5.060.000, ovvero due annualità della quota FOE a valenza internazionale (euro 2.530.000 del 2021 e euro 2.530.000 del 2022); il Cda aveva ritenuto opportuno accantonare la quota di ciascun anno a questo specifico fondo, in attesa si chiarisse

il quadro complessivo sul PNNR; inoltre, fino al 31 dicembre 2022 il fondo era classificato tra le "altre riserve "del patrimonio netto.

Una valutazione più approfondita circa la sua natura e i suoi scopi ha fatto si che il fondo venisse "spostato dal patrimonio netto alle passività.

Il saldo finale del fondo EMP al 31 dicembre 2023 è pari a euro 1.904.000, in quanto rispetto al saldo iniziale al 1°gennaio 2023 di euro 5.060.000, ci sono stati movimenti in dare (cioè utilizzi del fondo secondo le indicazioni del Cda) per euro 3.856.000, e movimenti in avere (ossia l'accantonamento 2023 secondo quanto previsto dal Cda nella deliberazione n.6/2023/2 del 15 febbraio 2023) per euro 700.000.

La voce riguardante "oneri diversi di gestione" passa da euro 1.056.582 del 2022 ad euro 5.807.489 del 2023, aumento dovuto, in particolare, ai trasferimenti correnti a enti e istituzioni centrali di ricerca e istituti e stazioni sperimentali per la ricerca pari ad euro 2.037.971 (euro 13.318 nel 2022) e trasferimenti correnti a imprese per euro 2.037.971 (zero nel 2022). In entrambi i casi si tratta di somme introitate da I.N.RI.M in qualità di coordinatore del progetto *Quantify* per conto di altre istituzioni partecipanti e che, al momento dell'incasso, sono state contabilizzate come ricavi.

Si riporta, di seguito, la tabella di dettaglio dei contributi in conto esercizio ricevuti dall'Istituto.

Tabella 11 - Contributi in conto esercizio

Descrizione	2022	2023	Var.%
Trasferimenti correnti da MUR (FOE)	24.382.633	24.456.210	0,3
Trasferimenti correnti da altri ministeri	167.708	61.031	-63,6
Trasferimenti correnti da enti e istituzioni centrali di ricerca e di stazioni sperimentali per la ricerca	292.526	431.740	47,6
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da enti e istituzioni centrali di ricerca	44.611	27.189	-39,1
Trasferimenti correnti da MUR (valenza internazionale)	5.030.000	3.300.040	-34,4
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da MUR	569.858	648.523	13,8
Trasferimenti correnti da MUR (progettualità di carattere continuativo)	0	222.556	
Trasferimenti correnti da altre Amministrazioni centrali n.a.c.	0	7.366	
Trasferimenti correnti da Università	211.528	198.890	-6,0
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da regioni e province autonome	218.438	221.567	1,4
Altri trasferimenti correnti 4885337+54942 da altre imprese	5.510	140.815	2455,6
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Istituzioni Sociali Private	7.184	65.680	814,3
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da EURAMET	2.558.832	2.467.413	-3,6
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Istituzioni UE	822.812	4.885.337	493,7
Altri trasferimenti correnti dall' Unione europea	81.295	54.942	-32,4
Trasferimenti correnti dal Resto del Mondo	77.994	114.332	46,6
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi dal Resto del Mondo	98.993	27.572	-72,1
Contributi agli investimenti da Ministeri	90.263	168.485	86,7
Contributi agli investimenti da Istituzioni Sociali Private	96.828	86.720	-10,4
Totale	**34.757.013**	**37.586.408**	**8,1**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

Si rileva che i contributi in conto esercizio risultano essere in aumento dell'8,1 per cento passando da euro 34.757.013 a euro 37.586.408 del 2023. In particolare, quello assegnato dal Mur, pari a circa il 65 per cento dei ricavi contributivi dell'Ente, risulta sostanzialmente stabile (+0,3 per cento), passando ad euro 24.456.210 (euro 24.382.633 nel 2022) e comprende l'incremento di euro 1.685.833 quale contributo ordinario relativo al decreto di riparto del Fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca n. 789 del 21 giugno 2023.

Oltre alla quota di FOE, il contributo ordinario dello Stato per l'esercizio 2022 comprende anche le quote aggiuntive di FOE di cui al d.m. n. 250 del 25 febbraio 2022, di ripartizione delle relative risorse previste dalla legge di bilancio 2022. In particolare, si tratta di 30 mln per ciascuno degli anni 2022, 2023 e 2024; di questi, 2,5 mln sono vincolati alla copertura dei costi per stabilizzare il personale degli EPR vigilati dal Mur in possesso requisiti previsti dall'art. 20, commi 1 e 2 del decreto legislativo 25 maggio 2017, n. 75, per euro 263.158; i restanti 27,5 mln sono, invece, assegnati in proporzione alla quota ordinaria attribuita nella ripartizione del FOE per euro 965.509.

Le risorse per la valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo, pari ad euro 839.337 sono state assegnate esclusivamente per l'annualità 2023, di cui alla legge n. 234 del 2021 art. 1 comma 310, come modificato dall' art. 1 comma 573 della legge 29 dicembre 2022, n. 197; le risorse per la valorizzazione del personale tecnico-amministrativo, pari ad euro 457.166, sono state assegnate con decreto ministeriale n. 1091 del 19 settembre 2022 confluite nel 2023 nell'assegnazione ordinaria del FOE.

Nell'ambito dei finanziamenti competitivi, la quota di ricavi preponderante per l'Istituto è costituita dalle quote dei progetti in ambito metrologico ricevuti nel corso dell'esercizio da parte di EURAMET, complessivamente pari ad euro 2.467.413 (2.558.832 nel 2022).

Risultano inoltre in notevole aumento i proventi e trasferimenti dall'Unione europea e dalle istituzioni comunitarie per complessivi euro 4.940.279 (euro 904.107 nel 2022), ricevuti per vari progetti di cui ai programmi di finanziamento ERC, HE, H2020 e MSCA; anche i trasferimenti correnti e proventi da enti e istituzioni centrali di ricerca presentano un aumento del 36,1 per cento passando da euro 337.137 del 2022 a euro 458.929 dell'esercizio in corso.

6.3 Il rendiconto finanziario

Il flusso di cassa operativo espresso nel rendiconto finanziario dell'I.N.RI.M. è in diminuzione rispetto all'esercizio precedente, passando da euro 20.102.231 del 2022 a euro 17.956.792 del 2023 con un calo del 10,7 per cento. Ciò è dovuto, in particolare, ad una sensibile diminuzione dei crediti, passati da euro 3.294.948 del 2022 a euro 897.663 nell'esercizio in corso (-72,8 per cento) e ad un notevole aumento dei debiti passati da euro -315.931 del 2022 a euro 2.313.587 del 2023; in considerevole aumento anche la voce riguardante le variazioni dei ratei e risconti passivi passati da euro 5.162.532 del 2022 a euro 11.697.189 del 2023.

Il risultato del flusso monetario di fine esercizio risulta pertanto essere in calo passando infatti da euro 15.070.472 del 2022 a euro 9.090.993 del 2023 (-39,7 per cento).

Di seguito, lo schema di rendiconto finanziario I.N.RI.M. per i due esercizi a confronto.

Tabella 12 - Rendiconto finanziario

RENDICONTO FINANZIARIO	2022	2023	Var. %
FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) ASSORBITO/GENERATO DALLA GESTIONE CORRENTE			
RISULTATO NETTO	3.787.448	612.240	-83,8
Accantonamenti a riserva fondo EMP	2.530.000		-100,0
Riclassifica del fondo EMP nel passivo	0	-5.060.000	-100
Rettifica voci che non hanno avuto effetto sulla liquidità:			
AMMORTAMENTI E SVALUTAZIONI	4.448.063	5.159.025	16,0
VARIAZIONE NETTA DEI FONDI RISCHI ED ONERI	830.772	1.868.960	125,0
VARIAZIONE NETTA DEL TFR	1.016.117	504.885	-50,3
FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) ASSORBITO/GENERATO DALLE VARIAZIONI DEL CAPITALE CIRCOLANTE			
(AUMENTO)/DIMINUZIONE DEI CREDITI	3.294.948	897.663	-72,8
(AUMENTO)/DIMINUZIONE DELLE RIMANENZE			
(AUMENTO)/DIMINUZIONE DEI DEBITI	-315.931	2.313.587	+832,3
VARIAZIONE DI RATEI E RISCONTI ATTIVI	-651.718	-36.756	94,4
VARIAZIONE DI RATEI E RISCONTI PASSIVI	5.162.532	11.697.189	126,6
A) FLUSSO DI CASSA (CASH FLOW) OPERATIVO	**20.102.231**	**17.956.792**	**-10,7**
INVESTIMENTI IN IMMOBILIZZAZIONI:			
MATERIALI	-5.100.667	-8.877.599	-74,0
IMMATERIALI	0	0	
FINANZIARIE	0	-30.000	-100
DISINVESTIMENTI DI IMMOBILIZZAZIONI			
MATERIALI	11.800	98.907	738,2
IMMATERIALI	0	0	
FINANZIARIE	0	0	
B) FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DA ATTIVITA' DI INVESTIMENTO/DISINVESTIMENTO	**-5.031.759**	**-8.865.799**	**-76,2**
ATTIVITA' DI FINANZIAMENTO			
AUMENTO DI CAPITALE	0	0	
VARIAZIONE NETTA DEI FINANZIAMENTI A MEDIO- LUNGO TERMINE	0	0	
C) FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DA ATTIVITA' DI FINANZIAMENTO	**0**	**0**	
D) FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DELL'ESERCIZIO (A+B+C)	**15.070.472**	**9.090.993**	**-39,7**
DISPONIBILITA' MONETARIA NETTA INIZIALE	34.205.914	49.276.386	44,1
DISPONIBILITA' MONETARIA NETTA FINALE	49.276.386	58.367.379	18,4
FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DELL' ESERCIZIO	**15.070.472**	**9.090.993**	**-39,7**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

Pur non facendo parte degli schemi del bilancio di esercizio, l'Istituto ha estrapolato dai prospetti SIOPE del conto consuntivo in termini di cassa, i prospetti, riclassificati secondo la codifica finanziaria, delle riscossioni e dei pagamenti per i due esercizi di riferimento, che si rappresentano nelle tabelle seguenti.

Tabella 13 - Riscossioni

ENTRATE	2022	2023	Var. %
TRASFERIMENTI CORRENTI			
Trasferimenti correnti da amministrazioni pubbliche	35.923.555	33.771.052	-6,0
Trasferimenti correnti da imprese	3.050	1.253.358	
Trasferimenti correnti da istituzioni sociali private	53.045	100.000	88,5
Trasferimenti correnti dall' unione europea e dal resto del mondo	5.096.528	6.693.725	31,3
Totale trasferimenti correnti	**41.076.178**	**41.818.135**	**1,8**
ENTRATE EXTRATRIBUTARIE			
Vendita di beni e servizi e proventi derivanti dalla gestione dei beni	4.959.993	4.525.191	-8,8
Interessi attivi	1,2	0,87	-27,5
Rimborsi e altre entrate correnti	602.734	785.722	30,4
Totale entrate extratributarie	**5.562.728**	**5.310.914**	**-4,5**
ENTRATE IN CONTO CAPITALE			
Contributi agli investimenti	2.736.829	5.903.107	115,7
Totale entrate in conto capitale	**2.736.829**	**5.943.107**	**117,2**
ENTRATE PER CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO (CONTI TRANSITORI)			
Ritenute su redditi da lavoro dipendente	8.340.085	9.433.861	13,1
Ritenute su redditi da lavoro autonomo	62.029	29.150	-53,0
Altre entrate per partite di giro	2.171.388	2.561.023	17,9
Entrate per conto terzi	152.479	520.235	241,2
Totale entrate per conto terzi e partite di giro	**10.725.981**	**12.544.269**	**17,0**
Totale entrate	**60.101.716**	**65.616.425**	**9,2**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

Tabella 14 - Pagamenti

USCITE	2022	2023	Var. %
SPESE CORRENTI			
Redditi da lavoro dipendente	17.201.026	19.060.142	10,8
Imposte e tasse a carico dell'ente	1.433.283	1.577.910	10,1
Acquisto di beni e servizi	7.947.584	10.372.647	30,5
Trasferimenti correnti	3.307.775	3.916.966	18,4
Interessi passivi	703	0,11	-100,0
Rimborsi e poste correttive delle entrate	6.710	493	-92,7
Altre spese correnti	809.907	1.005.911	24,2
Totale spese correnti	**30.706.988**	**35.934.069**	**17,0**
SPESE IN CONTO CAPITALE			
Investimenti fissi lordi e acquisto di terreni	4.525.150	8.298.604	83,4
Totale spese in conto capitale	**4.525.150**	**8.298.604**	**83,4**
USCITE PER CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO (CONTI TRANSITORI)			
Versamenti di ritenute su redditi da lavoro dipendente	7.733.653	9.555.486	23,6
Versamenti di ritenute su redditi da lavoro autonomo	60.935	39.324	-35,5
Versamenti di altre ritenute	107.325	196.783	83,4
Altre uscite per partite di giro	1.897.193	2.428.873	28,0
Uscite per conto terzi	0	72.292	
Totale uscite per conto terzi e partite di giro	**9.799.106**	**12.292.758**	**25,4**
Totale uscite	**45.031.244**	**56.525.431**	**25,5**

Fonte: bilanci 2023 I.N.RI.M.

Il saldo tra riscossioni e pagamenti nell'esercizio 2023 presenta un avanzo di euro 9.090.993, coincidente con il flusso monetario rilevato dal rendiconto finanziario. In particolare, le

riscossioni registrano un aumento (+9,2 per cento), passando da euro 60.101.716 del 2022 a euro 65.616.425 del 2023, aumento dovuto, in particolare, alle entrate in conto capitale (contributi agli investimenti) passate da euro 2.736.829 del 2022 a euro 5.963.107 del 2023 e alle entrate per conto terzi e partite giro passate da euro 10.725.981 del 2022 a euro 12.544.269 del 2023, con particolare riferimento alla voce "ritenute su redditi da lavoro dipendente" che registrano un aumento del 13,1 per cento passando da euro 8.340.085 del 2022 a euro 9.433.861 del 2023; pressoché invariate, invece, sia le entrate correnti (euro 41.076.178 nel 2022 e euro 41.818.135 nel 2023) che quelle extratributarie (euro 5.562.728 nel 2022 e euro 5.310.914 nel 2023).

I pagamenti presentano un incremento complessivo del 25,5 per cento, passando da euro 45.031.244 del 2022 a euro 56.525.431 del 2023; tale incremento riguarda tutte le tipologie di spese; quelle correnti passano da euro 30.706.988 del 2022 a euro 35.934.069 (+17 per cento), con particolare riferimento alla voce "redditi da lavoro dipendente" passata da euro 17.201.026 nel 2022 a euro 19.060.142 nel 2023 (+10,8 per cento) e alla voce "acquisto di beni e servizi" passata da euro 7.947.584 nel 2022 a euro 10.372.647 nel 2023 (+30,5 per cento).

Le spese in conto capitale, che si riferiscono ad investimenti fissi lordi e all'acquisto di terreni, passano da 4.525.150 del 2022 a euro 8.298.604 del 2023 (+83,4 per cento), aumento dovuto in particolare all' acquisto di attrezzature scientifiche per euro 5.795.508; anche le partite di giro passive presentano un aumento passando da euro 9.799.106 del 2022 a euro 12.292.758 del 2023 (+25,4 per cento), aumento legato in particolare alla voce "versamenti di ritenute su redditi da lavoro dipendente", voce passata da euro 7.733.653 del 2022 a euro 9.555.486 del 2023 (+23,6 per cento).

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'Istituto nazionale di ricerca metrologica (I.N.RI.M.), istituito con il d.lgs. 21 gennaio 2004, n. 38 e divenuto operativo il 1° gennaio 2006, svolge le funzioni d'istituto metrologico primario ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273, istitutiva del Sistema nazionale di taratura (Snt).

Costituisce tuttora il presidio di gran parte della metrologia scientifica in Italia. Effettua e promuove attività di ricerca scientifica nei campi della metrologia, disciplina concernente la misurazione delle grandezze fisiche, l'analisi e il calcolo dimensionale, la scelta dei sistemi di unità di misura.

L'attività e la produzione scientifica risulta molto dinamica e vitale in campo sia nazionale che internazionale, con una buona capacità di autofinanziamento e di attrazione di fondi per lo sviluppo di progetti di ricerca. Nel 2023 sono risultati attivi 170 progetti, di cui 61 progetti avviati nell'anno; sono risultate 59 collaborazioni con università, enti ed industrie nazionali ed internazionali e sono stati prodotti 1910 certificati di taratura.

L'Ente partecipa ad interventi previsti dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) in qualità di "soggetto attuatore" e con la presenza di numerosi soggetti collaboratori; essendo l'Ente soggetto a una contabilità di tipo economico-patrimoniale, ciascun progetto rappresenta un autonomo e separato centro di costo, con conseguente gestione separata e tracciamento di entrate e spese e distinzione di attività di parte corrente e attività in conto capitale.

I progetti approvati, di importo totale complessivo pari ad euro 108.057.847, sono in totale ventotto, di cui ventisei avviati ed in esecuzione.

Il progetto più rilevante è rappresentato *dall'Infrastructure for ENergy TRAnsition and Circular Economy@EuroNanoLab* (ENTRANCE@ENL) per un importo complessivo di euro 75.165.078 che costituisce il 69,6 per cento dell'importo totale.

L'Ente ha dichiarato che il Cda ha stanziato un *budget* aggiuntivo per eventuali incrementi dei prezzi per tutte le proposte PNRR approvate.

In merito alla richiesta della Corte dei conti relativa al sesto monitoraggio del PNRR, l'Ente ha trasmesso la relativa documentazione in data 15 gennaio 2025.

Al 31 dicembre 2024 lo stato di avanzamento dei progetti a valere su risorse Pnrr, all'esito del sesto monitoraggio effettuato dalla Sezione, è esposto nella precedente tabella 4. Già alla data del 31 dicembre 2023 l'Ente aveva dichiarato che il 95 per cento delle procedure di gare per

l'acquisto di attrezzature sono state avviate mentre il 100 per cento delle procedure di gara per l'acquisto della strumentazione sono state completate e liquidate.

Nel 2023 l'approvazione del bilancio di esercizio è avvenuta nei tempi ordinari, nella seduta del Cda del 29 aprile 2024, con deliberazione n. 14/2024/4.

L'esercizio 2023 si chiude con un avanzo di euro 612.240 inferiore dell'83,7 per cento rispetto all'esercizio precedente (euro 3.787.448).

Il valore della produzione risulta in aumento rispetto all'esercizio precedente (+9,3 per cento), passando da euro 40.857.055 del 2022 a euro 44.670.142 del 2023.

I contributi in conto esercizio sono aumentati dell'8,1 per cento, passando da euro 34.757.013 nel 2022 a euro 37.586.408 nel 2023. In particolare, quello assegnato dal Mur (decreto di riparto del FOE del 21 giugno 2023 n. 789), risulta sostanzialmente stabile, passando da euro 24.382.633 (nel 2022) ad euro 24.456.210 (nel 2023).

Si segnalano inoltre le risorse per la valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo, pari ad euro 839.337, assegnate esclusivamente per l'annualità 2023, di cui alla l n. 234 del 2021 art. 1 comma 310, come modificato dall' art. 1 comma 573 della l. n. 197 del 2022.

Nell'ambito dei finanziamenti competitivi, la quota di ricavi preponderante per l'Istituto è costituita dalle quote dei progetti in ambito metrologico ricevuti nel corso dell'esercizio da parte di EURAMET, complessivamente pari ad euro 2.467.413 (2.558.832 nel 2022).

Risultano inoltre in notevole aumento i proventi e trasferimenti dall'Unione europea e dalle istituzioni comunitarie per euro 4.940.279 (euro 904.107 nel 2022), ricevuti per vari progetti; anche i trasferimenti correnti e proventi da enti e istituzioni centrali di ricerca presentano un aumento del 36,1 per cento passando da euro 337.137 del 2022 a euro 458.929 dell'esercizio 2023.

I costi della produzione sono in aumento rispetto all'esercizio precedente (+19,1 per cento), passando da euro 36.038.855 del 2022 a euro 42.913.318 del 2023. In particolare, la voce che registra un notevole aumento è quella relativa ai costi per servizi, passata da euro 6.981.685 del 2022 ad euro 8.598.222 del 2023 (+ 23,2 per cento). Anche i costi del personale registrano un aumento del 6,5 per cento passando da euro 16.571.555 del 2022 a euro 17.648.815 del 2023 e rappresentano il 41,3 per cento del totale dei costi operativi.

Il flusso di cassa operativo espresso nel rendiconto finanziario dell'I.N.RI.M. è in diminuzione rispetto all'esercizio precedente, passando da euro 20.102.231 del 2022 a euro 17.956.792 del

2023 con un calo percentuale del 10,7. Ciò è dovuto, in particolare, ad una sensibile diminuzione dei crediti, passati da euro 3.294.948 del 2022 a euro 897.663 nell'esercizio in corso (-72,8 per cento) e ad un notevole aumento dei debiti passati da euro -315.931 del 2022 a euro 2.313. del 2023.

Il risultato del flusso monetario di fine esercizio risulta pertanto essere in calo, passando infatti da euro 15.070.472 del 2022 a euro 9.090.993 del 2023 (-39,7 per cento).

Il saldo tra riscossioni e pagamenti nell'esercizio 2023 presenta un avanzo di euro 9.090.993, coincidente con il flusso monetario rilevato dal rendiconto finanziario. In particolare, le riscossioni registrano un aumento (+9,2 per cento), passando da euro 60.101.716 del 2022 a euro 65.616.425 del 2023, aumento dovuto, in particolare, alle entrate in conto capitale (contributi agli investimenti) passate da euro 2.736.829 del 2022 a euro 5.963.107 del 2023.

I pagamenti presentano un incremento complessivo del 25,5 per cento, passando da euro 45.031.244 del 2022 a euro 56.525.431 del 2023; tale incremento riguarda tutte le tipologie di spese; quelle correnti passano da euro 30.706.988 del 2022 a euro 35.934.069 (+17 per cento), con particolare riferimento alla voce "redditi da lavoro dipendente" passata da euro 17.201.026 nel 2022 a euro 19.060.142 nel 2023 (+10,8 per cento) e alla voce "acquisto di beni e servizi" passata da euro 7.947.584 nel 2022 a euro 10.372.647 nel 2023 (+30,5 per cento).

Le spese in conto capitale, che si riferiscono ad investimenti fissi lordi e all'acquisto di terreni, passano da 4.525.150 del 2022 a euro 8.298.604 del 2023 (+83,4 per cento), aumento dovuto in particolare all'acquisto di attrezzature scientifiche per euro 5.795.508; anche le partite di giro passive presentano un aumento passando da euro 9.799.106 del 2022 a euro 12.292.758 del 2023 (+25,4 per cento), aumento legato in particolare alla voce "versamenti di ritenute su redditi da lavoro dipendente", voce passata da euro 7.733.653 del 2022 ad euro 9.555.486 del 2023 (+23,6 per cento).

Per quanto riguarda gli oneri sostenuti dall'Istituto per il funzionamento dei propri organi, si rileva, dai documenti di bilancio, che essi risultano in aumento, passando da euro 73.333 del 2022 ad euro 87.774 del 2023 (+19,7 per cento): in particolare, da una comparazione con l'esercizio precedente si nota come siano aumentati, i costi per rimborsi spese, dovuti, in particolare, ad alcune visite istituzionali del Presidente. L'Ente ha precisato in sede istruttoria che nella tabella "costi degli organi" sono considerati i costi per il Presidente, per il Consiglio scientifico e per il Collegio dei revisori, confluiti in bilancio tra gli oneri del conto economico

nella voce B.7 "acquisti per servizi"; invece non vi rientrano quelli del Direttore generale, del Direttore scientifico e dei membri della Direzione scientifica poiché trattasi di dipendenti dell'Istituto, alcuni a tempo determinato, altri a tempo indeterminato, i cui costi sono confluiti nel conto economico nella voce B.9 "costi per il personale".

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

ATTI DEL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE - ANNO 2024

Deliberazione n. 14/2024/4 del 29 aprile 2024 **Pag. 1 di 2**

Oggetto: Bilancio di esercizio per l'anno 2023.

IL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

- Visto il D.Lgs. 21 gennaio 2004, n. 38, recante "Istituzione dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica (INRiM)", pubblicato sulla G. U. n. 38, del 16 febbraio 2004;
- Visto lo Statuto dell'INRiM, emanato ai sensi del D.Lgs. n. 218 del 25/11/2016, in vigore dal 1° marzo 2018 e di esso in particolare l'art. 7, comma 4, lettera e.;
- Visto il Regolamento di amministrazione, finanza e contabilità dell'INRiM, approvato con deliberazione n. **44**/2017/8 del 10 ottobre 2017 del Consiglio di Amministrazione dell'Istituto, approvato dal MIUR con protocollo 1478 del 30/01/2018 ai sensi dell'art. 4 comma del D.L.gs. 218/2016, e pubblicato nell'albo online dell'Istituto;
- Richiamate le proprie deliberazioni:
  - n. **52**/2022/9 del 22 dicembre 2022 che approva il Bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2023;
  - n. **21**/2023/5 del 16 giugno 2023 che approva il primo provvedimento di variazione al Bilancio di previsione 2023. Variazione al budget economico e al budget degli investimenti per l'esercizio 2023;
- Viste le risultanze delle scritture contabili alla chiusura dell'esercizio finanziario 2023 e il compendio di esse, esposto negli schemi di Bilancio, composto da Stato Patrimoniale, Conto Economico, Rendiconto finanziario, Nota Integrativa, cui sono allegati il conto consuntivo in termini di cassa, il prospetto SIOPE, il piano degli indicatori e dei risultati attesi e il conto economico riclassificato secondo lo schema di cui all'allegato 1 del DM 27.3.2013, accompagnato dalla Relazione sulla Gestione, allegati alla presente deliberazione a farne parte integrante e sostanziale;
- Preso atto della relazione redatta dal Collegio dei Revisori dei Conti che esprime *il parere favorevole* all'approvazione del Bilancio di esercizio 2023 da parte del Consiglio di Amministrazione;
- Su proposta del Direttore generale;
- Con voti unanimi favorevoli, espressi nei modi di legge,

d e l i b e r a:

Redatto	visto di regolarità contabile	visto di regolarità tecnica
LV/IB		

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

ATTI DEL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE - ANNO 2024

1) di approvare il Bilancio di esercizio per l'anno 2023, nei documenti esposti nel fascicolo allegato alla presente deliberazione, di cui fa parte integrante e sostanziale.

IL PRESIDENTE
(prof. Diederik Sybolt Wiersma)

Firmato digitalmente da:
WIERSMA DIEDERIK SYBOLT
Firmato il 10/05/2024 18:32
Seriale Certificato: 1370192
Valido dal 21/04/2022 al 21/04/2025
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

IL DIRETTORE GENERALE
(dott. Moreno Tivan)

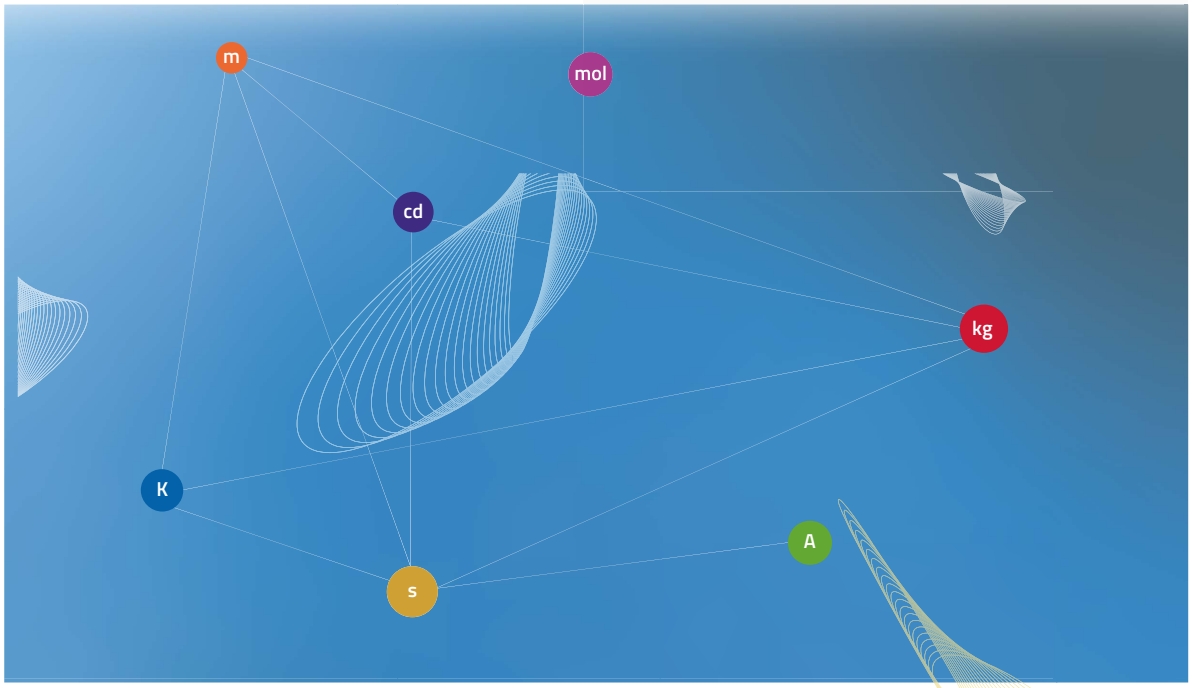
Firmato digitalmente da:
TIVAN MORENO
Firmato il 10/05/2024 18:12
Seriale Certificato: 3340777
Valido dal 27/02/2024 al 27/02/2027
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. n. 82/2005

Redatto	visto di regolarità contabile	visto di regolarità tecnica
LV/IB		

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

BILANCIO
DI ESERCIZIO 2023



PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Bilancio di esercizio 2023

Approvato dal Consiglio di Amministrazione INRiM in data 29 aprile 2024 con delibera 14/2024/4

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

INDICE

- Stato patrimoniale – attività.....5
- Stato patrimoniale – passività.....7
- Conto economico.....9
- Rendiconto finanziario.....11
- Nota integrativa.....13
- Allegati alla Nota integrativa.....117

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

STATO PATRIMONIALE – ATTIVITA'

ATTIVO	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
A CREDITI VERSO SOCI	**-**	**-**	**-**
B IMMOBILIZZAZIONI			
B.I Immobilizzazioni immateriali			
B.I. 1 Costi di impianto e di ampliamento	-	-	-
B.I. 2 Costi di sviluppo	-	-	-
B.I. 3 Diritti di brevetto industriale	-	-	-
B.I. 4 Concessioni, licenze, marchi e diritti simili	195	262	- 67
B.I. 5 Avviamento	-	-	-
B.I. 6 Immobilizzazioni in corso e acconti	-	-	-
B.I. 7 Altre	-	-	-
TOTALE B.I Immobilizzazioni immateriali	195	262	- 67
B.II Immobilizzazioni materiali			
B.II.1 Terreni e fabbricati	23.988.862	24.964.276	- 975.413
B.II.2 Impianti e macchinari	1.566.349	1.696.723	- 130.374
B.II.3 Attrezzature industriali e commerciali	15.456.115	11.651.813	3.804.302
B.II.4 Altri beni	638.185	383.422	254.763
B.II.5 Immobilizzazioni in corso e acconti	2.201.179	1.447.615	753.564
TOTALE B.II Immobilizzazioni materiali	43.850.691	40.143.849	3.706.842
B.III Immobilizzazioni finanziarie			
B.III.1 Partecipazioni in	-	-	-
B.III.1.a Imprese controllate	-	-	-
B.III.1.b Imprese collegate	-	-	-
B.III.1.c Imprese controllanti	-	-	-
B.III.1.d Imprese sottoposte al controllo delle controllanti	-	-	-
B.III.1.d-bis Altre imprese	30.000	30.000	-
TOTALE B.III.1 Partecipazioni in	30.000	30.000	-
B.III.2 Crediti verso	-	-	
B.III.2.a Imprese controllate	-	-	-
B.III.2.b Imprese collegate	-	-	-
B.III.2.c Imprese controllanti	-	-	-
B.III.2.d Imprese sottoposte al controllo delle controllanti	-	-	-
B.III.2.d-bis Altri	-	-	-
TOTALE B.III.2 Crediti verso	-	-	-
B.III.3 Altri titoli	-	-	-
B.III.4 Strumenti finanziari derivati attivi	-	-	-
TOTALE B.III Immobilizzazioni finanziarie	30.000	30.000	-
TOTALE B IMMOBILIZZAZIONI	**43.880.886**	**40.174.111**	**3.706.774**
C ATTIVO CIRCOLANTE			
C.I Rimanenze			
C.I.1 Materie prime, sussidiarie e di consumo	-	-	-
C.I.2 Prodotti in corso di lavorazione e semilavorati	-	-	-
C.I.3 Lavori in corso su ordinazione	-	-	-
C.I.4 Prodotti finiti e merci	-	-	-
C.I.5 Acconti	-	-	-
TOTALE C.I Rimanenze	-	-	-
C.II Crediti verso			
C.II.1 Clienti	701.345	681.705	19.640
C.II.2 Imprese controllate			-
C.II.3 Imprese collegate			-
C.II.4 Imprese ontrollanti			-
C.II.5 Imprese sottoposte al controllo delle controllanti			-
C.II.5-bis Crediti tributari	216.739	109.286	107.453
C.II.5-ter Imposte anticipate			-
C.II.5-quater Altri	1.227.729	2.252.486	- 1.024.757
TOTALE C.II Crediti	2.145.813	3.043.476	- 897.663
C.III Attività finanziarie			
C.III.1 Partecipazioni in imprese controllate	-	-	-
C.III.2 Partecipazioni in imprese collegate	-	-	-
C.III.3 Partecipazioni in imprese controllanti	-	-	-
C.III.3-bis Partecipazioni in imprese sottoposte al controllo delle controllanti	-	-	-
C.III.4 Altre partecipazioni	-	-	-
C.III.5 Strumenti finanziari derivati attivi	-	-	-
C.III.6 Altri titoli	-	-	-
TOTALE C.III Attività finanziarie	-	-	-
C.IV Disponibilità liquide			
C.IV.1 Depositi bancari e postali	58.367.379	49.276.386	9.090.993
C.IV.2 Assegni	-	-	-
C.IV.3 Danaro e valori in cassa	-	-	-
TOTALE C.IV Disponibilità liquide	58.367.379	49.276.386	9.090.993
TOTALE C ATTIVO CIRCOLANTE	60.513.192	52.319.862	8.193.330
D RATEI E RISCONTI ATTIVI	1.164.718	1.127.962	36.756
TOTALE ATTIVITA'	**105.558.796**	**93.621.935**	**11.936.860**

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

STATO PATRIMONIALE – PASSIVITA'

PASSIVO	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
A PATRIMONIO NETTO			
A.I Fondo di dotazione	3.252.838	3.252.838	-
A.II Riserva da sovrapprezzo delle azioni	-	-	-
A.III Riserve di rivalutazione	-	-	-
A.IV Riserva legale	-	-	-
A.V Riserve statutarie	-	-	-
A.VI Altre riserve	2.881.194	7.941.194	- 5.060.000
A.VII Riserva per operazioni di copertura dei flussi finanziari attesi	-	-	-
A.VIII Utili (perdite) portati a nuovo	11.312.659	7.525.212	3.787.448
A.IX Utile (perdita) dell'esercizio	612.240	3.787.448	- 3.175.208
A.X Riserva negativa per azioni proprie in portafoglio	-	-	-
			-
TOTALE A PATRIMONIO NETTO	**18.058.932**	**22.506.692**	**- 4.447.760**
B FONDI PER RISCHI E ONERI	-	-	1.868.960
B.1 Fondi per trattamento di quiescenza e obblighi simili	-	-	-
B.2 Fondi per imposte, anche differite	-	-	-
B.3 Strumenti finanziari derivati passivi	-	-	-
B.4 Altri fondi per rischi e oneri	9.032.182	7.163.223	1.868.960
TOTALE B FONDI PER RISCHI E ONERI	9.032.182	7.163.223	1.868.960
C TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO DI LAV. SUBORDINATO	15.386.244	14.881.359	504.885
D DEBITI			
D.1 Obbligazioni			-
D.2 Obbligazioni convertibili			-
D.3 Debiti verso soci per finanziamenti			-
D.4 Debiti verso banche			-
D.5 Debiti verso altri finanziatori			-
D.6 Acconti			-
D.7 Debiti verso fornitori	3.294.046	1.583.926	1.710.120
D.8 Debiti rappresentati da titoli di credito			-
D.9 Debiti verso imprese controllate			-
D.10 Debiti verso imprese collegate			-
D.11 Debiti verso imprese controllanti			-
D.11-bis Debiti verso imprese sottoposte al controllo delle controllanti			-
D.12 Debiti tributari	1.346.397	1.200.480	145.917
D.13 Debiti verso istituti di previdenza e di sicurezza sociale	737.795	833.294	- 95.499
D.14 Altri debiti	698.172	145.123	553.049
TOTALE D DEBITI	**6.076.410**	**3.762.823**	**2.313.587**
E RATEI E RISCONTI PASSIVI	57.005.027	45.307.839	11.697.189
TOTALE PASSIVITA'	**105.558.796**	**93.621.935**	**11.936.860**

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

CONTO ECONOMICO

	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
A VALORE DELLA PRODUZIONE			
A.1 ricavi delle vendite e delle prestazioni	3.744.558	3.739.108	5.451
A.2 variaz. riman. prodotti in lav., semil., finiti	-	-	-
A.3 variaz. lavori in corso su ordinazione	-	-	-
A.4 incrementi di immobilizzazioni per lavori interni	-	-	-
A.5 altri ricavi e proventi con separata indicazione contributi c/e	-	-	-
A.5.a altri ricavi e proventi	3.339.176	2.360.934	978.242
A.5.b contributi c/e	37.586.408	34.757.013	2.829.395
TOTALE A.5 altri ricavi e proventi con separata indicazione contributi c/e	40.925.584	37.117.947	3.807.637
TOTALE VALORE DELLA PRODUZIONE (A)	**44.670.143**	**40.857.055**	**3.813.088**
B COSTI DELLA PRODUZIONE			
B.6 per materie prime, sussidiarie, consumo e merci	1.002.979	1.008.749	- 5.770
B.7 per servizi	8.598.222	6.981.685	1.616.538
B.8 per godimento di beni di terzi	729.543	574.985	154.558
B.9 per il personale			
B.9.a salari e stipendi	12.859.932	11.360.651	1.499.280
B.9.b oneri sociali	3.161.683	2.758.398	403.285
B.9.c trattamento di fine rapporto	1.164.926	1.533.774	- 368.848
B.9.d trattamento di quiescenza e simili	-	-	-
B.9.e altri costi	462.274	918.732	- 456.458
TOTALE B.9 per il personale	**17.648.815**	**16.571.556**	**1.077.259**
B.10 Ammortamenti e svalutazioni			
B.10.a amm.to immobilizzazioni. immateriali	67	67	-
B.10.b amm.to immobilizzazioni materiali	5.158.958	4.447.995	710.962
B.10.c altre svalutazioni delle immobilizzazioni			-
B.10.d svalut. crediti dell'attivo circolante e disp. liquide			-
TOTALE B.10 Ammortamenti e svalutazioni	**5.159.025**	**4.448.063**	**710.962**
B.11 variaz. riman. mat. prime, sussidiarie, consumo e merci			-
B.12 accantonamenti per rischi	173.432	70.700	102.732
B.13 altri accantonamenti	3.793.813	5.326.536	- 1.532.723
B.14 oneri diversi di gestione	5.807.489	1.056.582	4.750.907
TOTALE COSTI DELLA PRODUZIONE (B)	**42.913.318**	**36.038.855**	**6.874.463**
Differenza tra valore e costi della produzione (A-B)	**1.756.825**	**4.818.199**	**- 3.061.375**
C PROVENTI E ONERI FINANZIARI			
C.15 proventi da partecipazioni	-	-	-
C.16 altri proventi finanziari			
C.16.a da crediti iscritti nelle immobilizzazioni	-	-	-
C.16.b da titoli iscritti nelle immobilizzazioni	-	-	-
C.16.c da titoli iscritti nell'attivo circolante	-	-	-
C.16.d proventi diversi dai precedenti	2	1	1
TOTALE C.16 altri proventi finanziari			
C.17 interessi e altri oneri finanziari	0	703	- 703
C.17-bis utili e perdite su cambi	3.655	- 3.684	7.339
TOTALE PROVENTI E ONERI FINANZIARI (C)	**3.657**	**- 4.386**	**8.043**
D RETTIFICHE DI VALORE DI ATTIVITÀ E PASSIVITÀ FINANZIARIE			
D.18 rivalutazioni			
D.18.a di partecipazioni	-	-	-
D.18.b di immobilizzazioni finanziarie	-	-	-
D.18.c di titoli iscritti nell'attivo circolante	-	-	-
D.18.d di strumenti finanziari derivati	-	-	-
TOTALE D.18 rivalutazioni	**-**	**-**	**-**
D.19 svalutazioni			
D.19.a di partecipazioni	-	-	-
D.19.b di immobilizzazioni finanziarie	-	-	-
D.19.c di titoli iscritti nell'attivo circolante	-	-	-
D.19.d di strumenti finanziari derivati	-	-	-
TOTALE D.19 svalutazioni	**-**	**-**	**-**
TOTALE RETTIFICHE DI VALORE DI ATTIVITÀ E PASSIVITÀ FINANZIARIE (D)	**-**	**-**	**-**
RISULTATO PRIMA DELLE IMPOSTE (A-B+/-C+/-D)	**1.760.482**	**4.813.814**	**- 3.053.332**
20 imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate	1.148.242	1.026.366	121.876
TOTALE IMPOSTE SUL REDDITO	**1.148.242**	**1.026.366**	**121.876**
21 UTILE (PERDITE) DELL'ESERCIZIO	**612.240**	**3.787.448**	**- 3.175.208**

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

RENDICONTO FINANZIARIO

FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) ASSORBITO/GENERATO DALLA GESTIONE CORRENTE	31/12/2023	31/12/2022
RISULTATO NETTO	612.240	3.787.448
Accantonamenti a riserva fondo EMP		2.530.000
Riclassifica del fondo EMP nel passivo	- 5.060.000	
Rettifica voci che non hanno avuto effetto sulla liquidità:		
AMMORTAMENTI E SVALUTAZIONI	5.159.025	4.448.063
VARIAZIONE NETTA DEI FONDI RISCHI ED ONERI	1.868.960	830.772
VARIAZIONE NETTA DEL TFR	504.885	1.016.117
FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) ASSORBITO/GENERATO DALLE VARIAZIONI DEL CAPITALE CIRCOLANTE		
(AUMENTO)/DIMINUZIONE DEI CREDITI	897.663	3.294.948
(AUMENTO)/DIMINUZIONE DELLE RIMANENZE	-	-
AUMENTO/(DIMINUZIONE) DEI DEBITI	2.313.587	- 315.931
VARIAZIONE DI RATEI E RISCONTI ATTIVI	- 36.756	- 651.718
VARIAZIONE DI RATEI E RISCONTI PASSIVI	11.697.189	5.162.532
A) FLUSSO DI CASSA (CASH FLOW) OPERATIVO	**17.956.792**	**20.102.231**
INVESTIMENTI IN IMMOBILIZZAZIONI:		
-MATERIALI	- 8.877.599	- 5.100.667
-IMMATERIALI		
-FINANZIARIE	-	- 30.000
DISINVESTIMENTI DI IMMOBILIZZAZIONI:		
-MATERIALI	11.800	98.907
-IMMATERIALI	-	-
-FINANZIARIE	-	-
B) FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DA ATTIVITA' DI INVESTIMENTO/DISINVESTIMENTO	**- 8.865.799**	**- 5.031.759**
ATTIVITA' DI FINANZIAMENTO:	-	-
AUMENTO DI CAPITALE	-	-
VARIAZIONE NETTA DEI FINANZIAMENTI A MEDIO-LUNGO TERMINE	-	-
C) FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DA ATTIVITA' DI FINANZIAMENTO	**-**	**-**
D) FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DELL'ESERCIZIO (A+B+C)	**9.090.993**	**15.070.472**
DISPONIBILITA' MONETARIA NETTA INIZIALE	49.276.386	34.205.914
DISPONIBILITA' MONETARIA NETTA FINALE	58.367.379	49.276.386
FLUSSO MONETARIO (CASH FLOW) DELL'ESERCIZIO	**9.090.993**	**15.070.472**

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Bilancio di esercizio 2023

Nota integrativa

Aprile 2024

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Sommario

Sommario

Criteri di redazione ... 16
Analisi delle voci di Stato patrimoniale ... 24
ATTIVO - B IMMOBILIZZAZIONI ... 24
B.I Immobilizzazioni immateriali ... 24
B.I. 4 Concessioni, licenze, marchi e diritti simili ... 25
B.II Immobilizzazioni materiali ... 26
B.II.1 Terreni e fabbricati ... 29
B.II.2 Impianti e macchinari ... 30
B.II.3 Attrezzature ... 30
B.II.4 Altri beni ... 31
B.II.5 Immobilizzazioni in corso e acconti ... 32
B.III Immobilizzazioni finanziarie ... 32
B.III.1.d-bis Partecipazioni in altre imprese ... 33
C.I Rimanenze ... 33
C.II Crediti ... 33
C.IV Disponibilità liquide ... 37
D Ratei e risconti ... 38
A Patrimonio netto ... 40
B.4 Altri fondi per rischi e oneri ... 41
C Trattamento di fine rapporto di lavoro subordinato ... 45
D Debiti ... 45
E Ratei e risconti passivi ... 49
... 50
Analisi delle voci di Conto economico ... 52
A.1 ricavi delle vendite e delle prestazioni ... 52
A.5 altri ricavi e proventi con separata indicazione contributi c/e ... 54
B.6 per materie prime, sussidiarie, consumo e merci ... 81
B.7 per servizi ... 81
B.8 per godimento di beni di terzi ... 88

B.9 per il personale 90
B.10.a ammortamento immobilizzazioni immateriali 94
B.10.b ammortamento immobilizzazioni materiali 94
B.12 accantonamenti per rischi 97
B.13 altri accantonamenti 98
B.14 oneri diversi di gestione 103
20 imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate 109
21 Utile (perdite) dell'esercizio 109
Eventi successivi 112
Rispetto delle disposizioni di contenimento della spesa pubblica di cui alla L. 29 dicembre 2019 n. 160 113

Criteri di redazione

Il presente bilancio è relativo al sesto esercizio in contabilità economico-patrimoniale dell'Istituto, contabilità adottata ai sensi del D.Lgs. 25 novembre 2016, n. 218 recante "Semplificazione delle attività degli enti pubblici di ricerca ai sensi dell'articolo 13 della legge 7 agosto 2015, n. 124".

L'Istituto è gestito in modo da assicurare il perseguimento dei propri fini istituzionali, garantendo l'equilibrio economico, finanziario e patrimoniale di breve e lungo periodo, nel rispetto dei principi contabili e dei postulati di bilancio sanciti dalla normativa vigente in materia. In base al regolamento di amministrazione, finanza e contabilità, in termini amministrativo-contabili, l'INRiM è strutturato in un unico centro autonomo di gestione, a sua volta articolato in più unità analitiche cui sono riferiti direttamente costi e proventi. A partire dal 1 aprile 2022 la Direzione Generale dell'Ente è stata oggetto di una riorganizzazione, che ha visto la creazione di nuove unità organizzative, dedicate al trasferimento tecnologico, al supporto alla ricerca e ai servizi metrologici. Alle tre nuove unità organizzative corrispondono altrettante unità analitiche che per il 2023, secondo anno di attività, hanno avuto un budget proprio.

Le procedure amministrativo-contabili dell'INRiM si informano ai principi di: utilità del bilancio unico d'Istituto di esercizio per destinatari e completezza dell'informazione, veridicità, correttezza, neutralità, attendibilità, significatività e rilevanza dei fatti economici ai fini della loro presentazione in bilancio, comprensibilità, pubblicità, coerenza, annualità del bilancio, continuità, prudenza, integrità, costanza e comparabilità, universalità, unità, flessibilità, competenza economica, prevalenza della sostanza sulla forma, costo come criterio base delle valutazioni di bilancio, equilibrio del bilancio.

La contabilità civilistica, gestita attraverso scritture di contabilità generale, è finalizzata alla redazione del bilancio di esercizio destinato agli stakeholders esterni. La contabilità generale è affiancata dalla contabilità analitica al fine di analizzare in maniera puntuale i fatti interni di gestione. Conseguentemente, al fine di favorire una rappresentazione veritiera e corretta del bilancio, l'INRiM si è dotato di un sistema contabile che rileva sia l'aspetto finanziario che l'aspetto economico della gestione, nonché il connesso profilo patrimoniale, a livello generale e nelle sue componenti analitiche.

Il bilancio ed è redatto sulla base:

- dei principi contabili previsti dall'articolo 2, comma 2, allegato 1, del D.Lgs. 31 maggio 2011, n. 91;

- delle disposizioni del decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 27 marzo 2013, emanato in attuazione del citato D.Lgs. 31 maggio 2011, n. 91;
- delle disposizioni del codice civile in materia di redazione del bilancio (art. 2423 e seguenti), così come modificate dal D.Lgs. 18 agosto 2015, n. 139, che ha completato l'iter di recepimento della Direttiva n. 34/2013 dell'Unione Europea;
- dei principi contabili nazionali formulati dall'Organismo Italiano di Contabilità (OIC), adattati e integrati, ove applicabili, con i principi contabili per il bilancio di previsione e il rendiconto generale degli Enti pubblici istituzionali.

Esso è costituito dallo Stato patrimoniale, dal Conto economico, dal Rendiconto finanziario e dalla Nota integrativa, ed è corredato dalla Relazione sulla gestione.

Il conto economico, per la prima volta nell'esercizio 2023, è stato riclassificato anche in ottica di genere, come già preannunciato nella relazione al bilancio di previsione di questo esercizio. A ciascun conto è stato associato un impatto di genere (neutrale, sensibile, pertinente), nella prospettiva futura di integrare il bilancio di genere dell'Istituto anche con informazioni contabili. La reportistica a consuntivo restituisce una situazione in cui nell'anno appena conclusosi, sono stati sostenuti costi sensibili al genere per quasi 18,6 milioni di euro, ovvero tutti i costi del personale diretti più formazione, missioni e buoni pasto. I restanti costi operativi e le imposte sono neutrali al genere.

Inoltre, costituisce allegato al presente bilancio il **Conto consuntivo in termini di cassa**, di cui all'articolo 5, comma 3, del decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 27 marzo 2013 e i prospetti SIOPE di cui all'art. 77 quater, comma 11, del decreto legge 112/2008, convertito dalla legge 133/2008. Il Conto consuntivo in termini di cassa recepisce le osservazioni contenute nelle note MEF-RGS Prot. 264782 del 24/12/2019, Prot. 60675 del 2/04/2021 e, da ultimo, Prot. 170177 del 16/06/2022. Nello specifico, è attivata la missione 99, destinata ad accogliere le partite di giro e i servizi c/terzi; è adeguata la denominazione della missione 32 e del programma 32.03 a quelle in uso nel bilancio dello Stato. Riguardo alla classificazione COFOG, a tutti i programmi sottostanti tutte le missioni di spesa è associata la codifica *4.8 – Ricerca e sviluppo per gli affari economici.* Tale classificazione, a seguito delle osservazioni pervenute, non è più indicata come colonna separata al fondo dello schema, ma è riportata su ogni missione.

La riclassificazione del conto consuntivo avviene in maniera extra-contabile. Si menziona in proposito la nota MEF-RGS Prot. 187305 del 28/06/2023, redatta dal Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero dell'Economia e delle Finanze a commento del bilancio di previsione 2023.

Nel paragrafo dedicato all'armonizzazione dei sistemi contabili delle Amministrazioni Pubbliche

il MEF, pur evidenziando il pieno recepimento da parte dell'Ente delle precedenti osservazioni formulate, segnalava *"tuttavia che la percentuale di incidenza (15,28%) del programma 003 "Servizi e affari generali per le amministrazioni di competenza" della missione 32 risulta troppo elevata rispetto al totale della spesa e si rappresenta la necessità di verificare le tipologie di spese classificate nella predetta missione, la quale deve essere utilizzata in maniera residuale".*

Come già evidenziato nelle note integrative dei bilanci degli ultimi esercizi redatti dall'Ente, per molte voci di costo del budget, in fase previsionale, e del Conto economico, a consuntivo, non è possibile assegnare un'imputazione univoca ad una missione del prospetto, poiché molte delle attività portate avanti dall'Istituto sono di interesse trasversale, tanto di parte scientifica quanto di parte amministrativa.

Conseguentemente, l'Ente aveva adottato un criterio convenzionale di classificazione che consisteva nell'attribuire a tutte le voci di costi "indivisibili" la stessa percentuale di incidenza che c'è tra il personale afferente alla Direzione scientifica e il totale dei costi per personale stesso (78,2% per l'esercizio 2023). Per tali costi, alla missione 32 veniva quindi attribuita un'incidenza sul totale del 21,8%.

L'osservazione del MEF ha stimolato una riflessione, al fine quantificare, in modo più accurato, alcuni costi generali di funzionamento del campus INRiM, in primis le utenze. Alcuni investimenti inclusi nel budget degli investimenti 2024, in particolari i sistemi di misura e monitoraggio dell'energia elettrica e dei fluidi vettori consentiranno, in prospettiva, di distinguere nettamente, dunque di quantificare, i consumi degli uffici da quelli dei laboratori.

Nell'attesa, la Direzione Tecnica dell'Ente ha elaborato un nuovo metodo di calcolo che consiste nel **quantificare a metro quadrato i costi generali** del campus, che contemplano voci quali utenze (energia elettrica, gas, acqua), manutenzioni delle aree verdi, servizi di vigilanza, portierato e pulizia, tassa rifiuti ecc. In base ai metri quadri effettivi occupati dagli uffici dell'Amministrazione, l'incidenza della missione 32 per questa categoria di costi è pari al 6,74% (quella di parte scientifica è del 93,26%). Questa nuova metodologia di calcolo è stata applicata per la prima volta in sede di bilancio di previsione 2024 e viene ora proposta anche per il bilancio di esercizio 2023.

Il prospetto così riclassificato restituisce valori che confermano la **riduzione della missione e del programma dedicato ai servizi generali dell'amministrazione**, che passa dal 13,92% del 2022 al **11,42%** del 2023.

Altro allegato è poi il **Piano degli indicatori e risultati attesi di bilancio**, di cui all'art. 19 del D.Lgs. 31 maggio 2011, n. 91. Si rammenta che risultano a oggi mancanti le istruzioni tecniche e i modelli da utilizzare per la sua predisposizione, previsti dall'art. 8 del DPCM 18 settembre 2012, da

fornirsi a cura del Dipartimento della Funzione Pubblica, d'intesa con il Ministero dell'Economia e delle Finanze. Il DPCM si limita infatti a fornire linee guida generali, a norma dell'art. 23 del D.Lgs. 31 maggio 2011, n. 91, in un contesto di necessario e non banale coordinamento con il sistema di obiettivi e indicatori adottati da ciascuna Amministrazione ai sensi del D.Lgs. 27 ottobre 2009, n. 150. Tuttavia, a partire dall'esercizio 2020 l'Istituto ha individuato una serie di indicatori ritenuti significativi, sia per il Conto economico sia per lo Stato patrimoniale. Per il terzo anno consecutivo quindi il piano risulta essere un buono strumento per l'analisi della struttura del bilancio dell'Ente e della sua evoluzione nel tempo. Su suggerimento dell'organo di controllo, vengono mantenute le colonne relative all'ultimo triennio, ai fini di un raffronto di più ampia prospettiva.

A partire da questo bilancio di esercizio, il piano è ulteriormente arricchito con gli indicatori sulla capacità di generare valore pubblico inclusi nel Piano Integrato di Attività e Organizzazione, inseriti per la prima volta in sede previsionale nel 2023. Trattasi di indicatori "di sostanza", più legati alla reale attività dell'Ente e alla sua capacità di generare valore pubblico.

Questi indicatori si riferiscono agli ambiti tematici individuati dall'art. 6 co. 2 del D.L. 80/2021. Ciascuno di tali ambiti è stato declinato tenendo in considerazione la nozione di Valore Pubblico che l'INRiM ha posto a fondamento dell'attività dell'Area Management & Service. Le tabelle inserite in questo bilancio di esercizio sono estrapolate dal PIAO 2024-2026, che dunque riporta le baseline raggiunte negli esercizi precedenti.

A partire dall'avvio del Ciclo della Performance 2020, sono state definite le seguenti 4 aree di sviluppo strategico per l'organizzazione, di valenza triennale, che articolano la visione manageriale: miglioramento del livello di servizio, sicurezza degli ambienti e dei processi, sostenibilità ambientale e attenzione alle persone e qualità ambienti di lavoro.

Queste aree sono state individuate declinando le linee politiche di maggiore interesse per la collettività interna, nazionale e internazionale e attraverso un'indagine dei bisogni e delle necessità del personale.
Per le ragioni espresse nella "Sottosezione di programmazione – Valore Pubblico" del PIAO, appare coerente identificare il processo di creazione di valore pubblico dell'Ente come un processo complesso e partecipato, i cui primi attori sono i ricercatori e dove l'amministrazione mantiene un ruolo abilitante fondamentale. Pertanto, nella misurazione degli impatti connessi ai processi di creazione di valore pubblico sono stati identificati indicatori di impatto connessi ad entrambe le comunità su cui riverbera l'azione amministrativa: la comunità scientifica interna e la comunità in senso generale. La valutazione della performance organizzativa investe l'intero Istituto, poiché il personale tecnico-amministrativo opera in tutte le Strutture dell'Ente. Il PIAO

riporta, per ogni area strategica, accanto alla sua definizione, l'obiettivo generale ad essa correlato e gli indicatori di monitoraggio, con i relativi elementi costitutivi.

L'inserimento di questi obiettivi trasversali del PIAO nel Piano degli Indicatori e dei Risultati attesi, sia nel bilancio di previsione sia nel bilancio di esercizio, vuole essere un primo passo verso una sempre maggiore integrazione tra i vari documenti programmatici e di consuntivazione dell'Ente, specialmente in un'ottica di risorse messe a disposizione per la creazione del "Valore Pubblico" in senso lato.

Viene inoltre allegato a questo bilancio di esercizio il prospetto, previsto dall'art. 41 comma 1 del D.L. 66/2014, convertito con modificazioni dalla legge n. 89 del 23 giugno 2014, attestante **l'importo dei pagamenti** relativi alle transazioni commerciali effettuati dopo la scadenza dei termini previsti dal decreto legislativo 9 ottobre 2022, n. 231, nonché **l'indicatore annuale di tempestività dei pagamenti** di cui all'articolo 33 del decreto legislativo 14 marzo 2013, n. 33.
A onor del vero, già negli ultimi bilanci di esercizio, l'Istituto includeva nella nota integrativa, nello specifico nel capitolo dedicato ai debiti, le informazioni previste dalle normative ora citate, non era mai stato però inserito un allegato a parte sottoscritto dal rappresentante legale e dal responsabile finanziario.

Poiché però, anche alla luce della *milestone* M1C1-72bis del PNRR, l'attenzione su questa tematica è quanto mai alta, si ritiene opportuno darne risalto in un prospetto espressamente dedicato.

L'ultimo allegato è infine il **conto economico secondo lo schema DMEF 27/03/2013**, particolarmente significativo per il calcolo dei limiti di spesa di cui alla Legge 160/2019. L'elemento più rilevante dello schema è costituto dalla classificazione di alcuni costi quali buoni pasto, non tra i servizi bensì tra i costi del personale. A riguardo, è opportuno citare il fatto, che verrà opportunamente ripreso nel paragrafo della nota integrativa dedicato ai limiti di spesa, che con la nota prot. 170177 del 16 giugno 2022, il Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero dell'Economia e delle Finanze ha precisato che non tutte le categorie tradizionalmente escluse dall'Istituto dalla voce dedicata ai servizi possono esserlo. Oltre ai buoni pasto infatti, l'Istituto escludeva dal calcolo anche i costi di missione e formazione.

La nota MEF-RGS evidenziava infatti che, secondo quanto previsto dal principio contabile OIC 12, si rilevano tra i costi per servizi in B7) i costi dei buoni pasto distribuiti ai dipendenti, i costi per corsi di aggiornamento professionale dei dipendenti e i costi per servizi di vitto e alloggio di dipendenti in trasferta. La Ragioneria riteneva comunque di poter concordare con l'esclusione dei costi sostenuti per l'erogazione di buoni pasto in considerazione di ragioni di uniformità nell'applicazione del limite di spesa, tenuto conto che per gli enti che adottano la contabilità

finanziaria le spese sostenute per l'erogazione dei buoni pasto ai dipendenti rientrano tra le spese per il personale all'interno della più ampia categoria dei redditi da lavoro dipendente, non soggetta all'applicazione del vincolo di spesa in esame e considerando le specifiche disposizioni di contenimento vigenti in materia.

Diversamente, puntualizzava la nota MEF-RGS, come accade per gli enti in contabilità finanziaria, i costi per missioni e i costi per la formazione devono essere inclusi tra le voci di costo soggette al limite di spesa in argomento, fatti salvi i costi sostenuti per la formazione obbligatoria dei dipendenti prevista da specifiche disposizioni di legge, secondo quanto rappresentato dalla Corte dei Conti – Sezione regionale di controllo per la Lombardia con parere n. 116/2011 e i costi correlati alle *"altre modalità primarie, informali e non strutturate nei termini della formazione, di apprendimento e sviluppo delle competenze, costituite dalla reingegnerizzazione di processi e luoghi di lavoro, in modo da assicurare lo sviluppo delle opportunità di informazione, valutazione e accumulazione delle competenze nel corso del lavoro quotidiano (tutoring, mentoring, peer review, circoli di qualità e focus group, affiancamento, rotazione delle mansioni ecc)"*, secondo quanto precisato nella direttiva n. 10/2010 della Funzione Pubblica.

Lo Stato patrimoniale, il Conto economico, il Rendiconto finanziario e le informazioni di natura contabile contenute nella presente Nota integrativa sono conformi alle scritture contabili, da cui sono stati direttamente desunti. Ai sensi dell'art. 2424 del codice civile si conferma che non esistono elementi dell'attivo o del passivo che ricadano sotto più voci del prospetto di bilancio.

Per quanto attiene alla struttura dello Stato patrimoniale e del Conto economico, si segnala che gli schemi recepiscono le modifiche al codice civile introdotte dal D.Lgs. 18 agosto 2015 n. 139, che, con particolare riferimento al secondo dei predetti schemi, elimina le preesistenti voci di evidenza della gestione straordinaria.

Lo **Stato patrimoniale** articolato a sezioni contrapposte, mostra tra le voci dell'Attivo gli investimenti/impieghi effettuati grazie alle risorse finanziarie/fonti di copertura evidenziate nella sezione del Passivo.
L'art. 2424 del codice civile precisa la struttura di dettaglio per la redazione dello Stato Patrimoniale ed in particolare precisa che devono essere iscritte separatamente, nell'ordine indicato.
Per l'Attivo, gli elementi sono classificati in linea generale sulla base del criterio della "destinazione", in base al quale, ai sensi di quanto disposto dall'articolo 2424-bis, comma 1, del codice civile "gli elementi patrimoniali destinati ad essere utilizzati durevolmente devono essere iscritti tra le immobilizzazioni"; per il Passivo, il criterio di classificazione previsto è quello della "natura", quindi le voci sono evidenziate in funzione della natura del contratto che le ha generate. Tale criterio è funzionale a distinguere le fonti di finanziamento interne (Patrimonio Netto) da

quelle esterne o provenienti da terzi. Ai sensi dell'art. 2423 ter del c.c., si precisa che tutte le voci di bilancio sono risultate comparabili con l'esercizio precedente.

Il **Conto economico** evidenzia i costi e i ricavi dell'attività secondo i criteri della competenza economica. Esso comprende costi e ricavi, rettificati in modo da far partecipare al risultato di esercizio solo quei componenti di reddito economicamente rilevanti. Infatti, mentre le entrate e le uscite sono l'espressione di una contabilità finanziaria che, attraverso il metodo della partita semplice, ne rileva gli effetti con lo scopo di far fronte ai fabbisogni finanziari con idonee forme di finanziamento, i costi e i ricavi della competenza rilevano il risultato economico della gestione e i suoi effetti sul patrimonio netto.

Il **Rendiconto finanziario** è uno strumento obbligatorio che accompagna il bilancio ordinario. L'art. 2425-ter del codice civile stabilisce che dal rendiconto finanziario risultano, per l'esercizio a cui è riferito il bilancio e per quello precedente, l'ammontare e la composizione delle disponibilità liquide, all'inizio e alla fine dell'esercizio, e i flussi finanziari dell'esercizio derivanti dall'attività operativa, da quella di investimento e da quella di finanziamento. Stando a questa definizione si evince che il rendiconto finanziario è un prospetto che si pone l'obiettivo di informare i lettori sui flussi finanziari che hanno caratterizzato la gestione reddituale, finanziaria e di investimento dell'ente, e su come hanno inciso sulla consistenza dello Stato patrimoniale. Nella predisposizione del Rendiconto si è scelto il metodo indiretto, attraverso il quale, il flusso finanziario generato dall'attività operativa si calcola partendo dall'utile d'esercizio depurato dalla componente fiscale e dalla variazione di componenti non monetarie, quali ad esempio l'ammortamento. Questo valore viene ulteriormente rettificato dalle risultanze del flusso di capitale circolante netto inteso come differenze che intervengono sull'attivo a breve e sul passivo a breve, cioè rimanenze, crediti verso clienti, debiti verso fornitori, ratei e risconti. La somma algebrica dei flussi finanziari di ciascuna categoria del rendiconto rappresenta la variazione netta (incremento o decremento) delle disponibilità liquide avvenuta nel corso dell'esercizio.
Con riferimento specifico all'esercizio 2023, il prospetto è stato maggiormente dettagliato per una migliore leggibilità.

La presente **Nota integrativa** è redatta in conformità alle disposizioni di cui all'articolo 2427 del codice civile ed è integrata con le informazioni ritenute necessarie nel rispetto del principio di chiarezza e della rappresentazione veritiera e corretta dei fatti di gestione. In particolare, nella stessa, sono fornite informazioni supplementari ed esplicative, anche sotto forma di tabelle, al fine di consentire una lettura completa e di fornire al lettore una fotografia dei fatti salienti avvenuti in corso d'anno.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Ai sensi dell'ultimo paragrafo dell'articolo 2423 del codice civile si specifica, inoltre, che i valori del bilancio sono esposti in unità di euro, senza cifre decimali, evidenziando talvolta lievi arrotondamenti, inferiori a 0,50 euro.

La Nota Integrativa contiene le informazioni di natura tecnico-contabile riguardanti l'andamento della gestione dell'Istituto in tutti i suoi ambiti, nonché i fatti di rilievo verificatisi dopo la chiusura dell'esercizio e ogni informazione utile a una migliore comprensione della situazione patrimoniale e finanziaria e del risultato economico dell'esercizio; essa illustra i principi di valutazione, fornisce ogni dettaglio delle voci di bilancio e costituisce un elemento informativo fondamentale di supporto all'unitaria comprensione del bilancio d'esercizio.

A conclusione della Nota, come espressamente previsto dal comma 597 dell'art. 1 della Legge di bilancio 2020 (L. 160/2019), viene inserita una sezione separata al fine di illustrare le modalità attuative di cui ai commi da 590 a 600 della medesima legge.

Di seguito sono presentati i criteri di valutazione delle diverse poste dello Stato patrimoniale e del Conto economico, insieme al dettaglio degli importi che le compongono.

I saldi sono confrontati con quelli risultanti nello Stato patrimoniale e nel Conto economico al 31 dicembre 2022.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Analisi delle voci di Stato patrimoniale

ATTIVO - B IMMOBILIZZAZIONI

Le immobilizzazioni rappresentano gli investimenti nei fattori produttivi pluriennali e si distinguono in Immobilizzazioni Materiali, Immateriali e Finanziarie.
Il codice civile (art. 2426, n.1) stabilisce che "le immobilizzazioni, sono iscritte al costo di acquisto o di produzione".
Il costo di acquisto comprende anche i costi accessori direttamente imputabili o può comprendere anche altri costi, per la quota ragionevolmente imputabile al prodotto, relativi al periodo di fabbricazione e fino al momento in cui il bene può essere utilizzato. I costi di manutenzione ordinaria delle immobilizzazioni, intesi come interventi atti al mantenimento dell'utilità del bene, sono addebitati interamente all'esercizio in cui sono sostenuti e pertanto non vanno ad incremento del valore del bene. Al contrario, i costi di manutenzione di natura straordinaria finalizzati ad accrescere e migliorare l'utilità del bene e pertanto rappresentanti ampliamenti e migliorie, cui è connesso un potenziamento della capacità produttiva del bene o del prolungamento della vita utile, sono portati ad incremento del valore del bene cui ineriscono e poi ammortizzati.

B.I Immobilizzazioni immateriali

Le immobilizzazioni immateriali sono attività intangibili che partecipano al processo produttivo dell'Ente e la cui utilità non si esaurisce in un solo esercizio. Tali attività intangibili si concretizzano in costi ed oneri che manifestano i benefici economici in un arco temporale pluriennale.

Le immobilizzazioni immateriali sono iscrivibili in bilancio, ai sensi di quanto previsto dall'OIC24, quindi, qualora abbiano le seguenti caratteristiche:
- assenza di tangibilità;
- il sostenimento effettivo di costi;
- utilità pluriennale.

Tali attività devono essere iscritte nella lettera B) dello schema obbligatorio di Stato patrimoniale redatto ai sensi dell'articolo 2424 del codice civile, alla voce B) I che si divide in:

B.I. 1 Costi di impianto e di ampliamento
B.I. 2 Costi di sviluppo
B.I. 3 Diritti di brevetto industriale
B.I. 4 Concessioni, licenze, marchi e diritti simili
B.I. 5 Avviamento

B.I. 6 Immobilizzazioni in corso e acconti
B.I. 7 Altre

Le immobilizzazioni immateriali sono iscritte al costo di acquisto o di produzione. Il costo di acquisto comprende anche i costi accessori. Il costo di produzione comprende tutti i costi direttamente imputabili e quelli di indiretta attribuzione per la quota ragionevolmente imputabile.

Il costo delle immobilizzazioni immateriali, la cui utilizzazione è limitata nel tempo, deve essere sistematicamente ammortizzato in ogni esercizio in relazione con la loro residua possibilità di utilizzazione. La quota di ammortamento imputata a ciascun esercizio si riferisce alla ripartizione del costo sostenuto sull'intera durata di utilizzo.
L'ammortamento decorre dal momento in cui l'immobilizzazione è disponibile ed è pronta per l'uso.

B.I. 4 Concessioni, licenze, marchi e diritti simili

Il bilancio dell'INRiM è popolato solo alla voce *B.I. 4 Concessioni, licenze, marchi e diritti simili* limitatamente alla voce "Marchi".

Il marchio esistente in questo bilancio è uno dei segni distintivi dell'Ente.
È capitalizzabile tra le immobilizzazioni immateriali sia il marchio prodotto internamente sia il marchio acquistato a titolo oneroso da terzi. I costi relativi al marchio prodotto internamente possono ricondursi essenzialmente ai costi diretti interni ed esterni, sostenuti per la produzione del segno distintivo, mentre non è iscrivibile il marchio ricevuto a titolo gratuito.

Nel caso di produzione interna, come nel caso del marchio INRiM, i costi interni iscrivibili in questa voce vanno intesi in senso restrittivo e possono ricondursi essenzialmente ai costi diretti interni ed esterni, strettamente correlati all'ottenimento del marchio.

INRiM con domanda numero 302021000176711 del 25/10/2021 ha provveduto alla registrazione del Logo presso la Direzione Generale per la Tutela della Proprietà Industriale - UIBM del Ministero dello Sviluppo Economico MISE. I costi sostenuti sono relativi alle Tasse di registrazione, iscritti per la prima volta nel bilancio di esercizio 2021, per **337 euro**.

Tale costo è soggetto ad ammortamento. Il calcolo dell'ammortamento è effettuato sulla base della data di effettiva entrata in funzione, ed è basato sulla vita utile effettiva prevista, espressa in mesi. Tali costi sono ammortizzati in base alla loro residua possibilità di utilizzo, come da allegato 1 del Decreto del Direttore Generale n. 262 del 28 dicembre 2021, secondo le aliquote

richiamate dal Manuale Tecnico-Operativo di cui all'art 8, D.L. MIUR-MEF 14 gennaio 2014, n. 19 e di seguito riepilogate.

Codice categoria	Descrizione	% Ammortamento ordinario	Numero mensilità (ordinario)
I.I.01.01.01	Costi di impianto e di ampliamento	20	60
I.I.01.02.01	Costi di ricerca e sviluppo	20	60
I.I.02.01.01	Sviluppo software e manutenzione evolutiva	20	60
I.I.02.02.01	Deposito ed acquisizione di brev etti	20	60
I.I.03.01.01	Concessioni	20	60
I.I.03.02.02	Canone su licenze d'uso (una tantum)	20	60
I.I.03.03.01	Marchi e diritti simili	20	60
I.I.05.01.01	Acquisto di software	20	60
I.I.05.02.01	Manutenzione straordinaria su beni di terzi	20	60
I.I.05.02.02	Nuove costruzioni su beni di terzi	20	60

Il valore residuo al 31.12.2023, pari a 67 euro, corrisponde a quanto ancora da ammortizzare.

B.II Immobilizzazioni materiali

Le immobilizzazioni materiali sono beni di uso durevole, costituenti parte dell'organizzazione permanente dell'INRiM. Tali beni vengono impiegati normalmente come strumenti di produzione del reddito istituzionale e non sono, quindi, destinati né alla vendita né alla trasformazione.
Il costo delle immobilizzazioni materiali la cui utilizzazione è limitata nel tempo viene sistematicamente ammortizzato in ogni esercizio, tenendo conto della residua possibilità di utilizzo. L'ammortamento inizia dal momento in cui il cespite è disponibile ed è pronto per l'uso.

L'IVA indetraibile viene capitalizzata ad incremento del costo del cespite cui si riferisce.
Rientrano in questa categoria anche le immobilizzazioni utilizzate per la realizzazione di progetti di ricerca finanziati con risorse esterne.

L'ammortamento adottato per le varie voci delle immobilizzazioni materiali è determinato in base alla durata stimata della vita utile del bene, come da allegato 1 del Decreto del Direttore Generale n. 262 del 28 dicembre 2021, secondo le aliquote richiamate dal Manuale Tecnico-Operativo di cui all'art 8, D.L. MIUR-MEF 14 gennaio 2014, n. 19 e riepilogate di seguito. L'allegato è andato ad aggiornare e a puntualizzare in mondo più preciso quanto previsto nell'allegato 2 al Decreto del Direttore Generale n. 74 del 6 giugno 2016, precedentemente in uso presso l'Ente.

Codice categoria	Descrizione	% Ammortamento ordinario	Numero mensilità (ordinario)
I.M.01.01.01	Terreni edificabili	-	-
I.M.01.01.99	Altri terreni	-	-
I.M.01.02.01	Infrastrutture telematiche	3	396
I.M.01.02.02	Musei, teatri e biblioteche	3	396
I.M.01.02.03	Fabbricati ad uso strumentale	3	396
I.M.01.02.98	Fabbricati CNR	3	396
I.M.01.02.99	Altri beni immobili	3	396
I.M.02.01.01	Macchinari	25	48
I.M.02.01.02	Impianti di riscaldamento e condizionamento	15	80
I.M.02.01.03	Impianti di allarme	30	40
I.M.02.01.04	Impianti di sollevamento	7.5	160
I.M.02.01.05	Altri impianti	15	80
I.M.02.01.98	Impianti provenienti da CNR	15	80
I.M.02.02.01	Macchine per ufficio	20	60
I.M.02.02.02	Attrezzature informatiche / hardware da ufficio	25	48
I.M.02.02.03	Attrezzature informatiche / hardware di ricerca	33	36
I.M.02.02.99	Altre attrezzature	20	60
I.M.03.01.01	Attrezzature scientifiche	20	60
I.M.03.01.02	Attrezzature scientifiche a rapida obsolescenza	100	12
I.M.04.01.01	Libri	100	12
I.M.04.01.02	Riviste	100	12
I.M.04.01.03	Pubblicazioni	100	12
I.M.04.01.04	Altro materiale bibliografico	100	12
I.M.04.02.01	Oggetti di valore	-	-
I.M.04.02.99	Collezioni scientifiche	-	-
I.M.04.03.01	Materiale museale	-	-
I.M.05.01.01	Mobili e arredi per ufficio	10	120
I.M.07.01.01	Automezzi	20	60
I.M.07.01.02	Mezzi di trasporto stradale – Autocarri	25	48
I.M.07.02.01	Altre immobilizzazioni materiali	20	60

Vengono inoltre applicate aliquote specifiche per singoli cespiti, laddove la vita utile prevista si discosti significativamente da quella ordinaria. La fattispecie, che discende dall'applicazione del generale *principio di prevalenza della sostanza sulla forma,* era già stata oggetto di analisi approfondita ed approvazione in sede del bilancio di previsione e di bilancio di esercizio 2021.

A livello generale, si registra una variazione significativa delle immobilizzazioni materiali, che passa dai **40.143.849 euro** al 31/12/2022, ai **43.850.691 euro** al 31/12/2023, con un incremento netto pari 3.706.842 euro (+9,23%).

Da menzionare inoltre il fatto che, a valle della ricognizione inventariale del 2021, si è provveduto nel corrente esercizio a dismettere una serie di beni che già in sede di ricognizione erano stati individuati come obsoleti e in pessimo stato. Tali beni, opportunamente valutati da un'apposita commissione, appartengono a diverse categorie inventariali, per le quali è stata conseguentemente registrata una diminuzione di valore. Si rimanda, a riguardo, ai paragrafi successivi.

Tabella relativa alle variazioni delle immobilizzazioni materiali e dei fondi ammortamento.

Descrizione Categoria	Valore Storico al 31/12/2022	Variazioni positive aumentative 2023	Variazioni negative diminutive 2023	Valore Storico al 31.12.2023	Fondo ammortamento al 31/12/2022	Ammortamento 2023	utilizzi di Fondo ammortamento 2023	Fondo ammortamento al 31/12/2023	Valore di bilancio 31/12/2022	Valore di bilancio 31/12/2023
Marchi e diritti simili	**337**	-	-	**337**	**75**	**67**	-	**142**	**262**	**195**
Marchi e diritti simili	337	-	-	**337**	75	67		**142**	262	**195**
TOTALE IMMOBILIZZAZIONI IMMATERIALI	**337**	-	-	**337**	**75**	**67**	-	**142**	**262**	**195**
Terreni e Fabbricati	**44.337.377**	**324.576**	-	**44.661.953**	**19.373.101**	**1.299.989**	-	**20.673.090**	**24.964.276**	**23.988.862**
Infrastrutture telematiche	4.093		-	**4.093**	402	123		**525**	3.691	**3.568**
Fabbricati	43.918.919	324.576	-	**44.243.495**	19.261.229	1.268.097		**20.529.326**	24.657.690	**23.714.169**
Altri beni immobili	414.364		-	**414.364**	111.470	31.769		**143.239**	302.894	**271.125**
Impianti e macchinari	**53.869.417**	**407.782**	- 32.918	**54.244.280**	**52.172.693**	**538.156**	- 32.918	**52.677.931**	**1.696.723**	**1.566.349**
Macchinari	40.650.248	-	- 31.406	**40.618.842**	40.577.301	24.421	- 31.406	**40.570.315**	72.948	**48.527**
Impianti	13.219.168	407.782	- 1.512	**13.625.438**	11.595.393	513.735	- 1.512	**12.107.616**	1.623.775	**1.517.822**
Attrezzature	**48.119.818**	**7.023.200**	- 13.830	**55.129.187**	**36.468.004**	**3.218.898**	- 13.830	**39.673.072**	**11.651.813**	**15.456.115**
Macchine per ufficio	1.976.966	12.984		**1.989.950**	1.976.966	569		**1.977.535**	-	**12.415**
Attrezzature informatiche/hardware	1.763.191	575.485		**2.338.676**	1.097.332	360.222		**1.457.554**	665.859	**881.122**
Altre attrezzature	654.798	17.248	- 3.458	**668.589**	345.747	80.966	- 3.458	**423.255**	309.052	**245.334**
Attrezzature scientifiche	43.724.863	6.417.482	- 10.373	**50.131.972**	33.047.960	2.777.141	- 10.373	**35.814.728**	10.676.903	**14.317.244**

Altri beni	**2.189.703**	**368.477**	- 30.976	**2.527.204**	**1.806.281**	**101.914**	- 19.177	**1.889.018**	**383.422**	**638.185**
Patrimonio librario, opere d'arte, d'antiquariato e museali	**67.177**	-	-	**67.177**	-	-	-	-	**67.177**	**67.177**
Collezioni scientifiche	67.177	-	-	**67.177**	-	-		-	67.177	**67.177**
Mobili e arredi	**2.122.526**	**368.477**	- 30.976	**2.460.027**	**1.806.281**	**101.914**	- 19.177	**1.889.018**	**316.245**	**571.008**
Mobili e arredi per ufficio	1.148.352	82.454	- 14.422	**1.216.384**	1.075.834	48.596	- 14.422	**1.110.009**	72.517	**106.375**
Mobili e arredi per laboratori	787.623	112.651	- 4.755	**895.519**	696.034	17.919	- 4.755	**709.198**	91.590	**186.321**
Mobili e arredi per mense	161.110	4.758		**165.868**	26.055	16.683		**42.738**	135.056	**123.130**
Altri mobili e arredi	25.440	168.615	- 11.799	**182.256**	8.358	18.716		**27.074**	17.082	**155.182**
Automezzi ed altri mezzi di trasporto	**95.655**	-	-	**95.655**	**95.655**	-	-	**95.655**	-	-
Automezzi	95.655	-	-	**95.655**	95.655	-		**95.655**	-	-
Immobilizzazioni in corso e acconti	**1.447.615**	**1.039.376**	- 285.813	**2.201.179**	-	-	-	-	**1.447.615**	**2.201.179**
ripristino e traformazione beni propri	199.013	252.083	- 163.248	**287.847**					199.013	**287.847**
Acconti a fornitori immobilizzazioni materiali	49.852		- 49.852	-					49.852	-
Altri impianti opere in corso	1.088.896	787.294		**1.876.190**					1.088.896	**1.876.190**
Manutenzioni straordinarie su beni propri	109.853		- 72.712	**37.141**					109.853	**37.141**
TOTALE IMMOBILIZZAZIONI MATERIALI	**149.963.929**	**9.163.412**	- 363.538	######### ###	######### ###	**5.158.958**	- 65.926	**114.913.112**	**40.143.849**	**43.850.691**

B.II.1 Terreni e fabbricati

I terreni su cui insistono gli immobili siti in Strada delle Cacce, 91, sede centrale dell'Istituto, sono di proprietà della Città di Torino sui quali per Convenzione sino al 2077, l'INRiM ha "diritto di superficie".

Pertanto nel Patrimonio sono presenti solo i Fabbricati in parte strumentali all'attività dell'Istituto stesso e in parte concessi in locazione all'Università degli Studi di Torino, alla società IRETI e ad ACCREDIA, Ente Italiano di Accreditamento di cui l'INRIM è fondatore, altri sono concessi in comodato gratuito al Politecnico di Torino.
Il dettaglio degli stessi è disponibile sul sito dell'Istituto nella sezione "Amministrazione Trasparente".
Complessivamente, alla voce fabbricati sono state capitalizzate opere per **324.576 euro**, nei quali sono ricompresi **113.781 euro** di lavori in corso terminati e riclassificati nel corso dell'anno 2023, relativi a bonifica da amianto e rifacimento di parte della recinzione del campus e di ristrutturazione della palazzina B.

B.II.2 Impianti e macchinari

Sono iscritti in questa posta i costi sostenuti per l'acquisto di macchinari adibiti alle attività istituzionali o di taratura e prova, impianti di condizionamento, impianti di allarme, gli impianti specifici (legati alle attività tipiche dell'Istituto), altri impianti, macchinari automatici e non automatici.

Sono iscritti al valore di acquisizione compresi gli oneri accessori, ad esempio i costi di progettazione, i trasporti, i dazi su importazione, i costi di installazione, i costi ed onorari di perizie e collaudi, i costi di montaggio e posa in opera, i costi di messa a punto ed i costi dell'IVA indetraibile.

I costi di manutenzione straordinaria, se producono un aumento significativo e misurabile della capacità produttiva, della sicurezza o della vita utile, sono portati direttamente ad incremento del valore dell'impianto o dell'attrezzatura, e ammortizzati secondo l'aliquota prevista per il bene principale.

Le voci inventariali "impianti" e "macchinari" riportano una variazione positiva di **407.782 euro** per investimenti in nuovi impianti telefonici e in nuovi impianti antincendio a gas inerte ed una variazione in diminuzione per **32.918 euro** per dismissione cespiti risultati in pessime/scarse condizioni e privi di utilità per l'Ente.
La dismissione è stata rilevata con disposizione di cui al decreto del Direttore Generale n. 106.2023.

Di contro, nel corso dell'esercizio 2023 si sono conclusi lavori di manutenzione straordinaria su impianti iniziati nell'esercizio precedente e originariamente iscritti tra le immobilizzazioni in corso. La conclusione e il collaudo hanno portato ad una capitalizzazione per complessivi **122.180 euro** relativi a impianti anti intrusione ed antincendio.

B.II.3 Attrezzature

Nella voce rientrano le attrezzature e strumentazioni tecnico scientifiche e informatiche, iscritte al costo d'acquisto ed elencate negli inventari dell'Istituto. La sottocategoria "attrezzature scientifiche" ha rilevato un significativo incremento **di 6.417.482 euro** che ha notevolmente potenziato la capacità di ricerca istituzionale dell'Ente, in linea con i programmi di sviluppo e di investimento stabiliti dal Consiglio di Amministrazione. Tra le nuove strumentazioni più significative, per valore e tipologia, acquisite nel corso dell'anno 2023, si segnalano un "*wafer bonder AWB-04*" (Sistema per l'unione anodica di wafer di silicio e wafer non omogenei), uno

spettrometro micro-Raman con focale automatizzato ad altissima risoluzione per misure *stokes &amp,* un sistema per la stabilizzazione della fase ottica di un laser.
La voce inventariale riporta inoltre una variazione in diminuzione di **10.373 euro** relativa a dismissioni di attrezzature obsolete individuate da un'apposita commissione.
La dismissione è stata rilevata con disposizione di cui al Decreto del Direttore Generale n. 106.2023.
La voce inventariale "attrezzature informatiche" riporta una variazione aumentativa pari a **575.485 euro** in massima parte imputabile all'acquisto di due server, di computer portatili da assegnare al personale e di servizio streaming per le sale riunioni.

B.II.4 Altri beni

Tale voce comprende i mobili e arredi destinati alle attività tecnico-scientifiche, di ricerca e amministrative dell'Istituto. Sono valorizzati al costo di acquisto comprensivo degli oneri accessori. Gli oneri accessori comprendono generalmente il trasporto e i dazi su importazione assieme all'IVA indetraibile.

In tale voce vengono imputate anche le autovetture e gli automezzi adibiti al trasporto di persone o piccoli trattori o mezzi di lavoro adibiti alle manutenzioni in sito. Tali beni non sono assimilabili a quanto rientrante nelle immobilizzazioni sopra dettagliate e sono totalmente ammortizzati.

Per quanto riguarda il patrimonio librario dell'Istituto, il valore complessivo non cambia rispetto all'esercizio precedente.

La voce inventariale "mobili e arredi per ufficio" riporta una variazione aumentativa pari a **82.454 euro** relativa a riammodernamento di uffici esistenti e ad allestimento di nuovi uffici per il personale neo assunto, oltre che all'allestimento di una nuova sala del Consiglio di Amministrazione. La voce "mobili e arredi per laboratori" ha rilevato un incremento di **112.651 euro** relativa all'allestimento di nuove postazioni di lavoro nei laboratori.
La dismissione di arredi, pari a complessivi 30.976 euro, è stata rilevata con disposizione di cui al Decreto del Direttore Generale n. 106.2023.

INRiM ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA

B.II.5 Immobilizzazioni in corso e acconti

Inoltre, in questa voce vengono rilevati i costi dei fabbricati in corso di costruzione e ristrutturazione, così come i costi per interventi di manutenzione straordinaria ultrannuale, qualora questa comporti un aumento della sicurezza, della produttività o della vita utile del bene.

Trattasi sia di attività di ripristino iniziata negli anni precedenti e non ancora completati che di lavori di manutenzione straordinaria attivati nel 2023. Al momento dell'effettivo utilizzo per le finalità istituzionali consentiranno la capitalizzazione con diretto incremento del costo evidenziato alla voce "B.II.1 Terreni e fabbricati".

La voce è valorizzata al costo, comprensivo degli oneri accessori di diretta e di indiretta imputazione, per la sola quota che ragionevolmente possa essere loro attribuita e non sono ammortizzati fino alla data della loro effettiva entrata in funzione. Vi rientrano anche le spese di progettazione, direzione lavori e altre attività tecniche direttamente connesse agli interventi.

Nell'anno 2023 si rileva complessivamente una variazione in aumento di **1.039.376 euro** che si concentra nella categoria di "altri impianti opere in corso" e si riferisce alla realizzazione di nuovi impianti di condizionamento. La variazione in diminuzione relativa al completamento di fabbricati e di impianti ed al conseguente passaggio alle rispettive categorie in ammortamento, è stata già esaminata relativamente alle suddette voci. La ristrutturazione ed il completamento della Galleria Fotometrica saranno altresì completati nel corso dell'esercizio 2024.

Sono stati infine correttamente allocati alle categorie di "attrezzature scientifiche" e mobili e arredi per laboratori, **49.852 euro** di acconti a fornitori per immobilizzazioni materiali, relativi a due anticipi, già ricompresi fra le immobilizzazioni in corso nel bilancio del precedente esercizio.

B.III Immobilizzazioni finanziarie

Il principio contabile OIC 21 ha lo scopo di disciplinare i criteri per la rilevazione, classificazione e valutazione delle partecipazioni e delle azioni proprie, nonché le informazioni da presentare nella Nota integrativa al bilancio di esercizio.

Le partecipazioni sono esposte nello Stato patrimoniale tra le immobilizzazioni o nell'attivo circolante. In entrambi i casi, ne viene proposta la classificazione dall'articolo 2424 del codice civile.

La classificazione nell'attivo immobilizzato o nell'attivo circolante dipende dalla destinazione della partecipazione. Le partecipazioni destinate ad una permanenza durevole nel portafoglio

della società si iscrivono tra le immobilizzazioni, le altre vengono iscritte nell'attivo circolante. Come si evince da paragrafo seguente, le nuove partecipazioni iscritte a bilancio a partire dall'esercizio 2022, rientrano nella prima categoria.

Per quanto concerne la rilevazione inziale, il principio contabile prosegue specificando che le partecipazioni immobilizzate sono iscritte al costo di acquisto o di costituzione, comprensivo dei costi accessori. I costi accessori sono costituiti da costi direttamente imputabili all'operazione, quali, ad esempio, i costi di intermediazione bancaria e finanziaria, le commissioni, le spese e le imposte. Possono comprendere costi di consulenza corrisposti a professionisti per la predisposizione di contratti e di studi di fattibilità e/o di convenienza all'acquisto.

Si rimanda al paragrafo successivo per l'illustrazione delle partecipazioni iscritte a bilancio.

B.III.1.d-bis Partecipazioni in altre imprese

In questa voce sono rilevate le partecipazioni presso il Consorzio CINECA e il Consorzio TOP-IX, per un valore complessivo di **30.000 euro**. Non si rilevano diminuzioni di valore imputabili a risultasti economici negativi delle partecipate, sulla base del confronto con la quota parte di patrimonio netto. Dette partecipazioni sono da ritenersi strategiche per il funzionamento e le finalità istituzionali dell'Ente.

C.I Rimanenze

In riferimento alla natura dell'attività svolta dall'Istituto non è adottata una gestione di magazzino, necessaria per una corretta valorizzazione delle rimanenze. Gli acquisti di beni vengono, quindi, sempre rilevati direttamente a Conto economico come costi al momento del loro arrivo.
Pertanto, nel bilancio 2023, come nel precedente esercizio, le rimanenze non sono valorizzate.
Una eventuale rilevazione e valorizzazione delle giacenze di fine esercizio potrebbe essere presa in considerazione a partire dal prossimo bilancio al fine di un maggiore controllo sulle giacenze stesse.

C.II Crediti

L'articolo 2424 del codice civile prevede che i crediti siano esposti nell'attivo patrimoniale nella voce B.III2 relativa ai crediti iscritti nelle immobilizzazioni finanziarie e nella voce C.II relativa ai crediti facenti parte dell'attivo circolante, a seconda della loro natura.

L'Istituto non ha crediti identificabili come Immobilizzazioni Finanziarie ma attengono ad attività rientranti nell'Attivo Circolante.

I crediti sono esposti nello Stato patrimoniale al netto di svalutazioni necessarie per ricondurli al valore di presumibile realizzo, mediante l'iscrizione di un Fondo svalutazione crediti, calcolato tenendo conto sia delle perdite risultanti da elementi e informazioni certi a oggi disponibili, nonché dei rischi di mancato incasso, prudenzialmente stimati considerando l'anzianità dei crediti e avuto riguardo delle serie storiche.

I crediti per contributi sono iscritti solo a fronte di una comunicazione ufficiale da parte dell'Ente finanziatore in merito all'assegnazione definitiva a favore dell'Istituto o, nel caso di amministrazioni pubbliche, atto o provvedimento ufficiale.

In dettaglio, nel bilancio 2023 sono presenti le seguenti categorie di crediti evidenziate al netto del Fondo Svalutazione.

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio delle macro categorie di crediti e le rispettive variazioni nel corso dell'esercizio 2023 rispetto al precedente.

DESCRIZIONE CREDITI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
CII.1. CREDITI VERSO CLIENTI	701.345	681.705	19.640
CII.5-bis CREDITI TRIBUTARI	216.739	109.286	107.453
C.II.5-quater CREDITI VERSO ALTRI	1.227.729	2.252.486	- 1.024.757
Totale	**2.145.813**	**3.043.476**	**- 897.663**

Nei **crediti verso clienti** per fatture emesse e da emettere, non si registrano particolari variazioni, a fronte di una complessiva flessione dell'attività di certificazione a imprese private, compensata da un aumento del fatturato su attività di ricerca verso privati committenti.

I **crediti tributari** sono essenzialmente rappresentati dall'acconto IVA. L'aumento del credito per il versamento effettuato nel mese di dicembre, non risponde ad un aumento complessivo del debito IVA, bensì alle dinamiche e alle tempistiche delle liquidazioni mensili dell'imposta.

DETTAGLIO DEI CREDITI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Crediti verso clienti	826.386	791.868	34.518
Crediti verso clienti fatture da emettere	13.352	28.229	- 14.877
(Fondo svalutazione crediti verso clienti)	- 138.392	- 138.392	-
TOTALE CREDITI VERSO CLIENTI	701.345	681.705	19.640
Acconto erario c/IVA	214.777	107.325	107.453
Erario c/ritenute subite	1.961	1.961	0
TOTALE CREDITI TRIBUTARI	216.739	109.286	107.453
Crediti vs Ministeri	445.339	1.211.099	- 765.760
Crediti verso Amministrazioni centrali	100.000	100.000	-
Crediti verso altre Amministrazioni locali	13.532	37.673	- 24.141
Crediti verso università	278.463	474.008	- 195.544
Crediti vs enti Privati	631.847	646.429	- 14.582
Crediti vs dipendenti e assimilati	118	5.200	- 5.082
Anticipazioni per missioni al personale	69.888	54.478	15.410
Anticipazioni a fornitori	1.710	1.571	139
Crediti diversi	7.774	27.171	- 19.398
Anticipo a fornitori GTT	0	2.410	- 2.410
Note credito da ricevere da fornitori	78.843	-	78.843
(Fondo svalutazione crediti verso altri)	- 399.785	- 307.553	- 92.232
TOTALE CREDITI VERSO ALTRI	1.227.729	2.252.486	- 1.024.757
TOTALE CREDITI	**2.145.813**	**3.043.476**	**- 897.663**
	-	-	-

Nella tabella che segue si riporta l'*ageing* dei crediti commerciali, suddivisi per scadenza.

CREDITI COMMERCIALI PER SCADENZA	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Crediti scaduti entro il 2017	124.952	120.259	4.693
Crediti scaduti nel 2018	1.400	5.719	-4.319
Crediti scaduti nel 2019	5.298	44.249	-38.951
Crediti scaduti nel 2020	1.549	54.253	-52.704
Crediti scaduti nel 2021	2.582	14.710	-12.128
Crediti scaduti nel 2022	92.777	626.275	-533.498
Crediti scaduti nel 2023	597.828		
di cui:			
30 giorni	544.277		
60 giorni	10.995		
90 giorni	26.840		
> 90 giorni	15.716		
totale crediti verso clienti (solo ft. emesse)	**826.386**		

Si evidenzia come i crediti sorti per attività in conto terzi e scaduti entro l'esercizio 2017 siano sostanzialmente invariati rispetto allo scorso esercizio, mentre si evidenziano significative riduzioni per quelli scaduti negli anni successivi ante 2023. Si osserva a tale proposito che il Fondo svalutazione è in grado di coprire tutti i crediti residui ante 2023 anche in ipotesi di integrale cancellazione, della quale peraltro non sono stati ad oggi ravvisati i presupposti giudiziali.

L'approfondimento effettuato nel corso dell'esercizio 2022 che riguardava **i crediti nei confronti di imprese che già all'1/01/2018 risultavano in stato di fallimento**, aveva condotto ad uno stralcio di crediti pari a 271.241 euro, con riduzione del Fondo svalutazione dei crediti commerciali. Nel corso dell'esercizio 2023 è stato eseguito il follow up dell'analisi, tenendo conto della evoluzione delle procedure concorsuali già esistenti e delle nuove situazioni di insolvenza insorte nel corso dell'anno, coinvolte o meno in procedure giudiziali. Non sono stati effettuati accantonamenti al "fondo svalutazione crediti", relativo ai crediti conto terzi, nel corso dell'esercizio 2023, in quanto la esistente consistenza del fondo è stata valutata come congrua a fronte delle potenziali perdite su crediti.

I **crediti verso pubbliche amministrazioni** diminuiscono rispetto al precedente esercizio in ragione di una velocizzazione delle procedure di introitazione, Ministeri (-765.760 euro) e Università (-195.544 euro). I primi sono costituiti essenzialmente da partite creditorie verso il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.
I crediti verso Università sono costituiti da un credito di 150.365 euro verso l'Università di Torino relativo ad attività di compravendita di beni e di locazione di immobili, e da un credito di 128.098 euro verso il Politecnico di Torino relativo ai rapporti di comodato riguardati la sede storica.

Si evidenzia come il **Fondo svalutazione dei crediti diversi**, costituito nei precedenti esercizi a copertura dei crediti verso enti privati di difficile riscossione, aumenta di euro 92.232 euro rispetto al precedente esercizio per raggiungere l'ammontare di **399.785 euro**, a seguito di uno specifico accantonamento operato a seguito della presunta inesigibilità del credito verso IAM srl in conseguenza di accesso del debitore a procedure concorsuali, come risulta anche dalla seguente tabella che dettaglia i crediti verso Enti Privati e la loro evoluzione nell'esercizio 2023:

DETTAGLIO DEI CREDITI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
crediti di difficile riscossione	399.785	307.553	92.232
Crediti verso IAM	0	92.232	-92.232
Crediti verso Thales Alenia Italia	25.000	83.714	-58.714
Crediti verso Thales Alenia France	30.617	0	30.617
Crediti verso Origosat	25.000	0	25.000
Crediti verso Società Ingegneri e architetti	0	2.550	-2.550
Crediti verso Leonardo	142.905	12.880	130.025
Crediti verso Leonardo Elettronicaspa	0	142.500	-142.500
Crediti verso Ortea Spa	8.540	0	8.540
Crediti verso GMV Aerospace	0	5.000	-5.000
totale crediti verso clienti	**631.847**	**646.429**	**-14.582**

C.IV Disponibilità liquide

Le disponibilità liquide sono costituite da importi giacenti sui conti bancari e in tesoreria unica, depositi postali, assegni, denaro, valori bollati. Le poste sono iscritte al valore nominale o al tasso di cambio, se in valuta.

La voce accoglie il saldo al 31 dicembre 2023 del conto di Tesoreria Unica pari a **58.367.379 euro**, con un significativo aumento di 9.090.993 euro rispetto al precedente esercizio.

DISPONIBILITA' LIQUIDE	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
DISPONIBILITA' PRESSO TESORIERE BANCA BPM	58.367.379	49.276.386	9.090.993

L'incremento è in primis da imputare all'incasso delle quote di competenza di contributi ministeriali destinati a finanziare interventi di prossima realizzazione, quali il progetto Metro-Inn, la realizzazione del Padiglione 2.0 e l'allestimento delle due nuove sedi di Firenze e Matera.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

D Ratei e risconti

Nella voce Ratei e risconti attivi sono iscritti rispettivamente i proventi di competenza dell'esercizio esigibili in esercizi successivi e i costi sostenuti entro la chiusura dell'esercizio, ma di competenza di esercizi successivi.

Nella voce Ratei e risconti passivi sono iscritti rispettivamente i costi di competenza dell'esercizio esigibili in esercizi successivi e i proventi percepiti entro la chiusura dell'esercizio, ma di competenza di esercizi successivi.

Sono iscritte in queste voci solamente quote di costi e proventi, comuni a due o più esercizi, l'entità dei quali varia in ragione del tempo.

La valutazione dei progetti è effettuata secondo il metodo della "commessa completata" che prevede il riconoscimento dei ricavi in misura pari ai costi sostenuti.

Per i ratei e risconti di durata pluriennale, sono state verificate le condizioni che ne avevano determinato l'iscrizione originaria, al fine di apportare eventuali rettifiche, ad oggi non ritenute necessarie.

La competenza assume particolare rilievo nelle seguenti gestioni:

- Progetti e ricerche finanziati o cofinanziati da terzi: i progetti dell'Istituto sono valutati secondo il metodo della commessa completata che prevede alla fine di ogni esercizio il confronto tra ricavi e costi. Se i costi sono maggiori dei ricavi, è iscritto un rateo attivo per la differenza; se invece i ricavi sono maggiori dei costi, è iscritto un risconto passivo per la differenza.
- Contributi da terzi e con risorse proprie per immobilizzazioni: nell'attivo dello Stato patrimoniale sono determinati risconti passivi a copertura degli ammortamenti futuri riferiti agli interventi o acquisizioni realizzate, sia nel caso di contributi ricevuti da terzi sia nel caso di finanziamenti con risorse interne, limitatamente alle immobilizzazioni antecedenti alla redazione dello Stato patrimoniale iniziale.
-

Le commesse possono essere suddivise in due tipologie principali: commesse istituzionali e commesse conto terzi, cioè svolte nel prevalente interesse del committente (indifferentemente pubblico o privato).

Sono considerate commesse istituzionali le commesse relative a progetti di ricerca e quelle finanziate dall'Unione europea e da altri enti finanziatori istituzionali.

Questi i criteri principali utilizzati per la valorizzazione delle commesse e dei progetti:

Costi:

- i costi presi in considerazione sono solamente quelli diretti, tra i quali non viene ricompreso il costo del personale dipendente a tempo indeterminato;
- l'eventuale acquisto di apparecchiature tecnico-scientifiche o erogazione di borse di studio/assegni di ricerca relativi alla commessa sono ad essa interamente attribuiti;
- vengono inoltre considerati i costi generali di struttura calcolati rispettivamente come il 20% del finanziamento/corrispettivo previsto; questa percentuale, a partire dall'esercizio 2021 risulta incrementata rispetto agli esercizi precedenti (era infatti del 6%). La quota aggiuntiva pari al 14% va interamente a sostegno dell'operatività della Direzione Scientifica;
- i costi sono rilevati a Conto economico per competenza nell'anno in cui sono sostenuti.

Ricavi:

- le somme riconosciute per i progetti di ricerca vengono rilevate a ricavo a seconda della natura commerciale o istituzionale dei progetti stessi, al momento della fatturazione o dell'acquisizione formale della somma da incassare, indipendentemente dallo stato di avanzamento del progetto;
- a fine esercizio gli eventuali ricavi registrati in eccedenza rispetto alla quota di costi sono riscontati negli esercizi successivi fino al completamento della commessa.

La seguente tabella riporta la variazione di ratei e risconti attivi rispetto al precedente esercizio:

DETTAGLIO DEI RATEI E RISCONTI ATTIVI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Risconti attivi	371.615	194.883	176.731
Ratei attivi per progetti e ricerche finanziate o co-finanziate in corso	793.104	933.079	- 139.975
TOTALE RATEI E RISCONTI ATTIVI	**1.164.718**	**1.127.962**	**36.756**

I risconti attivi più rilevanti riguardano gli esborsi per dottorati di ricerca pari a 173.283 euro, per manutenzioni inerenti la struttura del campus pari a 45.557 euro e la licenza Multiphysics per 48 mesi pari a 73.051 euro. L'incremento rispetto all'esercizio precedente è dovuto alla necessità di stipulare contratti più lunghi in relazione a contratti e convenzioni.

Il valore dei ratei attivi per progetti e ricerche finanziate e co-finanziate in corso risulta diminuito di 139.975 euro rispetto all'esercizio precedente, in relazione alla dinamica costi-ricavi dei progetti stessi.

A Patrimonio netto

Il Patrimonio netto dell'Ente si è movimentato nel corso dell'esercizio 2023 per effetto della destinazione del risultato dell'esercizio 2022, per effetto della gestione dell'esercizio 2023 e per altre movimentazioni. Tutta la movimentazione dell'ultimo biennio è descritta nella seguente tabella:

	31/12/2021	destinaz. risultato 2022	risultato economico 2022	altre riduzioni 2022	altri aumenti 2022	31/12/2022	destinaz. risultato 2023	risultato economico 2023	altre riduzioni 2023	altri aumenti 2023	31/12/2023
Fondo di dotazione	**3.252.838**	-	-	-	-	**3.252.838**	-	-	-	-	**3.252.838**
Fondo di riserva	2.881.194	-	-	-	-	2.881.194	-	-	-	-	2.881.194
Fondo EMP - nuove attività di ricerca e servizio	2.530.000	-	-	-	2.530.000	5.060.000	-	-	- 5.060.000		-
totale Altre Riserve	**5.411.194**	**-**	**-**	**-**	2.530.000	**7.941.194**	**-**	**-**	- 5.060.000	**-**	**2.881.194**
Risultati economici di es. precedenti	**2.908.500**	4.616.712	-	-	-	**7.525.212**	3.787.448	-	-	-	**11.312.659**
Risultato economico dell'esercizio	**4.616.712**	- 4.616.712	3.787.448	-	-	**3.787.448**	- 3.787.448	612.240	-	-	**612.240**
totale	**16.189.244**	**-**	**3.787.448**	**-**	**2.530.000**	**22.506.692**	**-**	**612.240**	- 5.060.000	**-**	**18.058.932**

Il **fondo di dotazione** risulta invariato rispetto all'esercizio precedente, quindi anche nel 2023 mantiene un valore pari a 3.252.838 euro.

Anche le **altre riserve** costituite negli esercizi anteriori al 2021 non hanno subito variazioni. La destinazione di tali riserve è la copertura di perdite di esercizio che si dovessero eventualmente verificare negli esercizi futuri.

Il "**Fondo EMP – nuove attività di ricerca e servizio**", il cui ammontare al 31 dicembre 2022 era pari a **5.060.000** euro, è stato riclassificato fra gli "Altri fondi per rischi ed oneri" del passivo, data la sua natura di provvista per spese future ed il procedimento contabile di costituzione e di utilizzo dalle somme accantonate in conclusione di esercizio 2021 e 2022. Si rimanda a riguardo alle sezioni della Nota integrativa dedicate ai ricavi e agli accantonamenti.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

B.4 Altri fondi per rischi e oneri

I fondi per rischi ed oneri sono stanziati per coprire costi, di esistenza certa o probabile, dei quali tuttavia, alla data di chiusura dell'esercizio, non siano esattamente determinabili l'ammontare o la data della sopravvenienza. Gli stanziamenti riflettono la migliore stima possibile sulla base degli elementi a disposizione.

Qualora in seguito all'aggiornamento delle stime iniziali, i fondi precedentemente stanziati risultino eccedenti, si procede al loro rilascio, rilevando la variazione tra gli altri ricavi. Nel caso in cui, nell'ambito di uno stesso fondo, si siano rilevati accantonamenti e rilasci nel medesimo esercizio, la rilevazione economica viene effettuata per il valore netto.

I fondi per oneri futuri possono essere costituiti per far fronte a costi che l'Istituto dovrà sostenere in futuro correlati ad attività presenti in bilancio, o per obbligazioni normative o di sicurezza. Nella valutazione si tiene conto dei principi di prudenza e di competenza economica.
I fondi non possono essere utilizzati per rettificare valori dell'attivo o per realizzare politiche di bilancio senza giustificazione economica.

Nello Stato patrimoniale sono iscritti i fondi per rischi e oneri riportati nella tabella alla pagina seguente.

DETTAGLIO DEGLI ALTRI FONDI PER RISCHI ED ONERI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Fondo incentivi funzioni tecniche art. 113 D.lgs. 50/2016	60.197	-	60.197
Fondo per ripartizione conto terzi	556.736	547.359	9.376
Fondo rinnovi contrattuali Dirigenti	4.662	3.971	691
Fondo contenziosi del personale	176.601	844.286	- 667.685
Altri fondi per il personale	587.762	580.200	7.562
Fondo art. 59 DPR 509/1979 per benefici assistenziali e sociali	692.465	652.035	40.429
Fondo contrattazione integrativa ricercatori/tecnologi	100.863	503.004	- 402.142
Fondo contrattazione integrativa per PTA	757.502	945.464	- 187.961
Fondo salario accessorio dirigenti a TI	85.015	148.156	- 63.141
Fondo Indennità di risultato Direttore Generale	79.591	43.591	36.000
Fondo oneri del personale a carico Ente	1.380.967	1.480.851	- 99.884
Fondo rinnovi contrattuali TI	278.350	26.280	252.071
Fondo rinnovi contrattuali TD	16.338	25.592	- 9.254
Fondo L. 234/2021 art. 1 c. 310 l. c "Valorizzazione del personale tecnico-amministrativo"	914.331	457.166	457.166
Fondo L. 234/2021 art. 1 c. 310 l. b "Valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo"	531.534	-	531.534
Altri fondi per oneri derivanti dall'impianto dello stato patrimoniale	905.269	905.269	
Fondo EMP per nuove attività di ricerca e servizio	1.904.000	-	1.904.000
TOTALE ALTRI FONDI	**9.032.182**	**7.163.223**	**1.868.960**

I fondi sono per lo più relativi a spese di personale, mentre il fondo per l'impianto dello Stato Patrimoniale Iniziale è destinato a coprire spese già autorizzate in contabilità finanziaria, ma che non costituivano un debito verso terzi al momento della redazione dello Stato patrimoniale iniziale.

Altra tipologia diversa da quella dei fondi strettamente legati agli oneri per il personale è quella del fondo contenziosi destinato a fronteggiare oneri futuri legati a procedure contenziose con il personale dipendente. Il fondo è stato ridotto nel corso dell'esercizio a seguito di una valutazione sulla onerosità delle procedute ex art. 15/2006-2008. Il fondo rimane comunque sufficiente a

coprire eventuali esborsi inerenti al contenzioso tra l'Istituto ed alcuni dipendenti relativo all'erogazione del buono pasto dopo tre ore di lavoro a seguito della sentenza del Tribunale di Torino – Sezione lavoro, che ha condannato l'INRiM con sentenza del 22 novembre 2022 a corrispondere ai ricorrenti i buoni pasto sospesi, con la motivazione, visto l'articolo 429 c.p.c., che *nell'ambito dei rapporti di lavoro la reiterazione costante e generalizzata di un comportamento favorevole del datore di lavoro nei confronti dei dipendenti integra gli estremi dell'uso aziendale il quale "agisce sul piano dei singoli rapporti individuali allo stesso modo allo stesso modo e con la stessa efficacia di un contratto collettivo aziendale", sostituendo alle clausole del C.C.N.L. in vigore quelle più favorevoli di natura aziendale, come previsto dall'art. 2077 comma 2 c.c., secondo cui le clausole difformi dei contratti individuali, preesistenti o successivi al contratto collettivo, sono sostituite di diritto da quelle del contratto collettivo, salvo che contengano speciali condizioni più favorevoli ai prestatori di lavoro (cfr. Cass. n. 31.204/2021, n. 6295/2017, n. 26.107/2007 e n. 6690/1996)*.

L'ammontare accantonato include gli importi definiti in sentenza per i ricorrenti, ma anche quelli conteggiati per tutti gli altri dipendenti e gli assegnisti dell'Istituto, ovvero tutti i soggetti che usufruiscono del buono pasto, relativamente al periodo dal 21/09/2020, data della sospensione dell'erogazione a seguito della comunicazione della Direzione Generale, a tutto il 2023.

Fondo L. 234/2021 art. 1, comma 310, l.c "Valorizzazione del personale tecnico-amministrativo". Le risorse per la valorizzazione del personale tecnico-amministrativo sono state assegnate con DM 1091 del 19 settembre 2022. Il decreto cita la legge di bilancio 2022 e in particolare l'articolo 1, comma 310, lettera c), che prevede che "*il fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca, di cui all'articolo 7 del decreto legislativo 5 giungo 1998, n. 204, è incrementato di 90 milioni di euro per ciascuno degli anni 2022, 2023 e 2024 e di 100 milioni di euro annui a decorrere dall'anno 2025, di cui (…) c) 20 milioni di euro a decorrere dall'anno 2022 sono finalizzati alla valorizzazione del personale tecnico-amministrativo degli enti pubblici di ricerca vigilati dal Ministero dell'università e della ricerca in ragione delle specifiche attività svolte nonché al raggiungimento di più elevati obiettivi nell'ambito della ricerca pubblica*". L'articolo precisa inoltre che "*gli enti pubblici di ricerca provvedono all'assegnazione delle risorse al personale in ragione della partecipazione dello stesso ad appositi progetti finalizzati al raggiungimento di più elevati obiettivi della ricerca, nel limite massimo pro capite del 15 per cento del trattamento tabellare annuo lordo, secondo criteri stabiliti mediante la contrattazione collettiva integrativa […]*".

Le risorse assegnate all'Istituto nell'ambito dell'art. 1 comma 310 lettera c) ammontano a **457.166 euro**, quale accantonamento 2023 per la valorizzazione del personale tecnico - amministrativo ex. L. 234/2021 art. 1 c. 310 lettera c (confluito nella quota ordinaria del FOE 2023) in attesa della definizione dei criteri di assegnazione tramite contrattazione sindacale.

Nel corso del 2023 è stato inoltre costituito il **Fondo L. 234/2021 art. 1, comma 310, l.b** "Valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo", analogo al precedente, mediante un accantonamento di **531.534 euro** corrispondente al contributo MUR 2023 per la valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo espressamente dedicato all'espletamento di nuove procedure concorsuali ex. L. 234/2021 art. 1 c. 310 lettera b - Rif. Decreto MUR 234.2023.

Come sopra accennato in relazione ai commenti sulla movimentazione del Patrimonio netto, il **Fondo EMP per nuove attività di ricerca e servizio** è stato riclassificato come posta del passivo fra gli "Altri fondi per rischi ed oneri futuri". Esso è correlato all'avvio nel 2021 della nuova partnership sulla metrologia, EMP (*European Partnership on Metrology*), un'opportunità importante per incrementare il ruolo italiano nel futuro della metrologia europea.

INRiM, in quanto Istituto metrologico nazionale (NMI), svolge il ruolo di coordinamento per tutto il sistema Italia, fungendo da punto di riferimento anche per tutti gli altri soggetti (enti di ricerca, università e piccole e medie imprese) che per circa un terzo sono beneficiari dei finanziamenti in ambito metrologico. Poiché la partnership mira ad un superamento dei programmi quadro nell'ambito dell'art. 185 del TUE, al termine della partnership stessa, EURAMET richiedeva sin dal primo anno un robusto cofinanziamento secondo le regole di rendicontazione europea, ragion per cui l'organo di governo dell'ente aveva approvato l'accantonamento integrale della quota aggiuntiva di FOE destinata alle attività di valenza internazionale, ad un fondo appositamente creato, inizialmente posizionato all'interno del patrimonio netto.

L'individuazione della reale natura del fondo in questione, quale provvigione per la copertura di costi futuri legati al cofinanziamento richiesto dall'Europa nell'ambito della nuova partnership metrologica, che ha indotto ad operare la riclassifica a bilancio, è stata conseguita a seguito della deliberazione n. 6/2023/2 del 15 febbraio 2023, mediante la quale il Consiglio di Amministrazione dell'Ente ha fornito le **linee di indirizzo** circa l'utilizzo della quota complessivamente accantonata a questo specifico fondo, nonché di quella di competenza dell'esercizio 2023.

Le indicazioni sono state fornite con le dovute tempistiche, ritenendo necessario, per consentire una corretta pianificazione delle attività e degli investimenti scientifici, definire il quadro completo delle risorse a disposizione, rinvenienti da articolate e rilevanti fonti di finanziamento, tra cui il PNRR: il Consiglio di Amministrazione ha fornito indicazioni affinché venissero impiegate per i seguenti scopi:
- finanziamento dell'incremento dei prezzi relativi alle proposte PNRR selezionate e, in subordine, finanziamento di strumentazione complementare alle proposte stesse (1,4 milioni di euro);
- finanziamento di proposte PNRR non selezionate: *INRiM Quantum Programme e Infrastruttura per la qualità per le tecnologie energetiche emergenti* (3,21 milioni di euro);
- promozione della partecipazione a bandi altamente competitivi (per esempio ERC, EIC) e *seed*

proposals (0,45 milioni di euro).

Si rimanda, per un'illustrazione più nel dettaglio dell'utilizzo di queste risorse, alla sezione della Nota integrativa dedicata al Conto economico.

C Trattamento di fine rapporto di lavoro subordinato

Rappresenta l'effettivo debito, al netto delle liquidazioni erogate, per il trattamento di fine rapporto di lavoro subordinato maturato verso il personale a tempo indeterminato e determinato in conformità alla legge e ai contratti di lavoro vigenti.

Il fondo TFR è destinato al personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato a partire dal 1/01/2001 e al personale dipendente con rapporto di lavoro a tempo determinato alla medesima data. Di contro, il fondo TFS, nel quale confluiscono gli accantonamenti per indennità di anzianità, è destinato al personale dipendente con rapporto di lavoro a tempo indeterminato in essere al 31/12/2000.

Di seguito la tabella delle movimentazioni del fondo:

DETTAGLIO DEI FONDI TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO	SALDO AL 31/12/2022	Accan.to 2023	Utilizzi 2023	31/12/2023
Fondo TFR personale a tempo indeterminato	13.376.356	694.674		14.071.030
Fondo TFS personale a tempo indeterminato	1.445.710	435.656	- 641.051	1.240.315
Fondo TFR personale a tempo determinato	59.293	34.596	- 18.990	74.899
TOTALE FONDI TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO	**14.881.359**	**1.164.926**	**- 660.041**	**15.386.244**

Di particolare rilievo è **l'incremento del fondo TFR e del fondo TFS** rispetto all'esercizio precedente, generato dall'accantonamento dell'esercizio 2023. L'aumento è dovuto a diversi fattori quali il rinnovo contrattuale, il transito di quote precedentemente accantonate alla voce "TD" al tempo indeterminato per via delle stabilizzazioni che hanno avuto luogo nell'ultimo anno. Gli utilizzi di fondi per cessazioni di rapporto di lavoro hanno interessato esclusivamente il fondo TFS in quanto riguardanti unicamente cessazioni di rapporti di lavoro sorti ante 2000.

D Debiti

I debiti sono iscritti al valore nominale. I debiti espressi originariamente in valuta estera sono iscritti in base ai cambi in vigore alla data in cui sono sorti o alla data del documento; le differenze

cambio emergenti in occasione del pagamento dei debiti in valuta estera sono iscritte a Conto economico.

Di seguito, un dettaglio dei debiti:

DETTAGLIO DEI DEBITI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Debiti verso fornitori soggetti privati	2.846.334	1.050.865	1.795.469
Debiti verso fornitori fatture da ricevere	447.713	533.061	- 85.349
TOTALE DEBITI VERSO FORNITORI	3.294.046	1.583.926	1.710.120
Erario c/IVA istituzionale	16.026	48.123	- 32.097
Erario c/Iva commerciale	28.557	- 8.727	37.284
Debito Iva su Acquisti istituzionali Split Payment	423.825	223.617	200.208
Erario c/IRAP	184.022	208.201	- 24.179
Erario IRAP c/liquidazione	1.345	654	691
Erario ritenute c/Irpef	683.642	723.465	- 39.823
Erario ritenute Irpef c/liquidazione	7.057	4.169	2.889
Debiti per addizionale regionale	1.525	685	840
Debiti per addizionale comunale	397	293	104
TOTALE DEBITI TRIBUTARI	1.346.397	1.200.480	145.917
Debiti verso istituti di previdenza e di sicurezza sociale	728.245	823.953	- 95.708
Debiti verso INAIL	8.878	9.341	- 462
Ritenute assistenziali c/liquidazione	671	-	671
TOTALE DEBITI VS ISTITUTI DI PREVID. E DI SICUR. SOCIALE	737.795	833.294	- 95.499
Debiti verso altri Ministeri	320	259	60
Debiti verso altre Amministrazioni locali	85.877	83.017	2.860
Debiti verso l'Unione Europea	-	11.800	- 11.800
Debiti verso Università	487.500	-	487.500
Debiti vs dipendenti	14.345	11.295	3.050
Depositi cauzionali	10.677	10.677	-
Debiti diversi	58.665	7.796	50.868
Ritenute extraerariali c/liquidazione	265	-	265
Debiti v/professionisti	33.181	20.818	12.363
Rettifica per errata fattura elettronica	-	- 6.694	6.694
Debiti v/lavoratori autonomi	7.342	6.154	1.188
TOTALE DEBITI VERSO ALTRI	698.172	145.123	553.049
TOTALE DEBITI	**6.076.410**	**3.762.823**	**2.313.587**

La voce dedicata ai **debiti verso fornitori** registra un incremento complessivo di **1.710.120 euro** pari a circa il 108% rispetto all'esercizio precedente, a causa della concentrazione degli acquisti nell'ultimo mese dell'esercizio 2023.
I fornitori privati con maggiore esposizione sono riepilogati nella seguente tabella:

DETTAGLIO DEI DEBITI VS FORNITORI PRIVATI	31/12/2023
Mettler Toledo S.p.A.	106.130
Thermo Fisher Scientific S.p.A.	78.730
Centre Nationale de la Recherche Scienfique	262.500
Laser Optronic srl	162.657
Attocure System AG	138.100
Novaria Tecnologie srl	124.000
Serim Impianti srl	166.748
Thales (TRT)	150.000
AGSM Aim Energia S.p.A.	108.838
LioniX International	225.000
Fundacio Institut des Sciences Photoniques	375.000
Altri	948.631
Totale fornitori soggetti privati	2.846.334

E' opportuno in questo contesto richiamare la Legge 30 dicembre 2018 n. 145 "Legge di bilancio 2019", come modificata dal decreto legge 6 novembre 2021, n. 152, e in particolare il comma 859 lettera a, in base al quale si devono applicare riduzioni ai costi per consumi intermedi, in misura variabile, in caso di mancata riduzione del debito scaduto rispetto all'esercizio precedente o di mancata riduzione dei tempi medi di pagamento.

I principi contenuti nella suddetta legge sono stati richiamati nella circolare MEF-RGS n. 17 del 7 aprile 2022 e nella circolare n. 15 del 05 aprile 2024.

Nel corso delle verifiche di cassa effettuate in corso d'anno dall'organo di controllo e, in particolare, in occasione dell'ultima, svoltasi in data 20 febbraio 2024, il Collegio dei Revisori dell'Ente ha preso atto che alla sezione "Amministrazione trasparente" del sito web dell'Istituto sono stati pubblicati tutti gli **indicatori** trimestrali dei **tempi medi di pagamento** e l'indicatore annuale 2023. Il dato ufficiale annuale della PCC attesta un anticipo di **– 9 giorni**. Inoltre, lo ***stock***

del debito annuale risultante da PCC è pari a **4.950 euro**, dato ampiamente inferiore al 5% dell'ammontare delle fatture ricevute nel corso dell'esercizio, pari a 15,89 milioni di euro.
Entrambi gli indicatori annuali hanno quindi rispettato i limiti di cui all'art. 4 del D.Lgs. 9 ottobre 2022, n. 231.

La tabella seguente riporta i valori relativi agli indici trimestrali di tempestività dei pagamenti, nonché il valore annuale e l'ammontare dello stock dei debiti commerciali, come risultanti sulla PCC. Come per le altre informazioni fornite nella Nota integrativa, i valori sono confrontati con quelli dell'esercizio precedente. Come anticipato nella sezione introduttiva della Nota, è inoltre inserito tra gli allegati il prospetto previsto dall'art. 41, comma 1 del D.L. n. 66/2014, convertito con modificazioni dalla legge n. 89 del 23 giugno 2014.

Descrizione	2023	2022
Indicatore tempestività dei pagamenti – I trimestre	-3,57	-6,42
Indicatore tempestività dei pagamenti – II trimestre	-2,37	-4,09
Indicatore tempestività dei pagamenti – III trimestre	-10,68	-2,61
Indicatore tempestività dei pagamenti – IV trimestre	-11,52	-7,61
Indicatore annuale	-9	-5
Stock debito al 31.12	4.950	34.971

La voce sui **debiti tributari** accoglie i debiti per iva, IRAP, ritenute Irpef e addizionali regionali e comunali, mentre alla voce **debiti verso istituti di previdenza e di sicurezza sociale** vengono registrati i debiti verso l'INPS e verso l'INAIL. L''incremento dell'IVA da versare su acquisti "split payment" pari a **200.208 euro** è correlato all'incremento del saldo Vs fornitori privati rispetto al precedente esercizio.

Infine, la voce **altri debiti** registra un complessivo incremento di **553.049 euro**, (+381%) sostanzialmente rappresentato dal debito verso Università dettagliato come segue:

DETTAGLIO DEI DEBITI VS UNIVERSITA'	31/12/2023
Universitaet Hamburg	112.500,00
Sorbonne Université	150.000,00
AV Universiteit Gent - Vakgroep Informatietechnologie	225.000,00
Totale debiti verso Università	487.500,00

Trattasi di versamenti di quote del progetto Horizon Europe "Quantify", di cui l'Ente è coordinatore, nei confronti di altri istituti universitari coinvolti, eseguiti nel mese di gennaio 2024 a seguito di somme ricevute dalla Commissione Europea nel dicembre 2023.

E Ratei e risconti passivi

Nella voce Ratei e risconti passivi sono iscritti rispettivamente i costi di competenza dell'esercizio esigibili in esercizi successivi e i proventi percepiti entro la chiusura dell'esercizio, ma di competenza di esercizi successivi.
Si riporta nuovamente in questa sezione la spiegazione riguardo alla valutazione dei progetti già inserita nel paragrafo dedicato ai ratei e risconti attivi.

Sono iscritte in queste voci solamente quote di costi e proventi, comuni a due o più esercizi, l'entità dei quali varia in ragione del tempo.
La valutazione dei progetti è effettuata secondo il metodo della "commessa completata" che prevede il riconoscimento dei ricavi in misura pari ai costi sostenuti.
Per i ratei e risconti di durata pluriennale, sono state verificate le condizioni che ne avevano determinato l'iscrizione originaria, al fine di apportare eventuali rettifiche, ad oggi non ritenute necessarie.

La competenza assume particolare rilievo nelle seguenti gestioni:

- Progetti e ricerche finanziati o cofinanziati da terzi: i progetti dell'Istituto sono valutati secondo il metodo della commessa completata che prevede alla fine di ogni esercizio il confronto tra ricavi e costi. Se i costi sono maggiori dei ricavi, è iscritto un rateo attivo per la differenza; se invece i ricavi sono maggiori dei costi, è iscritto un risconto passivo per la differenza.
- Contributi da terzi e con risorse proprie per immobilizzazioni: nell'attivo dello Stato patrimoniale sono determinati risconti passivi a copertura degli ammortamenti futuri riferiti agli interventi o acquisizioni realizzate, sia nel caso di contributi ricevuti da terzi sia nel caso di finanziamenti con risorse interne, limitatamente alle immobilizzazioni antecedenti alla redazione dello Stato patrimoniale iniziale.

Le commesse possono essere suddivise in due tipologie principali: commesse istituzionali e commesse conto terzi.
Sono considerate commesse istituzionali le commesse relative a progetti di ricerca e quelle finanziate dall'Unione europea e da altri enti finanziatori istituzionali. Anche i nuovi progetti PNRR avviati nel corso dell'esercizio 2022 rientrano in questa categoria. Le commesse per conto terzi sono svolte nel prevalente interesse del committente (indifferentemente pubblico o

privato).
Questi i criteri principali utilizzati per la valorizzazione delle commesse e dei progetti:

Costi:

- i costi presi in considerazione sono solamente quelli diretti, tra i quali non viene ricompreso il costo del personale dipendente a tempo indeterminato;
- l'eventuale acquisto di apparecchiature tecnico-scientifiche o erogazione di borse di studio/assegni di ricerca relativi alla commessa sono ad essa interamente attribuiti;
- vengono inoltre considerati i costi generali di struttura calcolati rispettivamente come il 20% del finanziamento/corrispettivo previsto; questa percentuale, a partire dall'esercizio 2021 risulta incrementata rispetto agli esercizi precedenti (era infatti del 6%). La quota aggiuntiva pari al 14% va interamente a sostegno dell'operatività della Direzione Scientifica;
- i costi sono rilevati a Conto economico per competenza nell'anno in cui sono sostenuti.

Ricavi:

- le somme riconosciute per i progetti di ricerca vengono rilevate a ricavo a seconda della natura commerciale o istituzionale dei progetti stessi, al momento della fatturazione o dell'acquisizione formale della somma da incassare, indipendentemente dallo stato di avanzamento del progetto;
- a fine esercizio gli eventuali ricavi registrati in eccedenza rispetto alla quota di costi sono riscontati negli esercizi successivi fino al completamento della commessa.

DETTAGLIO DEI RATEI E RISCONTI PASSIVI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Risconti passivi	221.593	2.568	219.024
Risconti passivi per beni migrati (conto tecnico per operazioni di chiusura)	19.611.433	20.768.582	- 1.157.148
Risconti passivi per contributi COFI per investimenti	3.060.859	3.753.527	- 692.668
Risconti passivi per contributi per investimenti	9.035.524	3.265.615	5.769.908
Risconti passivi per progetti e ricerche finanziate o co-finanziate in corso	25.075.618	17.517.546	7.558.072
TOTALE RATEI E RISCONTI ATTIVI	**57.005.027**	**45.307.839**	**11.697.189**

La voce “Risconti passivi” è interamente costituita dal risconto dall'esercizio 2023 al 2024 del ricavo per Premialità VQR 2015-2019 di cui al DM 690/2023 erogato dal MIUR in agosto 2023.
Il Decreto ha disposto il riparto di una somma complessiva pari a 30 milioni tra gli EPR vigilati dal MUR e i termini e le modalità di calcolo delle quote da assegnare a ciascun Ente hanno tenuto conto degli esiti della Valutazione della Qualità della Ricerca per gli anni dal 2015 al 2019. All’Istituto sono stati assegnati **221.593 euro**, ininfluenti sul risultato dell’esercizio poiché integralmente riscontati all’esercizio 2024 per l’attuazione di attività di terza missione e pubblicazioni *open access*, secondo quanto stabilito dal Consiglio di Direzione.

La voce “risconti passivi per progetti e ricerche finanziate o co-finanziate in corso” subisce un incremento del 43,15% per via del maggior valore di progetti avviati nel 2023 rispetto all’esercizio precedente.

La voce “risconti passivi per contributi per investimenti” rileva un significativo incremento rispetto all’anno precedente, con una variazione netta pari a 5.769.908 euro (+ 177%). Come per il 2022, sono qui inclusi i 443.107 euro di competenza 2023 di cui al DM 737 del 25 giugno 2021 relativo al “Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma Nazionale per la Ricerca (PNR)”, nonché i contributi di competenza per la realizzazione del progetto Metro-Inn e della costruzione del Padiglione 2.0.

La novità è però rappresentata dai risconti di altri importanti contributi agli investimenti assegnati all’Istituto dal MUR, quali ad esempio quello destinato all’apertura delle nuove sedi di Firenze e Matera e all’avvio del progetto Double Axe, per i quali si rimanda alla sezione dedicata ai ricavi.

La voce “risconti passivi per beni migrati” viene riportata di anno in anno come conto tecnico relativo agli ammortamenti dei beni acquisiti in bilancio dalla precedente contabilità finanziaria.

INRiM ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA

Analisi delle voci di Conto economico

A.1 ricavi delle vendite e delle prestazioni

Questa voce di bilancio risulta sostanzialmente invariata rispetto all'esercizio precedente, passando da un totale di 3.739.108 euro nel 2022 a **3.744.558 euro nel 2023**. Come verrà illustrato nel dettaglio qui di seguito, risultano sensibilmente aumentate le voci relative a proventi da ricerca commissionata, in particolare verso imprese italiane e istituzioni UE, mentre subiscono una flessione i ricavi da attività di certificazione.

A. 1 RICAVI DELLE VENDITE E DELLE PRESTAZIONI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Proventi derivanti dallo sfruttamento di brevetti	8.877	7.612	1.265
Proventi da servizi per formazione e addestramento	19.945	16.528	3.417
Proventi da consulenze	8.270	600	7.670
Proventi da analisi e studi nel campo della ricerca	947.400	1.040.203	- 92.804
Proventi dallo svolgimento di attività di certificazione	1.626.974	1.776.222	- 149.248
Proventi da ricerche commissionate da imprese italiane	767.750	675.469	92.281
Proventi da ricerche commissionate da istituzioni UE	234.643	182.578	52.065
Proventi da ricerche commissionate da Paesi UE	39.028	16.193	22.835
Proventi da ricerche commissionate da Resto del Mondo	55.575	22.034	33.541
Proventi da ricerche commissionate da Amministrazioni pubbliche italiane	36.096	1.669	34.428
TOTALE ALTRI RICAVI E PROVENTI	**3.744.558**	**3.739.108**	**5.451**

Nel dettaglio, la voce risulta essere così composta:

- **Proventi derivanti dallo sfruttamento di brevetti, da attività di formazione e da consulenze per 37.092 euro (24.740 nel 2022)**. I ricavi sono relativi alle royalties di un contratto di licenza mentre le attività di formazione e consulenza rientrano nella più ampia categoria dell'attività commerciale dell'Ente e del ventaglio di servizi offerti alle imprese.

- **Proventi da analisi e studi nel campo della ricerca per 947.400 euro (1.040.203 nel 2022)**. Rientrano in questa voce i proventi derivanti da contratti per la realizzazione di progetti di ricerca industriale che, come accade per gli altri progetti di attività istituzionale dell'Istituto, sono calcolati con il metodo della commessa completata. Tali commesse sono prestazioni a favore di terzi e consistono in attività di ricerca, di consulenza, di progettazione, di sperimentazione, di verifica tecnica, di cessione di risultati di ricerca, di formazione e di servizio, avvalendosi delle proprie competenze e risorse, dietro pagamento di un corrispettivo o tariffa.

Si segnala in particolare che l'esercizio 2023 ha visto la piena attività del nuovo contratto "*Time Service Provider*", avviato nel 2022, nell'ambito del quale l'INRIM ha coordinato il design e lo sviluppo del *Galileo Time Service Provider* (TSP), la principale infrastruttura di tempo di Galileo dedicata alla sincronizzazione del tempo di Galileo con l'ora esatta internazionale. Lo *Specific Contract 2* firmato con Spaceopal, su fondi dell'Agenzia dell'Unione Europea per il Programma Spaziale (EUSPA), ha durata quinquennale e terminerà il 31 dicembre 2026. Tale contratto prevede l'estensione delle attività del TSP, confermando l'utilità del servizio offerto da tale *facility* di tempo, nonché la strategicità di tale elemento all'interno del Sistema Galileo. Solo per questo contratto, nel 2023 sono stati registrati nuovi ricavi per 819.061 euro.

- **Proventi dallo svolgimento di attività di certificazione per 1.626.974 euro (1.776.222 nel 2022).** L'attività di certificazione è strettamente connessa al ruolo di ente metrologico nazionale rivestito dall'Istituto poiché in quanto tale, l'INRiM fornisce al Sistema Paese la riferibilità dei risultati delle misure attraverso un'articolata attività di taratura misura e prova, offrendo oltre 400 differenti tipi di servizi nel campo della meccanica, della termodinamica, del tempo e frequenza, dell'elettricità, della fotometria e dell'acustica.

Il valore del fatturato per il 2023 registra una riduzione di circa l'8,4% rispetto all'esercizio precedente. Il dato è significativo considerando che che a partire dall'esercizio 2022 l'Istituto ha adottato un nuovo tariffario, che prevede un incremento *flat* del 10% sul prezzo dei servizi offerti.

Seguono poi i proventi da ricerche commissionate, classificati a seconda della provenienza geografica del committente. Anche questi contratti, come quelli per analisi e studi nel campo della ricerca, sono calcolati con il metodo della commessa completata, conseguentemente, il saldo finale dei conti è dato dai ricavi di competenza dell'esercizio al netto delle scritture di *cost to cost* di apertura e chiusura.

- Proventi da ricerche commissionate da imprese italiane per 767.750 euro (675.469 nel 2022). Come accennato nella parte introduttiva di questa sezione, la voce di ricavo relativa alle ricerche commissionate da imprese italiane è tra quelle che hanno maggiormente inciso sull'incremento complessivo della voce di bilancio dedicata ai ricavi da ricerche commissionate.

Tra i nuovi contratti avviati nell'esercizio 2023 si segnala in particolare quello per il progetto "Chiroc", per un valore complessivo pari a 620.000 euro, commissionato da Leonardo S.p.A. per lo sviluppo di un prototipo di orologio ottico microstrutturato a vapori atomici caldi (*clock on a chip*) per applicazioni avioniche.

- **Proventi da ricerche commissionate da Istituzioni UE per 234.643 euro (182.578 nel 2022).** Questa voce specifica, insieme alla precedente, è quella che ha maggiormente contribuito all'incremento totale dei ricavi da vendite e da prestazioni di servizi rispetto all'esercizio 2022. L'ammontare dei ricavi su questa voce è infatti aumentato di circa 52.000 euro rispetto all'anno scorso.
La voce si riferisce integralmente ai ricavi ricevuti dall'ESA per la realizzazione del progetto "ATOM", finalizzato alla realizzazione di un prototipo dimostratore di un sensore ottico per il programma di telecomunicazioni ARTES, e del progetto "LIG-A Cube" (*Pre-Phase A for a Cubesat Mission to Demonstrate the Lig-A Accelerometer*).

- **Proventi da ricerche commissionate da paesi UE per 39.028 euro (16.193 nel 2022).** La voce accoglie i proventi ricevuti da GMV Aerospace et Defence SAU in relazione al contratto "TGVF-X", quelli ricevuti dal CNES, Centre Spatial de Toulouse, in relazione al contratto "GRCMS" e infine i proventi ricevuti da Space Tech GmbH per la collaborazione nell'implementazione del *"Proof-of-Concept Test for the Off-Axis Retroreflector Interferometer Configuration for NGGM",* nell'ambito di un contratto finanziato dall'ESA.

- Proventi da ricerche commissionate dal resto del mondo per 55.575 euro (22.034 nel 2022). La voce accoglie i ricavi provenienti dal NIM, National Institute of Metrology, per il contratto denominato "*Nimtes"* e quelli relativi al contratto di ricerca stipulato con la Princeton University per la realizzazione del progetto "*Ptolemy"*.

- Proventi da ricerche commissionate da Amministrazioni pubbliche italiane per 36.096 euro (1.669 del 2022). La voce è relativa ai ricavi del progetto "LIG/A", commissionato dall'Università di Pisa e a quelli del progetto QuantumRadar, commissionato nel 2023 dal Ministero della Difesa.

A.5 altri ricavi e proventi con separata indicazione contributi c/e

La sottosezione "A.5.a – Altri ricavi e proventi", subisce complessivamente un incremento rispetto all'esercizio precedente, poiché passa da 2.360.934 euro del 2022 a **3.339.176 euro del 2023**.
La tabella seguente include il dettaglio delle voci che compongono questa sezione, voci che verranno illustrate subito di seguito.

A. 5a ALTRI RICAVI E PROVENTI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Trasferimenti correnti da INPS	41.814	-	41.814
Ricavi per riduzione fondo EMP - Nuove attività di ricerca e servizio	130.525	-	130.525
Ricavi per riduzione fondo contenziosi del personale eccedente	739.656	-	739.656
Ricavi per beni migrati (conto tecnico per operazioni di chiusura)	1.157.148	1.185.009	- 27.861
Contributi COFI per investimenti (conto tecnico per operazioni di chiusura)	462.220	448.898	13.322
Ricavi per spese autorizzate in COFI (utilizzo Altri fondi per oneri derivanti dall'impianto dello stato patrimoniale)	74.148	42.833	31.315
Ricavi per spese autorizzate in COFI	69.580	69.580	-
Locazioni di altri beni immobili	272.281	269.413	2.868
Altri indennizzi di assicurazione contro i danni	-	6.640	- 6.640
Altri indennizzi di assicurazione n.a.c.	65	4.205	- 4.141
Rimborsi ricevuti per spese di personale	20.760	20.610	150
Entrate per rimborsi di imposte indirette	2.444	2.502	- 58
	-	-	-
Rimborsi ricevuti per costi relativi all'attività di certificazione	581	147	433
Entrate da donazioni Cinque x 1000	-	-	-
Entrate da altre donazioni in denaro	2.500	2.500	-
Donazione e lasciti di beni	4.714	4.555	158
Rimborsi per spese di pubblicazione gare	3.629	-	3.629
Sopravvenienze attive attività istituzionale	53.766	57.079	- 3.313
Indennizzi assicurativi	-	3.266	- 3.266
Sopravvenienze attive attività commerciale	-	29	- 29
Arrotondamenti positivi	-	4	- 4
Insussistenze attive (insussistenze di passività)	-	7.904	- 7.904
Abbuoni positivi	0	-	0
Rimborso per acquisto di servizi per conto di terzi	227.834	235.759	- 7.925
Costituzione di depositi cauzionali o contrattuali di terzi	71.213	-	71.213
Restituzione di depositi cauzionali o contrattuali presso terzi	4.300	-	4.300
TOTALE RICAVI DELLE VENDITE E DELLE PRESTAZIONI	**3.339.176**	**2.360.934**	**978.242**

Il trasferimento corrente da INPS si riferisce ad un trasferimento di quote di TFR per personale già in mobilità, la cui cifra è stata contestualmente accantonata al fondo TFR.

Seguono poi i ricavi di competenza dell'esercizio relativi all'utilizzo del fondo "EMP – Nuove attività di ricerca e servizio", a seguito della Deliberazione del CdA 6/2023/2 del 15 febbraio 2023, di cui si è trattato nella sezione della nota integrativa dedicata alle passività dello Stato Patrimoniale.

Di particolare rilievo nell'esercizio 2023 è la voce successiva, ovvero quella dedicata ai **ricavi per riduzione del fondo contenziosi del personale eccedente**, per un importo pari a 739.656 euro.
Sul punto si dà specifica applicazione all'OIC 31 (paragrafo 47), che cita "*La rilevazione contabile di una eccedenza del fondo dipende dalla natura del rischio o passività a fronte dei quali è stato stanziato l'accantonamento. Se l'eccedenza si origina a seguito del positivo evolversi di situazioni che ricorrono nell'attività di una società, l'eliminazione o riduzione del fondo eccedente è contabilizzata fra i componenti positivi del reddito della classe avente la stessa natura, in cui era stato rilevato l'originario accantonamento*".
Il ricavo è pertanto iscritto a bilancio alla voce *A.5 b) – Altri ricavi e proventi.*

I fatti che hanno portato alla rilevazione dell'eccedenza sul fondo contenzioso del personale sono legati ad una procedura concorsuale ex. art. 15 bandita nell'anno 2008.
Come premessa, va rammentato che il fondo, costituito nel 2018, ammontava alla fine di quell'esercizio a 1.348.246 euro. L'incremento di 1.335.365 euro rispetto al valore iniziale risultava essere così ripartito:

- 272.000 euro sentenza 1393/2018;
- 846.264 euro importi ulteriori da contenzioso *ex art. 15*;
- 192.401 euro accantonamento previsto a budget;
- 24.701 euro contenzioso Qui Group.

L'accantonamento a fondo *ex art. 15*, tenuto conto che si riferiva ad un contenzioso articolato, e in parte solo potenziale, era stato parametrato all'80% dell'importo totale stimato per il caso peggiore possibile, in una condizione informativa ancora imperfetta (c.d. *worst case scenario*).

In sede di chiusura del bilancio 2020, il fondo era stato ridotto per 545.550 euro, a seguito di una prima rilevazione dell'eccedenza del fondo.

Il contenzioso *ex Art. 15* riguardava infatti due fattispecie distinte:

a. procedure *ex art. 15* decorrenti dall'1.1.2006. A seguito della sentenza n. 1393/2018, erano stati liquidati gli importi, stabiliti in giudizio, dovuti ai ricorrenti per complessivi 272.000 euro. La sentenza, sentita l'Avvocatura dello Stato, trovava immediata applicazione analogica al personale che integra i medesimi requisiti. Il corrispondente debito era pertanto certo nell'esistenza, e pressoché certo nell'ammontare, salvo una mera questione tecnica in corso di chiarimento con l'Istituto Previdenziale;

L'analisi delle operazioni effettuate nel 2019 aveva evidenziato che il pagamento dell'importo dovuto in giudizio a seguito della sentenza 1393/2018, 272.000 euro, non erano stati attinti dal fondo -come previsto dai principi contabili, il citato OIC 31- ma erano stati pagati in competenza dell'esercizio. Pertanto l'importo rappresentava un'eccedenza.

b. procedure *ex art. 15* decorrenti dall'1.1.2008. Per queste la situazione non appariva perfettamente definita e non appariva configurabile l'automatica estensione analogica del disposto della sentenza. In relazione a questo punto, si era proceduto alla verifica della permanenza delle condizioni di rischio da contenzioso e ad una puntuale quantificazione degli importi, passando da una stima basata sui valori della precedente sentenza ad una basata sulla puntuale ricostruzione delle carriere del personale potenzialmente interessato. Pertanto, verificato il permanere delle condizioni di rischio, la stima puntuale aveva consentito la revisione dell'importo da mantenere a fondo che, ancora mantenuto all'80% della somma riferita allo scenario peggiore, ovvero senza prescrizione contributiva, aveva evidenziato un'eccedenza rispetto le risorse accantonate per 273.550 euro.

Successivamente, nel corso dell'esercizio 2021, con decreto del Direttore Generale n. 253/2021, a seguito della sentenza del Tribunale di Torino, sez. Lavoro, n. 1393/2018 e dei successivi pareri dell'Avvocatura dello Stato ricevuti, si è provveduto a riconoscere l'inquadramento giuridico ed economico per i vincitori delle procedure selettive di cui all'art. 15 CCNL 2002-2005 per complessive otto posizioni, con decorrenza 1° gennaio 2008. La Direzione Generale ha dato infatti mandato agli uffici competenti di ricostruire, con successivi atti, le carriere degli aventi diritto e di liquidare le conseguenti differenze retributive non prescritte.
A valle della liquidazione degli arretrati da corrispondere, questo specifico contenzioso è dunque chiuso e si procedere alla liberazione dell'importo eccedente precedentemente accantonato che, come specificato in precedenza, ammonta a 739.656 euro.

Per completezza di informazione, si segnala che al 31/12/2023 permangono sul fondo gli importi relativi al contenzioso "Qui Group" e a quello per i buoni pasto iniziato a settembre 2020, quando la Direzione Generale aveva unilateralmente modificato una prassi consolidata presso l'Ente, sospendendo l'erogazione del buono pasto per le giornate lavorative inferiori alle 6 ore, atto a seguito del quale l'Istituto era appunto stato citato in giudizio da alcuni dipendenti.

Un'altra voce particolarmente rilevante di questa sottosezione è quella relativa alla sterilizzazione dei costi di ammortamento dei cespiti provenienti dagli esercizi precedenti, pari a 1.157.148 euro. A questi si aggiungono quelli relativi a spese di investimento autorizzate in contabilità finanziaria per 605.948 euro, legati tecnicamente alla transizione tra il sistema contabile finanziario e quello economico. Si tratta di iscrizioni destinate a evitare che l'impatto negativo del medesimo valore sia duplicato, prima in contabilità finanziaria e quindi in economica.

Sempre in questa categoria rientrano i ricavi relativi ai **contratti di locazione** su beni immobili per **272.281 euro**, sostanzialmente invariati rispetto all'esercizio precedente (269.413 nel 2022).
L'esame più nel dettaglio dei contratti in essere e dei relativi proventi riporta i seguenti dati:

- **Università degli studi di Torino**: locazione di una porzione del fabbricato e del primo piano dello stabile di Corso Massimo d'Azeglio 42 a Torino, sede storica dell'Istituto: 170.543 euro; locazione della palazzina principale e della palazzina denominata "ex Accademia Agricoltura", site in via Valperga Caluso 33/a a Torino: 69.667 euro.
- **Accredia, l'Ente Italiano di Accreditamento**: locazione di locali siti in Strada delle Cacce 91 a Torino, all'interno del campus INRiM: 27.659 euro.
- **SIAT, Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino**: locazione di locale al piano rialzato dell'edificio sito in Corso Massimo d'Azeglio 42 a Torino, sede storia dell'INRiM e già dell'allora IEN, Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris: 3.000 euro.
- **IRETI S.p.A**.: locazione di due cabine elettriche site in Corso Massimo d'Azeglio 42 e via Oddino Morgari 36/b a Torino: 1.411 euro.

Rientrano poi in questa voce i rimborsi ricevuti per costi sostenuti in relazione ad attività di taratura, per complessivi 21.341 euro (20.757 nel 2022) e gli indennizzi di assicurazione per 65 euro (14.111 nel 2022).

In continuità con quanto riportato nelle Note integrative degli esercizi 2021 e 2022, nel 2023 non si registrano ricavi per organizzazione di convegni e per quote associative.

Da evidenziare invece i rimborsi ricevuti per le utenze dai soggetti sopra menzionati, locatari degli immobili di proprietà dell'Istituto, per 227.834 euro (235.759 nel 2022).

La sezione accoglie infine le seguenti voci:

- Entrate derivanti da **"Contributi per il 5x1000" per 2.614 euro (2.345 nel 2022).** Tale importo è dato dalla sommatoria di quanto spettante per le scelte espresse dai contribuenti in sede di dichiarazione dei redditi 2023 (AF 2022) e l'importo proporzionale per le scelte generiche o inoptate, direttamente determinate dal Ministero erogante (Ministero dell'università e della ricerca per i soggetti che si occupano di ricerca scientifica e dell'università).

Il contributo spettante si evince ufficialmente dall' "*Elenco enti destinatari del contributo ammessi per Anno Finanziario 2021*", pubblicato dall'Agenzia delle Entrate.
L'appartenenza all'elenco dei destinatari di tali contributi è da intendersi permanente sino all'eventuale cambiamento del Rappresentante Legale nominato in istanza, ad oggi Prof. Diederik Sybolt Wiersma.

Tale entrata è registrata su progetto creato appositamente al fine di tracciare analiticamente gli utilizzi delle entrate da 5x1000, nell'anno effettivo di ricezione in quanto non c'è un atto formale di riconoscimento del diritto alla partecipazione al riparto come una delibera o una comunicazione scritta. Tuttavia, la stessa viene riscontata ad esercizio successivo in attesa di indicazioni sull'utilizzo da parte degli Organi. L'ammontare ricevuto nel 2023 va dunque a sommarsi a quello dei due esercizi precedenti, garantendo quindi una disponibilità complessiva per scelte di destinazione da parte degli Organi di governo per 10.294 euro.

- **Entrate derivanti da "Donazione in Denaro non vincolata"** devolute da un dirigente di ricerca dell'Istituto con sua Lettera Intenti Prot n. 12280 del 26/10/2020 e accettata dall'Istituto in osservanza a quanto previsto dall'art. 32 del Regolamento per l'Amministrazione, la finanza e la contabilità dell'INRIM, approvato con Deliberazione del Consiglio di amministrazione del 10 ottobre 2017 - Decreto del Presidente 74/2017 - Prot. n. 0007625 del 15/12/2017.
Anche la quota di competenza 2023 di questa specifica donazione, analoga a quella dell'esercizio precedente, ammonta a 2.500 euro.

Come già sottolineato nelle Note integrative ai bilanci degli esercizi dal 2020 in poi, il dirigente di ricerca in questione, appartenente alla Divisione "AE - Metrologia applicata e ingegneria" e ora in quiescenza è risultato vincitore del Premio istituito dalla Società Italiana di Fisica intitolato "**Premio Enrico Fermi 2020"** per aver dato un contributo unico per la ridefinizione del sistema internazionale delle unità di misura, in particolare mediante la determinazione della costante di Avogadro e della costante di Planck.
Ritenendo tale premio quale monito al potenziamento della ricerca scientifica, ha deciso volontariamente di donare il corrispettivo in denaro all'Ente di Ricerca di afferenza.

Trattasi pertanto di Liberalità così come intesa dall'art. 769 c.c., senza alcun vincolo di destinazione per la quale non è stato necessario redigere alcun atto pubblico in quanto dichiarata di modico valore anche in rapporto alle condizioni economiche del donante, come espressamente previsto dall'art. 783 del c.c. Come per le donazioni da 5x1000, non essendoci destinazione vincolata, l'importo non è stato accantonato a riserva vincolata tra le poste passive del patrimonio, bensì riscontato.

Con riferimento all'utilizzo della donazione, il Consiglio di Direzione dell'INRiM, nella seduta del 26 ottobre 2020, aveva stabilito di dedicare la donazione ad un premio per tesi di laurea per incentivare gli studenti a lavorare sui temi di ricerca dell'Istituto e, in prospettiva, aumentare l'attrattività del Dottorato in Metrologia, nonché di individuare, anche per il 2023 cinque premi da 500 euro ciascuno, da destinare a tesi di laurea discusse nel 2022 in ambiti pertinenti alla metrologia, con valenza su tutto il territorio nazionale.

A seguito di questa decisione l'INRiM ha pubblicato la selezione "Bando Laureati 2022 – Premio INRiM 2023 per tesi di laurea magistrale nell'ambito della scienza delle misure" e ha conferito i cinque premi da 500 euro ciascuno alle migliori tesi di laurea magistrale pervenute e valutate da un'apposita Commissione. L'esercizio 2023 è quindi l'ultimo nel quale ha avuto esito l'iniziativa, in quanto con i premi erogati quest'anno, la donazione ricevuta è stata definitivamente esaurita.

Inoltre, le **sopravvenienze attive** ammontano a 53.766 euro (57.108 nel 2022) e sono integralmente relative all'attività istituzionale. La quota più importante di questa voce riguarda un rimborso per IRES e IRAP relativo all'anno 2011 ricevuto dai liquidatori di COPA sc.r.l., per un ammontare pari a 29.000 euro. L'Istituto faceva allora parte del Consorzio Pubblico per l'accreditamento Società Consortile a r.l., poi sottoposto a liquidazione. A seguito della richiesta ricevuta dall'Agenzia delle Entrate, Direzione Provinciale I di Torino, Ufficio Territoriale di Torino 3, con nota protocollo 17462 del 9 febbraio 2016, attraverso cui l'Agenzia stessa richiedeva l'autorizzazione ai soci del Consorzio affinché il liquidatore potesse incassare il credito della società, l'allora Vice Presidente dell'Istituto autorizzava il liquidatore all'incasso del rimborso IRES e IRAP per l'anno 2011. Il Liquidatore, a gennaio 2023, ha versato all'INRiM quanto a suo tempo ricevuto, confermando così la chiusura dei rapporti tra l'Ente e COPA Scarl.
Le sopravvenienze attive accolgono inoltre importi per note di credito di fatture emesse in esercizi precedenti.

Infine, la voce accoglie 2.444 euro di **rimborsi di imposte** di registro dei contratti di locazione (2.502 nel 2022), 3.629 euro di **rimborsi per spese di pubblicazione di gara,** 4.714 euro (4.555 nel 2022) alla voce donazione e lasciti di beni, relativi alla quota di competenza della donazione dei beni dal Fritz-Haber Istitut del 2021 e 75.513 euro per **costituzione di depositi cauzionali o contrattuali di terzi** e restituzione di depositi cauzionali o contrattuali presso terzi. Tra questi, l'importo più rilevante è costituito dalla cauzione definitiva ricevuta dalla società Applied Microengineering LTD relativamente all'acquisto di un Wafer Bonder per il progetto PNRR iEntrance@ENL, per un importo pari a 47.733 euro.

La sottosezione "A.5.b – contributi c/e", è quella che maggiormente incide sull'incremento complessivo del valore della produzione del 2023 rispetto all'esercizio precedente, poiché il totale a bilancio passa dai 34,7 milioni del 2022 ai **37,5 milioni** del corrente esercizio, con una variazione in aumento pari all'8,14%.

La tabella qui di seguito elenca nel dettaglio le voci che compongono questa sezione ed è seguita da una descrizione puntuale per ciascuna.

A. 5b CONTRIBUTI C/E	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Trasferimenti correnti da MIUR (FOE)	24.456.210	24.382.633	73.577
Trasferimenti correnti da altri Ministeri	61.031	167.708	- 106.676
Trasferimenti correnti da enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca	431.740	292.526	139.214
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca	27.189	44.611	- 17.422
Trasferimenti correnti da MIUR (valenza internazionale)	3.300.040	5.030.000	- 1.729.960
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da MIUR	648.522	569.858	78.664
Trasferimenti correnti da MIUR (progettualità di carattere continuativo)	222.556	-	222.556
Trasferimenti correnti da altre Amministrazioni Centrali n.a.c.	7.366	-	7.366
Trasferimenti correnti da Università	198.890	211.528	- 12.638
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Regioni e province autonome	221.566	218.438	3.128
Altri trasferimenti correnti da altre imprese	140.815	5.510	135.305
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Istituzioni Sociali Private (Fondazioni italiane)	65.680	7.184	58.496
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da EURAMET	2.467.413	2.558.832	- 91.419
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Istituzioni UE	4.885.337	822.812	4.062.525
Altri trasferimenti correnti dall'Unione Europea	54.942	81.295	- 26.353
Trasferimenti correnti dal Resto del Mondo	114.332	77.994	36.338
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Resto del mondo	27.572	98.994	- 71.421
Contributi agli investimenti da Ministeri	168.485	90.263	78.222
Contributi agli investimenti da Istituzioni Sociali Private	86.720	96.828	- 10.108
TOTALE CONTRIBUTI C/E	**37.586.408**	**34.757.013**	**2.829.395**

In primis, tra i contributi in conto esercizio, si annovera il contributo **Ministero dell'Università e della Ricerca, per 23.616.873 euro (21.931.040 nel 2022)**, secondo quanto previsto dal **decreto di riparto del Fondo Ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca n. 789 del 21 giugno 2023**. Il contributo ordinario subisce quindi un incremento rispetto all'esercizio precedente di 1.685.833 euro.

L'**incremento** della quota ordinaria è però in realtà **soltanto apparente** poiché è la somma esatta delle quote assegnate all'Istituto nell'esercizio precedente per scopi specifici e con apposito decreto, riportate nella seguente tabella:

RISORSE CONFLUITE NELLA QUOTA ORDINARIA DEL FOE		
Decreto di riferimento	**Destinazione**	**Ammontare**
DM 250.2022	Stabilizzazioni	263.158
DM 250.2022	Extra FOE – in proporzione alla quota ordinaria	965.509
DM 1091.2022	Valorizzazione del personale tecnico – amministrativo, ai sensi della L. 234/2021 art. 1 comma 310 l. c	457.166
Totale		**1.685.833**

Le prime riguardano le risorse di cui al **Decreto Ministeriale n. 250 del 25 febbraio 2022**, che aveva ripartito le risorse aggiuntive del Fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca previste dalla Legge di bilancio 2022.

Si trattava di **30 milioni di euro** per ciascuno degli anni 2022, 2023 e 2024. In particolare, **2,5 milioni** sono **vincolati alla copertura dei costi per stabilizzare il personale** degli EPR vigilati dal MUR che ha i requisiti previsti dall'articolo 20, commi 1 e 2 del decreto legislativo 25 maggio 2017, n. 75.

I restanti 27,5 milioni di euro erano, invece, assegnati in proporzione alla quota ordinaria attribuita nella ripartizione del Fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca.
Il DM 250.2022 aveva dunque assegnato all'Istituto risorse aggiuntive di FOE come segue:

- nell'ambito dei 2,5 milioni vincolati alle stabilizzazioni: **263.158 euro**
- nell'ambito dei 27,5 milioni assegnati in proporzione alla quota ordinaria di FOE: **965.509 euro.**

Invece, le risorse per la **valorizzazione del personale tecnico-amministrativo** erano state assegnate con DM 1091 del 19 settembre 2022. Anche in questo caso, il decreto citava la legge di bilancio 2022 e in particolare l'articolo 1, comma 310, lettera c), che prevede che "*il fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca, di cui all'articolo 7 del decreto legislativo 5 giungo 1998, n. 204, è incrementato di 90 milioni di euro per ciascuno degli anni 2022, 2023 e 2024 e di 100 milioni di euro annui a decorrere dall'anno 2025, di cui (…) c) 20 milioni di euro a decorrere dall'anno 2022 sono finalizzati alla valorizzazione del personale tecnico-amministrativo degli enti pubblici di ricerca vigilati dal Ministero dell'università e della ricerca in ragione delle specifiche attività svolte nonché al raggiungimento di più elevati obiettivi nell'ambito della ricerca pubblica*". L'articolo precisa inoltre che "*gli enti pubblici di ricerca provvedono all'assegnazione delle risorse al personale in ragione della partecipazione dello stesso ad appositi progetti finalizzati al raggiungimento di più elevati obiettivi della ricerca, nel limite massimo pro capite del 15 per cento del trattamento tabellare annuo lordo, secondo criteri stabiliti mediante la contrattazione collettiva integrativa […]*".

Le risorse assegnate all'Istituto nell'ambito dell'art. 1 comma 310 lettera c) ammontavano a **457.166 euro** e nel 2023 sono confluite nell'assegnazione ordinaria del FOE.

Il delta rispetto al totale dei trasferimenti correnti da MUR è costituto dall'assegnazione per la **valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo**, per **839.337 euro**, di cui alla Legge 234/2021 art. 1 comma 310 lettera b, come modificato dall'articolo 1 comma 573 della Legge 29 dicembre 2022, n. 197.

Contrariamente a quanto si diceva pocanzi riguardo alle risorse per la valorizzazione del personale tecnico-amministrativo, per la valorizzazione di ricercatori e tecnologi si procede con un decreto *ad hoc*, che per il 2023 è il n. 234 del 5 aprile 2023.

L'art. 1 comma 2 del decreto precisa che, a decorrere dal 2023, è ripartita tra gli enti pubblici di ricerca vigilati dal Ministero dell'università e della ricerca la somma complessiva pari a 40 milioni di euro, a sua volta suddivisa in 30 milioni per la valorizzazione di ricercatori e tecnologi di ruolo di terzo livello in servizio al 1 gennaio 2023 e 10 milioni per ricercatori e tecnologi di ruolo di terzo livello aventi diritto alla riserva per l'accesso al secondo livello nell'ambito di procedure avviate dal 1 gennaio 2019. Sulla base delle unità di personale comunicate dagli enti per ciascuna categoria, le risorse assegnate ad INRiM ammontano a 531.534 euro (30 milioni) e a 307.803 euro (10 milioni). Le prime, destinate all'espletamento di nuove procedure, sono state opportunamente accantonate ad un fondo dedicato, analogo a quello già esistente a partire dall'esercizio 2022 per il personale tecnico-amministrativo.

Il medesimo decreto di riparto del Fondo Ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca conferma la quota assegnata all'INRiM per la **valenza internazionale,** che continua ad essere pari a **5.030.000 euro per il 2023**. Viene quindi riconfermata la quota di 1,25 milioni per la partecipazione a nome dell'Italia ai programmi comunitari di metrologia basati sull'art. 185 del Trattato dell'Unione Europea, nonché i 3,78 milioni già assegnati a partire dall'esercizio 2021 per 2,53 milioni di euro ed incrementati nel 2022 per il nuovo partenariato metrologico ***"EMP – European Partnership on Metrology".***

Si rammenta che la partecipazione italiana a questo programma è un'opportunità importante per incrementare il ruolo italiano nel futuro della metrologia europea. Infatti, una partecipazione italiana più forte al nuovo programma consentirà al Paese di rivendicare il peso che gli spetta nello scenario europeo in un settore di rilievo in particolare per l'industria manifatturiera, che – nonostante veda l'Italia al secondo posto dopo la Germania – sino ad oggi ha ricevuto solo un quarto dei fondi europei drenati da quest'ultima.

L'interesse dell'Italia ad incrementare la partecipazione italiana nella partnership era già stato confermato con la decisione del 15 ottobre 2020, trasmessa dal MUR alla Commissione Europea e ad EURAMET, attraverso cui il MUR ha confermato un *commitment* complessivo, per l'intero partenariato, pari a 49 milioni di euro.

Come verrà diffusamente illustrato in altre sezioni della Nota integrativa, ad esempio quella dedicata agli accantonamenti, il Consiglio di Amministrazione dell'Ente, con **deliberazione n.**

6/2023/2 del 15 febbraio 2023, ha fornito precise indicazioni circa l'utilizzo della quota 2023 destinata alla nuova partnership precedentemente prevista tra gli accantonamenti.

La delibera, richiamando gli ultimi tre Piani Triennali di Attività approvati, osservava come il potenziamento della metrologia e della ricerca metrologica finanziato da questa specifica quota di FOE, attuato attraverso un incremento dei livelli di attività, si traduce in maggiori costi di esercizio, collegati sia direttamente sia indirettamente all'attività di ricerca, di trasferimento tecnologico e, più ampiamente, di servizio metrologico.

Inoltre, il provvedimento sottolineava che, per consentire una corretta pianificazione delle attività e degli investimenti scientifici, si era ritenuto necessario definire il quadro complessivo delle risorse a disposizione, rinvenienti da articolate e rilevanti fonti di finanziamento, tra cui il PNRR. Per questa ragione, sia a conclusione dell'esercizio 2021 sia di quello 2022, erano stati accantonati a fondo dedicato 2,53 milioni di euro per questi scopi e anche nel budget 2023, approvato dallo stesso CdA con deliberazione n. 53/2022/9 del 22 dicembre 2022, se ne prevedeva l'accantonamento per pari importo.

Una volta delineato il quadro complessivo delle risorse a disposizione per le nuove attività metrologiche di ricerca e servizio, in particolare a conclusione delle procedure di selezione dei progetti PNRR, il Consiglio di Direzione dell'Ente, nella sua seduta del 3 novembre 2022, aveva avanzato delle proposte circa l'impiego delle risorse derivanti dalla partecipazione alla nuova partnership metrologica, proposte recepite dal CdA nella delibera oggetto della presente spiegazione.

Le linee di indirizzo riguardavano tutte e tre le annualità di contributo FOE – valenza internazionale, ovvero i 2,53 milioni di euro già accantonati a fondi nel 2021 e nel 2022, per un totale di 5,06 milioni di euro e i 2,53 milioni di euro stanziati tra gli accantonamenti nel budget 2023.

Con riferimento a quest'ultima quota il Consiglio di Amministrazione aveva stabilito di suddividerla come segue:

- **950.000 euro per incremento delle disponibilità dirette sui progetti**, in proporzione ai prelievi del 14% di *overhead* applicati negli esercizi 2021 e 2022;
- **880.000 euro per assegnazione di risorse sui servizi metrologici**, in proporzione all'incassato netto dell'ultimo esercizio (2022);
- **700.000 euro per iniziative strategiche del Presidente**.

Le indicazioni fornite dal CdA sono state recepite con la prima variazione al bilancio di previsione

2023, approvata dal CdA con deliberazione n. 21/2023/5 del 16 giugno 2023.

Altra conferma nell'ambito della dotazione FOE 2023 è l'assegnazione di **1.570.000 euro** per la **progettualità di carattere continuativo.**

A riguardo, si rammenta che nell'aprile 2022, con prot. 4712/2022, l'Istituto aveva presentato al Ministero due nuove proposte progettuali, che trovavano il loro fondamento nel fatto che gli Enti pubblici di ricerca sono chiamati oggi a dare il proprio contributo al progresso del Paese in una situazione complessa, che pone con maggiore forza ed urgenza esigenze di transizione energetica e circolarità dell'economia. Il contributo allo sviluppo delle conoscenze, specie quelle applicate, allo sviluppo di nuove tecnologie, richiede uno sforzo supplementare che l'INRiM auspicava che il Ministero potesse supportare.
Le due proposte progettuali presentate erano state integralmente finanziate nell'ambito della progettualità di carattere continuativo.

Per quanto concerne **"*Next-Generation Metrology*" (970.000 euro)**, nei pochi mesi intercorsi tra l'ufficializzazione del finanziamento della proposta e la conclusione dell'esercizio 2022, l'INRiM si era immediatamente attivato al fine di dare attuazione al presente programma, operazione particolarmente sfidante e complessa poiché "*Next-generation metrology*" richiedeva necessariamente un forte coinvolgimento progettuale da parte del personale (approccio *bottom-up*, a differenza di quanto succede nei progetti PNRR).

Durante la seduta del Consiglio di Direzione del 3 novembre 2022 erano state illustrate le finalità del programma ed era stato delineato il processo di selezione delle proposte da parte dei ricercatori dell'Istituto, che aveva incluso una raccolta preliminare delle proposte, seguita da un articolato processo di selezione gestito da esperti. In parallelo, era stato ritenuto opportuno istituire un **nuovo Settore Scientifico Omogeneo**, che riunisse e coordinasse il personale dedicato alle infrastrutture e quindi anche assistesse i vari gruppi nella realizzazione di questi progetti NEXT-GEN.

A seguito dell'esito della *peer-review*, le proposte finanziate, individuate dal loro *Principal Investigator* (PI) risultavano essere quelle riportate nella tabella qui di seguito, che fornisce un quadro completo delle aree metrologiche interessate dalle attività di "*Next-generation metrology*".

Area proposta progettuale	Settore
#01, mechanics (dimensions) for wind energy and wave energy;	AE02
#02, mechanics (forces and hardness) for wind energy and wave energy;	QN04
#03, mechanics (accelerations) for wind and wave energy devices;	AE02
#04, fluid dynamics (liquids) for liquid fuels (liquefied natural gas and biofuels);	-
#05, fluid dynamics (gas flow) for gas metering (including hydrogen);	AE04
#06, thermodynamics (temperature) for energy saving and thermal conditioning of the batteries;	ML05
#07, thermodynamics (humidity) for energy saving and aging (including that due to solar radiation);	AE04
#08, electrical engineering (voltages and currents in nominal operation) for electrical grid;	QN02
#09, electrical engineering (voltages and currents in abnormal conditions) for transformers and batteries;	QN02
#10, electrical engineering (magnetic properties) for mini-motors for sustainable micro-mobility;	ML05
#11, safety (electromagnetic compatibility and acoustic compatibility) of energy devices;	ML03
#12, safety (absence of pollutants and nano-particles) of chemical and food processes of the circular economy;	ML01
#12, safety (absence of pollutants and nano-particles) of chemical and food processes of the circular economy;	QN01
#13, cross-cutting theme of energy devices and circular economy processes	QN01
#13, cross-cutting theme of energy devices and circular economy processes	ML04

Il completamento dell'avvio del progetto "*Next-Generation Metrology*", caratterizzato in particolare, dal punto di vista scientifico, dalla selezione delle 14 proposte attuative e dalla creazione di una nuova struttura interdivisionale a supporto delle attività, **trovava riscontro anche nella gestione contabile del contributo a sostegno del progetto** che, come esplicitato nelle premesse, ammonta a 970.000 euro annui.

L'anno 2023 ha visto la piena attuazione di *Next-Generation Metrology*. Per ciascuna delle quattordici proposte attuative è stato istituito **un centro di costo ad hoc**, più un quindicesimo che fa capo direttamente alla Direzione Scientifica, con budget espressamente dedicato al coordinamento delle attività progettuali e alla disseminazione. Ai fini della rendicontazione e del monitoraggio **è stato inoltre attivato un unico Codice Unico di Progetto (CUP)**, in attuazione a quanto previsto dall'art. 41 del decreto legge 16 luglio 2020 n. 76 "*Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale*", che ha modificato la legge istitutiva del Codice Unico di Progetto (legge 16 gennaio 2003, n. 3, art. 11).

Infine, la quota di contributo assegnata all'Istituto nell'esercizio 2022 destinata all'attuazione del progetto, pari appunto a 970.000 euro, in sede di chiusura del bilancio di esercizio 2022 era stata opportunamente riscontata all'esercizio successivo secondo il metodo della "commessa completata", in uso presso l'Ente per la gestione di tutti i progetti di ricerca.

Il totale nel bilancio di esercizio 2023 è quindi il risultato delle scritture di *cost to cost* di apertura, dei ricavi di esercizio e delle scritture di *cost to cost* di chiusura, sia per questo progetto sia per l'altra proposta finanziata tramite la quota FOE per la progettualità di carattere continuativo, ovvero "***Better measurements for energy storage*" (600.000 euro).**

Anche in questo caso, nei pochi mesi intercorsi tra l'ufficializzazione del finanziamento della proposta e la conclusione dell'esercizio 2022, l'INRiM si era immediatamente attivato al fine di dare attuazione al progetto.

Questo programma al servizio del Paese è finalizzato anche ad avere una forte ricaduta sul panorama regionale piemontese, dove sono attivi una serie di centri molto riconosciuti su queste tematiche (Environment Park, Center for Sustainable Future Technologies di IIT, CO2 Circle Lab, SEASTAR Competence Center, Politecnico di Torino anche tramite Energy Center, Università di Torino). Per questa ragione, si riteneva fondamentale coinvolgere esperti esterni all'Istituto nel definire delle attività sinergiche alle realtà del territorio già attive nel tema dell'accumulo elettrico dell'energia, principalmente mediante batterie ed anche, in prospettiva, mediante i super-capacitori, mettendo a disposizione le competenze di ricerca metrologica dell'Istituto. I punti di fermi di questa operazione di ingaggio prevedevano che (a) gli esperti non fossero retribuiti; (b) tutte le attrezzature acquistate fossero inventariate ed installate in INRIM ed, infine, (c) eventuali posizioni a tempo determinato fossero bandite da INRIM.

Il contributo degli esperti esterni è stato quello di fungere da consiglieri, ma anche quello di essere direttamente coinvolti mediante associatura, con i membri dei loro gruppi, nell'attività stessa, in modo da realizzare dei gruppi di lavoro misti.

Al fine di dare avvio al programma, il Direttore scientifico aveva selezionato degli accademici del Politecnico di Torino e dell'Università di Torino, raccogliendo la loro disponibilità a fare parte di questo gruppo di lavoro. La prima riunione del gruppo si è svolta a febbraio 2023, nel corso della quale ha avuto luogo una estesa discussione in merito alle tematiche del progetto che ha evidenziato tre possibili linee su cui focalizzarsi prioritariamente: (1) sensori integrati all'interno delle batterie di nuova generazione; (2) certificazione metrologica e di prove per le batterie in condizioni reali e di malfunzionamento; (3) digitalizzazione (*digital twin*) delle batterie e/o di loro componenti critici (es. interfacce). Nel corso dell'esercizio 2023 si è proseguito col dare un'attuazione sempre più concreta al progetto.

Dal punto di vista della gestione contabile, gli ultimi mesi del 2022 sono stati dedicati alle attività preparatorie necessarie a garantire la piena operatività del progetto.

Come accennato in precedenza, l'INRiM, così come gli altri enti di ricerca vigilati dal MUR, aveva appreso del finanziamento del progetto "*Better measurements for energy storage*", per 600.000 euro nel 2022, con la pubblicazione del decreto di riparto del FOE 2022 (DM 571 del 21.06.2022), avvenuta in autunno. Conseguentemente, con la terza variazione al bilancio di previsione 2022, approvata dal Consiglio di Amministrazione dell'Ente con deliberazione n. 40/2022/7 del 31 ottobre 2022, l'Istituto aveva iscritto il contributo tra i ricavi del bilancio. Dal punto di vista dei costi, essendo ormai quasi in conclusione d'anno, se ne prevedeva un accantonamento integrale, nell'attesa che il progetto fosse pienamente operativo.

Il processo di attuazione ora descritto e caratterizzato dal pronto coinvolgimento degli esperti esterni, ha poi fatto sì che anche da un punto di vista contabile si potesse dare piena attuazione a "*Better measurements for energy storage*". E' stato innanzitutto istituito un centro di costo ad hoc, inoltre, ai fini della rendicontazione e del monitoraggio, è stato attivato un unico Codice Unico di Progetto (CUP), in attuazione a quanto previsto dall'art. 41 del decreto legge 16 luglio 2020 n. 76 "*Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale*", che ha modificato la legge istitutiva del Codice Unico di Progetto (legge 16 gennaio 2003, n. 3, art. 11).

Infine, la quota di contributo assegnata all'Istituto nell'esercizio 2022 destinata all'attuazione del progetto, pari appunto a 600.000 euro, in sede di chiusura del bilancio di esercizio 2022 è stata opportunamente riscontata all'esercizio successivo secondo il metodo della "commessa completata", andando quindi a sommarsi a quella assegnata per l'anno 2023.

Nell'ambito dei trasferimenti ricevuti dal MUR nell'anno 2023 vanno infine menzionate le risorse di cui al **Decreto Ministeriale n. 690 del 26 maggio 2023 destinate alla premialità in relazione alla VQR 2015-2019.** Il Decreto ha disposto il riparto di una somma complessiva pari a 30 milioni tra gli EPR vigilati dal MUR e i termini e le modalità di calcolo delle quote da assegnare a ciascun Ente hanno tenuto conto degli esiti della Valutazione della Qualità della Ricerca per gli anni dal

2015 al 2019. All'Istituto sono stati assegnati **221.593 euro**, ininfluenti sul risultato dell'esercizio poiché integralmente riscontati all'esercizio 2024 per l'attuazione di attività di terza missione e pubblicazioni *open access*, secondo quanto stabilito dal Consiglio di Direzione.

La tabella seguente riporta una sintesi delle varie voci che compongono l'assegnazione complessiva delle risorse assegnate dal Ministero dell'Università e della Ricerca in favore dell'Istituto nell'esercizio 2023, con l'indicazione della destinazione, del riferimento normativo e il confronto sulle analoghe voci con l'esercizio precedente.

Voce	Decreto	Esercizio 2022	Decreto	Esercizio 2023	Variazione
FOE assegnazione ordinaria	DM 571.2022	21.931.040	DM 789.2023	23.616.873	+ 1.685.833
FOE valenza internazionale Euramet	DM 571.2022	1.250.000	DM 789.2023	1.250.000*	-
FOE valenza internazionale EMP	DM 571.2022	3.780.000	DM 789.2023	3.780.000*	-
FOE progettualità di carattere continuativo – Next generation Metrology	DM 571.2022	970.000	DM 789.2023	970.000**	-
FOE progettualità a carattere continuativo – Better measurements for energy storage	DM 571.2022	600.000	DM 789.2023	600.000**	-
Extra FOE stabilizzazioni – 2,5 milioni	DM 250.2022	263.158		Assorbiti nella quota ordinaria	- 263.158
Extra FOE quota proporzionale ordinario – 27,5 milioni	DM 250.2022	965.509		Assorbiti nella quota ordinaria	- 965.509
Valorizzazione personale tecnico amministrativo (L. 234/2021 art. 1 c. 310 l. c)*	DM 1091.2022	457.166		Assorbiti nella quota ordinaria	- 457.166
Valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo (L. 234/2021 art. 1 c. 310 l. b)*	DD 1156.2023	765.760	DM 234.2023	839.336	-
Premialità VQR 2015 - 2019			DM 690.2023	221.593***	
	Totale	***30.982.633***		***31.277.802***	-

* influenti sul risultato di esercizio per complessivi 3.300.040 euro in quanto parzialmente riscontati all'esercizio successivo, secondo il metodo della commessa completata, in uso presso l'Ente per la gestione dei progetti di ricerca.

** influenti sul risultato di esercizio per complessivi 222.556 euro in quanto parzialmente riscontati all'esercizio successivo, secondo il metodo della commessa completata, in uso presso l'Ente per la gestione dei progetti di ricerca.

***ininfluenti sul risultato di esercizio in quanto integralmente riscontati all'esercizio successivo.

Sono rilevati in questa categoria anche i finanziamenti competitivi per i progetti di ricerca, valorizzati applicando il metodo della commessa completata. Per questi progetti, quindi, i ricavi di esercizio sono iscritti fino a concorrenza dei costi sostenuti per la loro realizzazione in base al

piano delle attività previsto dall'accordo di progetto. La quota di ricavo eccedente i costi sostenuti nel corso dell'esercizio viene riscontata a fine anno in sede di assestamento.

Nell'ambito dei finanziamenti competitivi, la quota di ricavi preponderante per l'Istituto è costituita dalle quote dei progetti in ambito metrologico ricevuti nel corso dell'esercizio da parte di **EURAMET**, complessivamente pari a **2.467.413 euro** (2.558.832 nel 2022). L'anno 2023 ha visto l'avvio della seconda call del nuovo programma di finanziamento, ovvero la partnership metrologica EMP, che ha fatto seguito al precedente programma EMPIR.

I ricavi 2023 su questi progetti per INRiM sono costituiti dai *pre-finance payments* per tutti i progetti avviati nel corso dell'esercizio, ossia quelli della call 2022 in base alle percentuali esplicitate nei rispettivi *Grant Agreements*. Si registrano poi i ricavi per i pagamenti intermedi (*interim payments*) dei progetti EMPIR della call 2020. Nel corso dell'esercizio sono stati inoltre registrati i ricavi per i pagamenti finali (*final payments*) dei progetti della call 2019 e di alcuni progetti delle call 2017 e 2018, che erano stati oggetto di proroga a causa della pandemia.

Con riferimento specifico proprio ai pagamenti finali dei progetti EMPIR, anche per il 2023 alcuni progetti conclusi hanno visto l'assegnazione di maggiori ricavi rispetto ai piani originari di progetto, dovuti essenzialmente a maggiori importi rendicontati e a minor costi sostenuti da altri membri del consorzio di progetto. Le quote eccedenti sono state ripartire secondo le indicazioni del Consiglio di Direzione dell'ente, formulate durante la seduta del 21 luglio 2021, ovvero con un'assegnazione del 30% alla Direzione Scientifica e del 70% al responsabile del progetto stesso, nel caso in cui INRiM è coordinatore del consorzio e con una ripartizione al 50% tra la stessa Direzione Scientifica e il referente del progetto, nei casi in cui INRiM è partner del consorzio.

Da segnalare in particolare i ricavi extra del progetto 17FUN03 USOQS per 40.018 euro, quelli del progetto 18SIB05 ROCIT per 35.334 euro e quelli del progetto 18HLT06 RaCHy per 82.093 euro.

La tabella seguente elenca nel dettaglio i progetti finanziati da EURAMET i cui ricavi sono di competenza dell'esercizio 2023. Il saldo finale di questa voce tiene conto dei ricavi sottoelencati, nonché delle relative scritture di rateo e risconto di apertura e chiusura.

Progetto	Settore	Tipologia	Ammontare
22HLT02 A4IM	ML02	Prefinance	156.750
22HLT04 MetrINO	ML04	Prefinance	148.500
22HLT05 MAIBAI	ML04	Prefinance	204.392
22HLT06 Genome-MET	ML04	Prefinance	264.000
22IEM01 TOCK	QN05	Prefinance	164.656

22IEM02 Direk-T	AE04	Prefinance	220.000
22IEM04 MQB-Pascal	AE01	Prefinance	137.500
22IEM06 S-CALeUp	QN04	Prefinance	110.000
22NRM04 e-TRENY	ML02	Prefinance	93.087
22NRM06 ADMIT	ML02	Prefinance	44.000
22RPT01 TracInd BVK-H	AE01	Prefinance	70.812
22RPT02 True8Digit	QN02	Prefinance	48.658
20NET01 Clean Energy	ML01	Interim	15.404
20NET02 Food-MetNet	QN01	Interim	50.334
20NRM03 DC GRIDS	ML02	Interim	24.990
20NRM05 iMet-MRI	ML04	Interim	25.010
20IND01 MetroCycleEU	ML04	Interim	35.962
20IND05 Qadet	QN04	Interim	102.506
20IND06 PROMETH20	AE04	Interim	86.247
20IND07 TracOptic	AE02	Interim	35.004
20IND10 Decarb	AE04	Interim	46.200
20IND13 SAFEST	AE01	Interim	57.487
20FUN01 TSCAC	QN05	Interim	37.492
20FUN02 Polight	QN04	Interim	38.850
20FUN03 COMET	QN02	Interim	45.019
20FUN06 MEMQuD	ML01	Interim	106.312
20FUN07 Super-Quant	QN02	Interim	51.235
20FUN08 NEXTLASER	QN05	Interim	39.900
17FUN03 USOQS	QN05	Final	94.018
17RPT03 DIG-AC	ML01	Final	9.831
18NET03 SEG-Net	ML02	Final	16.108
18NET05 MATHMET	ML02	Final	3.173
18SIB01 GeoMetre	AE02	Final	33.306
18SIB02 Real-K	AE04	Final	34.511
18SIB04 QuantumPascal	AE01	Final	45.567
18SIB05 ROCIT	QN05	Final	72.834
18SIB06 TiFOON	QN05	Final	41.694
18SIB08 ComTraForce	AE01	Final	39.018
18SIB10 chipSCALe	QN04	Final	24.007
18HLT05 QUIERO	ML02	Final	101.413
18HLT06 RaCHy	ML03	Final	142.084
19NRM07 HV-COM2	AE03	Final	12.054

Oltre ai ricavi sopraelencati, sempre nell'ambito di progetti EMPIR si registrano 10.760 euro per due *Research Mobility Grants*, stipulati con istituti metrologici europei nell'ambito dei seguenti

progetti EMPIR: 20FUN01 TSCAC e 18SIB02 Real-K. Questi grants, stipulati nell'ambito dei rispettivi progetti di ricerca, consentono a giovani ricercatori di svolgere parte della loro attività di ricerca per alcuni mesi all'estero, presso un altro istituto metrologico ospitante (cd. *Guestworking organization*).

Al di là dei ricavi nell'ambito dei progetti Euramet, la voce accoglie infine i seguenti proventi:

- Trasferimenti correnti da altri Ministeri per 61.031 euro (167.708 nel 2022), relativi alla convenzione di collaborazione scientifica stipulata con il Ministero dello Sviluppo Economico per lo sviluppo di metodi di validazione dei contatori di energia elettrica attiva in condizioni effettive, volti alla vigilanza del mercato e alla tutela dei consumatori e al progetto RilTeM, per il potenziamento del trasferimento tecnologico. Il progetto RilTeM ha visto la conclusione proprio nell'esercizio 2023, ha fatto seguito il nuovo progetto ConTeMi, sempre di durata biennale e con le medesime finalità;

- Trasferimenti correnti e proventi da enti e istituzioni centrali di ricerca per 458.929 euro (337.137 nel 2022), ricevuti dall'INFN per il progetto DartWars, dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale per il progetto "IZSPLV", da ENEA per "Metrofood PP" e per il progetto PNRR "Metrofood-IT" e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche per il progetto NIHL, oltre, come di consueto, alle quote di ricavo riscontate dall'esercizio precedente.

- Proventi da finanziamenti competitivi dal MUR per 648.522 euro (569.858 nel 2022).
La voce ha subito un aumento considerevole rispetto all'esercizio precedente per via dei numerosi progetti PRIN della call 2022 vinti dall'Istituto e avviati nel corso dell'anno 2023.
La tabella seguente riporta questi nuovi progetti con l'indicazione del settore di afferenza e dei relativi ricavi di competenza.

Progetto	Settore	Ricavi 2023
Extrastrong	AE03	65.000
Teephany	ML05	19.164
Rockfall	AE05	73.183
Mirable	AE05	78.992
Photag	ML01	111.789
Emperor	ML01	104.760
Heusler	ML05	63.595
CalQuState	QN02	101.262
DareDevil	ML01	50.000
Contrabass	QN05	81.361
Isotop	QN05	85.082

MetroSpin	ML05	78.751
U-MagFinger	ML05	67.750
Xvers.T.E.C.	ML05	123.149
Neurone	ML01	49.997
Aqute	QN04	129.688

Inoltre la voce accoglie le scritture di *cost to cost* di apertura e chiusura relative al progetto QuantERA "QClocks", al progetto PRIN della call 2017 "*Theoretical modelling and experimental characterization of sustainable porous materials and acoustic metamaterials for noise control*" e ai progetti PRIN dell'ultima call acquisiti dall'Istituto e avviati nel corso dell'esercizio 2022: "Petals", "Capstan", "Spin" e "Graphs".
Infine, questa voce accoglie l'anticipo, pari a 15.000 euro, per il progetto PNRR "InStruct" (*Intramolecular DNA-Structural Studies*);

- Trasferimenti correnti da Università per 198.890 euro (211.528 nel 2022), ricevuti dall'Università di Sarland per il progetto "AM2SoftMag", finanziato nell'ambito del nuovo programma quadro Horizon Europe, dal Politecnico di Torino per il progetto H2020 "MIDAS" e dall'Università degli Studi di Firenze per il progetto H2020 FET-OPEN "Pathos". La voce accoglie inoltre i ricavi da parte di Università degli Studi di Torino e Politecnico di Torino per la gestione dell'infrastruttura PiQuET, secondo quanto stabilito nella convenzione stipulata dai tre Enti.

- Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Regioni, Province autonome e fondazioni italiane per 221.566 euro (218.438 nel 2022), relativi alle scritture di *cost to cost* di apertura e chiusura dei due progetti INFRA-P "PiQuET" e "IMPreSA" e al progetto "Home", finanziato da Finpiemonte.

- Altri trasferimenti correnti da altre imprese per 140.815 euro (5.510 nel 2022), relativi ai risconti del progetto di ricerca LIFESAVER "*Living Impact on Fetal Evolution: Shelter-Analyze-Validate-Empower Regulations"* nonché ai ricavi di competenza di nuovi progetti avviati nel corso dell'esercizio 2023: "EQUO" (*European Quantum Ecosystem*), progetto della call Digital di Horizon Europe che vede l'Istituto membro di un consorzio di unidici partner guidato da Telecom Italia, "THOTH2" (*Novel methods of testing for measurement of natural gas and hydrogen mixtures),* anch'esso finanziato nell'ambito del Programma Quadro Horizon Europe e coordinato da SNAM Rete Gas S.p.A. e "ADEQUADE" (*Advanced, Disruptive and Emerging QUAntum technologies for Defense*), progetto guidato da Thales Alenia e finanziato nell'ambito dello European Defence Fund ;

- Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da Istituzioni Sociali Private (Fondazioni Italiane) per 65.680 euro (7.184 nel 2022), relativi a due nuovi progetti avviati nel corso del 2023

e finanziati dalla Compagnia di San Paolo ("ACoAF" e "Lasers") nonché ai risconti di apertura e chiusura di due progetti avviati nell'esercizio precedente e finanziati dalla stessa Compagnia di San Paolo e dalla Fondazione CRT, ovvero il progetto "*Quantum Metrology for Fundamental Physics*" e il progetto "ViRaDEP".

- Proventi e trasferimenti dall'Unione Europea e dalle Istituzioni Comunitarie per 4.940.279 euro (904.107 nel 2022), ricevuti per vari progetti di cui ai programmi di finanziamento ERC, HE, H2020 e MSCA. Come già menzionato per tutte le altre categorie di progetti calcolati con il metodo della commessa completata, il saldo finale della voce contempla i ricavi ricevuti nel corso dell'esercizio, nonché le scritture relative al rinvio dei ricavi a copertura dei costi di esercizi futuri.

Questa è la voce che nella sezione A5.b del bilancio subisce l'incremento maggiore.

Per l'esercizio 2023 si segnala l'avvio di due progetti di particolare rilievo. Il primo è il progetto "**Qu-Test"** (*Framework Partnership Agreement for open testing and experimentation for quantum technologies*), coordinato dal Netherlands Organisation For applied Scientific Research per un valore complessivo di circa 19 milioni di euro, con un contributo a favore dell'Istituto di 1,2 milioni di euro.

Il secondo è "**Quantify"** (*Quantum enhANched phoTonic Integrated sensors For metrologY*). Il progetto è stato finanziato nell'ambito della call HORIZON-CL4-2023-DIGITAL-EMERGING-01, che promuove l'integrazione delle tecnologie di intelligenza artificiale, dati e robotica attraverso scenari di validazione su larga scala che raggiungano la massa critica e mobilitino l'industria utilizzatrice. Il valore totale del progetto è di 3 milioni di euro e INRiM è il coordinatore del consorzio che comprende nove partner tra enti pubblici e imprese private.

L'avvio di questi due progetti conferma il trend positivo iniziato nell'anno 2022 dei progetti competitivi europei vinti dall'Istituto in ambito "*Quantum*". L'anno scorso infatti ha avuto inizio il progetto "**QUID",** che promuove l'implementazione di sistemi e reti quantistiche nazionali avanzate per testare le tecnologie di comunicazione quantistica e per integrarle con le reti di comunicazione esistenti, e l'utilizzo di questi sistemi e reti quantistici per sviluppare e testare casi d'uso a sostegno delle iniziative nazionali di QCI nel contesto dell'iniziativa EuroQCI. INRiM è il coordinatore del progetto di ricerca QUID, il cui consorzio prevede altri 17 partner tra enti pubblici e imprese private, progetto che prevede un contributo della CE pari a 4.723.927 euro a fronte di un valore totale di progetto pari a 9.447.855 euro e per INRiM un contributo pari a 451.540 euro a fronte di un valore totale di progetto pari a 903.080 euro.

- Trasferimenti e proventi da ricerche con finanziamenti competitivi dal Resto del Mondo per 141.904 euro (176.987 nel 2022), relativi a scritture di *cost to cost* di apertura e chiusura di progetti avviati in esercizi precedenti.

La voce accoglie infine i **contributi agli investimenti.**

Il saldo della voce dedicata a quelli ricevuti **dal Ministero dell'Università e della Ricerca** è pari a **168.485 euro (90.263 nel 2022),** importo che, come già accaduto lo scorso esercizio, può sembrare ad un primo sguardo marginale. Al contrario, anche in questo bilancio va dedicato particolare risalto a questa voce, poiché il 2023 ha visto **il prosieguo di importanti investimenti, finanziati appunto dal MUR** con fondi specifici, che si vanno qui di seguito ad illustrare.

Innanzitutto, nel corso del 2023, il Ministero dell'Università e della Ricerca ha erogato all'Istituto la seconda tranche, pari a 1 milione di euro (analogo importo rispetto alla prima tranche erogata nell'esercizio precedente), per la realizzazione del **Nuovo Padigione 2.0** all'interno del campus INRiM, a supporto dell'attività di "terza missione" dell'Ente.

Con nota prot. 2341 del 15 febbraio 2022, la Direzione generale della ricerca del MUR ha comunicato ufficialmente all'Istituto gli stanziamenti in favore dell'INRiM stesso derivanti dalla ripartizione del "**Fondo finalizzato al rilancio degli Investimenti delle amministrazioni centrali dello Stato e allo sviluppo del Paese**", di cui all'art. 1, comma 14 della legge 160 del 2019, così come ripartito dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 dicembre 2020. In base a questa prima comunicazione, l'INRiM risultava quindi beneficiario di un **contributo di 5 milioni di euro**, ripartito in cinque anni, erogato sulla base della proposta formulata dall'amministrazione dell'Ente e trasmessa al Ministero a fine 2019.

La proposta prevedeva per l'appunto anche la realizzazione di un nuovo padiglione a supporto dell'attività di terza missione, in particolare trasferimento tecnologico e *public engagement*, in virtù del fatto che la condivisione della ricerca significa anche coinvolgimento verso enti e organizzazioni, imprese e mondo aziendale, studenti e famiglie, ma anche ogni singolo cittadino, parte attiva del processo. In quest'ottica, la nuova struttura era stata pensata quindi come destinata a scopi divulgativi, mediante la realizzazione di un centro conferenze, ma anche aule didattiche, zona di accoglienza per visitatori e studenti, spazio espositivo e area museale.

Il nuovo padiglione sarà realizzato secondo i più avanzati criteri di sostenibilità sia in termini di materiali utilizzati sia in termini di consumo realizzando una sorta di "Edificio pilota" nel panorama degli Istituti di ricerca scientifica. L'obiettivo è quello di realizzare una struttura certificabile come "Edificio attivo", una struttura cioè capace di produrre più energia rispetto a quella necessaria al suo mantenimento in modo da andare a migliorare positivamente il bilancio

generale del campus, diminuendo in modo sensibile la baseline del fabbisogno energetico. La nuova struttura rappresenterebbe quindi uno spazio altamente all'avanguardia nel panorama della ricerca nazionale, in primis in termini di sperimentazione e implementazione di soluzione innovative in campo energetico ma anche di scopo, costituendo un'attrattiva importante sul territorio, in grado di rafforzare il ruolo divulgativo dell'INRiM.

Durante la seduta del CdA del 2 maggio 2022 è stato presentato al Consiglio lo **studio di fattibilità per la realizzazione del padiglione**, che, si ricorda, prevede un importo complessivo stimato di **2.580.000 euro**. Il termine dei lavori è programmato entro il 2025.

Nel corso dell'esercizio 2023 è stata avviata la gara per la progettazione e la direzione lavori ed è stata sottoposta la rendicontazione del contributo ricevuto al MUR nel mese di ottobre.

Oltre al contributo per la realizzazione del Padiglione, nel 2023 l'Istituto ha ricevuto anche la seconda tranche, pari a **500.000 euro**, (anche in questo caso importo analogo a quello ricevuto nel 2022) per la realizzazione del progetto **METRO-INN,** ovvero la proposta presentata dalla Direzione Scientifica dell'Ente, in parallelo a quella formulata dalla Direzione Generale sopra menzionata, sottoposta al Ministero alla fine del 2019.

Anche questo progetto, il cui nome per esteso è "Infrastruttura nazionale per la qualità delle misure a garanzia dell'innovazione sostenibile", prevede un contributo complessivo di **5 milioni di euro**, ripartito però in 7 anni.

Altro contributo agli investimenti ricevuto in corso d'anno dal MUR, pari a **4 milioni di euro**, è quello di cui al **Decreto Ministeriale 459 del 10 maggio 2023**. Nel Decreto veniva richiamato in particolare l'art. 1 comma 549 della Legge 30 dicembre 2020, n. 178, il quale prevedeva che "*al fine di promuovere gli interventi di ammodernamento strutturale e tecnologico delle università, delle istituzioni di alta formazione artistica, musicale e coreutica e degli enti di ricerca, nello stato di previsione del Ministero dell'università e della ricerca è istituito il Fondo per l'edilizia e le infrastrutture di ricerca, con una dotazione di 100 milioni di euro per ciascuno degli anni 2021 e 2022, di 250 milioni per l'anno 2023, di 200 milioni per gli anni 2024 e 2025 e di 150 milioni per ciascuno degli anni dal 2026 al 2035*".

Per quanto concerne l'Istituto, il Decreto richiamava inoltre la nota prot. 3329 del 28 febbraio 2023, con la quale l'ente ha formulato la propria richiesta di finanziamento per le finalità di cui all'art. 1, comma 549, della legge 30 dicembre 2020, n. 178. La richiesta si riferiva ad un duplice scopo: la realizzazione del progetto **Double Axe** e l'apertura di due **nuove sedi INRiM a Firenze e a Matera**.

Il primo riguarda i lavori di ristrutturazione di alcune palazzine del campus INRiM di Strada delle Cacce. Esso propone di recuperare, attraverso mirate operazioni di ristrutturazione e rifunzionalizzazione, quelle parti del patrimonio edilizio e impiantistico dell'Ente che al momento non risultano utilizzate nel pieno delle loro potenzialità o che, per mutate esigenze della ricerca e per naturale obsolescenza delle strutture, non risultano adeguate alle nuove sfide scientifiche. I costi stimati per l'operazione prevedono un importo lavori pari a 11.500.000 euro che, sommati agli oneri accessori (progettazione, direzione lavori, gare e IVA), pari a 3.200.000 euro, arrivano ad un totale generale pari a **14.700.000 euro**.

Col Decreto Ministeriale 459/2023 è stata assegnata all'Istituto la **prima tranche** per la realizzazione di Double Axe, per un importo pari a **600.000 euro**. Conseguentemente, in base al cronoprogramma approvato dal MUR, il budget degli investimenti 2024 contempla interventi sulla Palazzina D per 600.000 euro, sulla Palazzina A (galleria sotterranea) per 300.000 euro, sulla Palazzina C (camere schermate) per 300.000 euro e sulla Palazzina L per 400.000 euro.

Il secondo progetto presentato al Ministero nella richiesta di finanziamento di febbraio 2023 riguardava invece l'apertura di due nuove sedi INRiM. La proposta "*Apertura di sedi INRiM al Centro e Sud Italia*", costituisce un importante passaggio nella realizzazione della programmazione strategica dell'INRiM, che richiede l'articolazione sul territorio nazionale delle infrastrutture dell'Istituto, per consentire un concreto avvicinamento operativo ai centri di ricerca degli Enti e Università con cui si registrano crescenti livelli di sinergia e integrazione.

I due piani di progetto di realizzazione delle sedi riportavano un quadro dettagliato delle voci di spesa previste nell'ambito del finanziamento complessivo richiesto: **2.195.000 euro per la sede di Firenze e 8.200.000 euro per la sede di Matera**. In entrambi i casi, la richiesta di finanziamento era finalizzata in maniera preponderante all'acquisto di strumentazione scientifica destinata all'allestimento dei nuovi laboratori in uso all'Ente, in virtù della stipula dei contratti di comodato ad uno gratuito siglati dall'INRiM con i rispettivi enti di riferimento.

In misura minore, il contributo richiesto riguardava l'acquisto di arredi e di impianti, necessari per predisporre i locali di cui l'Ente usufruirà per ospitare le nuove attrezzature scientifiche.

Con il DM 459/2023, oltre alla prima tranche per Double Axe (600.000 euro), è stata assegnata anche la **prima tranche per la nuova sede di Firenze, per 1,2 milioni di euro** e quella per la **nuova sede di Matera, per 2,2 milioni di euro**. L'importo complessivo assegnato all'Istituto con questo decreto è infatti pari a **4 milioni di euro.**

Facendo seguito all'erogazione della prima tranche di contributo, il bilancio di previsione 2024 contempla il budget degli investimenti per la realizzazione delle due nuove sedi dell'Ente.

Ultimo contributo agli investimenti da parte del MUR di competenza dell'esercizio 2023 è quello relativo alla terza annualità del "**Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma Nazionale per la Ricerca (PNR)",** di cui al DM 737 del 25 giugno 2021. Il decreto riportava i criteri di riparto e utilizzazione del Fondo e prevedeva due riparti, rispettivamente per le annualità 2021 e 2022. Invece, per l'esercizio 2023, al fine di incentivare e premiare la partecipazione d'eccellenza ad iniziative di ricerca unionali, le risorse disponibili sarebbero state invece riservate a titolo di premialità per la partecipazione, conclusa con l'aggiudicazione di un "grant", alle EU Parnerships ("co-funded" e "institutionalised") del Programma Quadro Horizon Europe.

Nel corso dell'anno 2023 l'Istituto ha fornito al Ministero i dati relativi alle aggiudicazioni di grant e alle partnership e si è visto assegnare un contributo pari a quello ricevuto nei due anni precedenti, ovvero **443.107 euro**.

Il saldo della voce è infine dato dalle scritture di *cost to cost* di apertura e chiusura relative agli investimenti avviati negli esercizi precedenti a valere su contributi MUR, ovvero gli investimenti sostenuti dalla quota 2021 del "Fondo per la promozione e lo sviluppo delle politiche del Programma Nazionale per la Ricerca (PNR)" di cui al DM 737 del 25 giugno 2021 e quelli a valere sugli stanziamenti di cui ai Decreti Ministeriali 294 del 14 luglio 2020 e 734 del 25 giugno 2021. Entrambi i decreti si riferivano alla ripartizione del **fondo per le esigenze emergenziali del sistema Università, delle istituzioni di alta formazione artistica, musicale e coreutica e degli enti di ricerca** e, in particolare, agli stanziamenti per l'acquisto di dispositivi digitali e di quanto necessario per l'accesso da remoto alle banche dati, che per INRIM si è tradotto nell'acquisto di dispositivi necessari all'implementazione del lavoro agile.

Infine, al fondo della sezione A.5.b si trova il saldo delle scritture di apertura e chiusura della voce **"contributi agli investimenti da istituzioni sociali private", per 86.720 euro (96.828 nel 2022),** relative al sostegno della Compagnia di San Paolo per l'acquisto delle attrezzature scientifiche ALD e RIE. Viene riscontata agli esercizi successivi la quota dei ricavi necessaria alla copertura degli ammortamenti futuri.

A conclusione della sezione dedicata ai ricavi si riporta, a titolo puramente informativo, una tabella contenente tutti i progetti di ricerca e i contratti di ricerca commissionata avviati nel corso dell'esercizio 2023, con indicazione del valore di progetto e della Divisione di afferenza.

Il valore complessivo dei progetti avviati nel corso dell'esercizio, pari a 12,7 milioni di euro, è abbastanza in linea con quello dei progetti avviati nell'esercizio precedente. L'ammontare della medesima tabella riportata nella nota integrativa al bilancio 2022 era pari a 27,2 milioni di euro, ma in esso erano compresi i due progetti PNRR, che da soli cubano più di 7 milioni di euro, ma

anche i due progetti finanziati dal MUR nell'ambito della progettualità a carattere continuativo, per quasi 1,6 milioni di euro e l'infrastruttura "METRO-INN", per 5 milioni di euro. Al netto di questi progetti straordinari, il valore complessivo di quelli avviati nel 2022 era pari a 13,5 milioni di euro. Sebbene il valore del 2023 sia inferiore, rimane comunque nettamente superiore a quello del 2021, pari a 6,2 milioni di euro.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Progetto	Finanziatore	Divisione	Importo Progetto	Data Inizio Validità	Data Fine Validità
22RPT02 True8Digit	EURAMET e.V.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	84.889	20/05/2023	31/05/2026
CONTRABASS	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	81.361	18/09/2023	28/09/2025
ROCKFALL	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	AE - Metrologia applicata e ingegneria	73.183	21/09/2023	27/09/2025
Xvers.T.E.C.	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	123.149	21/09/2023	31/08/2025
MIRABLE	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	AE - Metrologia applicata e ingegneria	78.992	21/09/2023	27/09/2025
IVQKD	CAL State L.A. University Auxiliary Services INC.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	120.000	12/04/2023	31/12/2027
22IEM01 TOCK	EURAMET e.V.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	299.375	19/04/2023	30/04/2026
CO.RI.METAL	CO.RI.METAL S.r.l.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	34.000	30/05/2023	31/12/2024
22HLT05 MAIBAI	EURAMET e.V.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	371.621	09/06/2023	31/08/2026
CalQuStates	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	101.262	18/09/2023	28/09/2025
22HLT02 A4IM	EURAMET e.V.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	285.000	15/06/2023	31/08/2026
EMPEROR	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	104.760	25/08/2023	31/08/2025
Heusler	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	63.595	29/08/2023	31/08/2025
MAGSAT	Università degli Studi di GENOVA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	15.000	01/09/2023	31/08/2024
PHOTAG	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	111.789	30/08/2023	28/09/2025
22IEM04 MQB-Pascal	EURAMET e.V.	AE - Metrologia applicata e ingegneria	250.000	25/05/2023	31/05/2026
ConTeMi	MISE - MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO –	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	62.400	25/05/2023	30/06/2025
22IEM06 S-CALe Up	EURAMET e.V.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	200.000	01/06/2023	31/05/2026
ISOTOP	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	85.082	18/09/2023	28/09/2025
DareDevil_I_202508	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	50.000	04/10/2023	28/08/2025
22NRM06 ADMIT	EURAMET e.V.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	80.000	24/05/2023	30/08/2026
22NRM04 e-TRENY	EURAMET e.V.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	169.250	24/05/2023	31/05/2026
ACoAF	COMPAGNIA SAN PAOLO	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	80.000	29/05/2023	31/12/2026
NextPI	FFG Austria	AE - Metrologia applicata e ingegneria	178.494	01/01/2023	28/02/2026
ChiROC	LEONARDO S.P.A.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	620.000	06/02/2023	30/11/2023
QuTest	NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	1.233.048	01/04/2023	30/09/2026
THOTH2	SNAM RETE GAS S.P.A.	AE - Metrologia applicata e ingegneria	64.414	20/01/2023	31/07/2025
DOMANI	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	56.000	08/11/2023	29/11/2025
QCSTB2	Thales ALENIA SPACE ITALIA S.P.A.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	25.000	14/11/2023	30/11/2023
LASERS	COMPAGNIA SAN PAOLO	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	120.000	14/06/2023	30/06/2025
Dynametric-MetroStaff	MetroStaff Srl	AE - Metrologia applicata e ingegneria	30.000	24/03/2023	31/12/2024
22RPT01 TracInd BVK-H	EURAMET e.V.	AE - Metrologia applicata e ingegneria	128.750	05/07/2023	31/08/2026
NIMTES	NIM - NATIONAL INSTITUE OF METROLOGY	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	12.500	04/08/2023	31/12/2023
TEEPHANY	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	19.164	25/09/2023	31/08/2025
MOCA	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	149.940	27/10/2023	30/06/2026
Q4SEC	MINISTERO DELLA DIFESA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	213.841	28/03/2023	28/03/2024
Planckian	Planckian s.r.l.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	32.377	15/05/2023	14/01/2024
22IEM02 DireK-T	EURAMET e.V.	AE - Metrologia applicata e ingegneria	400.000	23/05/2023	31/08/2026
U-MagFinger	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	67.750	25/08/2023	31/08/2025
MetroSpin	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	78.751	25/08/2023	31/08/2025
QUANTIFY	EUROPEAN COMMISSION	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	3.000.000	07/11/2023	30/06/2027
LIG-A_Cube	ESA ESTEC	AE - Metrologia applicata e ingegneria	250.000	16/02/2023	29/02/2024
Dynametric-ASF	ASF Metrology s.r.l.	AE - Metrologia applicata e ingegneria	30.000	24/03/2023	31/12/2024
GeoTOP	Luxottica S.r.l.	AE - Metrologia applicata e ingegneria	32.000	27/03/2023	30/06/2024
ORTEA	Ortea SpA	AE - Metrologia applicata e ingegneria	33.180	18/05/2023	30/09/2023
TASIG2G	THALES ALENIA SPACE ITALIA S.P.A.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	322.000	24/05/2023	31/12/2027
GMVG2G	GMV AEROSPACE AND DEFENCE SAU	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	125.000	24/05/2023	31/12/2027
GEMOP	CNES CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	100.625	25/05/2023	30/06/2030
22HLT04 MetrINO	EURAMET e.V.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	270.000	22/06/2023	31/05/2026
22HLT06 GenomeMET	EURAMET e.V.	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	480.000	22/06/2023	31/08/2026
LASER	FONDAZIONE CRT	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	35.000	11/09/2023	31/03/2025
EXTRASTRONG	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	AE - Metrologia applicata e ingegneria	65.000	20/09/2023	27/09/2025
FREJUS	Cellnex Italia S.p.A.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	28.000	18/12/2023	30/06/2024
NEURONE	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	ML - Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita	49.997	15/12/2023	28/09/2025
QUANTAGRID	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	118.400	08/11/2023	29/11/2025
LIG-on-a-chip	ESA ESTEC	AE - Metrologia applicata e ingegneria	200.000	19/12/2023	30/10/2024
OROLOGIOATOMICO	Leonardo S.p.A.	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	1.079.054	14/11/2023	30/11/2025
AQUTE	MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA	QN - Metrologia quantistica e nanotecnologie	129.688	21/12/2023	28/09/2025
		Totale valore progetti avviati nel 2023	***12.702.683***		

INRiM ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA

B.6 per materie prime, sussidiarie, consumo e merci

La voce accoglie i costi per materiali di consumo per laboratorio, officina e altri per un importo complessivo pari a **1.002.979 euro** (1.008.749 nel 2022), così suddivisi:

B.6 COSTI PER MAT. PRIME, SUSSID., DI CONSUMO E MERCI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Carta, cancelleria e stampati	1.387	9.941	- 8.554
Carburanti, combustibili e lubrificanti	6.366	4.183	2.183
Vestiario	434	958	- 524
Accessori per uffici	418	65	353
Materiale informatico	20.931	21.094	- 163
Altri materiali tecnico-specialistici non sanitari	9.005	1.223	7.782
Materiale di consumo per laboratorio	812.328	762.697	49.631
Semilavorati	14.666	25.874	- 11.208
Altri beni e materiali di consumo n.a.c.	137.444	182.463	- 45.019
Medicinali e dispositivi medici	-	175	- 175
Altri beni e prodotti sanitari n.a.c.	-	76	- 76
TOTALE COSTI PER MAT. PRIME, SUSSID., DI CONSUMO E MERCI	**1.002.979**	**1.008.749**	**- 5.770**

La voce risulta complessivamente invariata rispetto all'esercizio precedente, sebbene sulla specifica voce dedicata al materiale di consumo per laboratorio si registri un incremento del 6,5%.

Come già evidenziato per il bilancio di esercizio 2022, non si segnalano più acquisti significativi di materiali di consumo destinati a fronteggiare l'emergenza pandemica, quali ad esempio mascherine, guanti e disinfettanti.

Da evidenziare invece che con l'esercizio 2023, analogamente a quanto fatto nel 2022 per il materiale informatico, l'Istituto ha avviato un nuovo processo di acquisto centralizzato dei gas tecnici, grazie alla fattiva collaborazione delle Divisioni Scientifiche, nell'ottica di una sempre maggiore efficienza ed efficacia dell'azione amministrativa.

B.7 per servizi

La voce accoglie l'**acquisizione di servizi**.
Il totale complessivo per il 2023 ammonta a **8.598.222 euro**, a fronte dei 6.981.685 del 2022, registrando quindi un incremento di circa il 23% rispetto all'esercizio precedente.

La tabella seguente si propone di fare un raffronto tra i due esercizi, raggruppando le voci che compongono questa sezione del bilancio per aree omogenee.

B.7 COSTI PER SERVIZI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Utenze	2.841.422	2.358.010	483.412
Accesso a banche dati e a pubblicazioni on line	564.466	416.525	147.941
Manutenzioni	1.197.090	862.265	334.825
Missioni	745.153	411.787	333.366
Compensi agli organi e oneri accessori	102.895	101.772	1.122
Incarichi e consulenze	887.934	932.373	-44.439
Buoni pasto	258.100	262.775	-4.675
Formazione	107.698	80.245	27.453
Altri servizi	1.893.465	1.555.931	337.533
TOTALE COSTI PER SERVIZI	**8.598.222**	**6.981.685**	**1.616.538**

Le voci più importanti sono quelle relative a utenze e canoni, manutenzioni ordinarie e riparazioni, servizi ausiliari per il funzionamento dell'ente.
Per ciò che concerne le **utenze**, la tabella seguente illustra i costi sostenuti nell'esercizio 2023, con i valori di riferimento del 2022 a confronto.

UTENZE	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Telefonia fissa	4.753	5.106	-354
Telefonia mobile	5.269	6.245	-975
Energia elettrica	1.727.236	1.219.677	507.558
Acqua	106.288	87.908	18.380
Gas	907.655	949.603	-41.947
Utenze e canoni per altri servizi n.a.c.	90.221	89.471	750
TOTALE UTENZE	**2.841.422**	**2.358.010**	**483.412**

Se nell'esercizio 2022 l'aumento complessivo del costo delle utenze rispetto all'esercizio precedente (+30,8%) era da imputare essenzialmente all'aumento del prezzo del gas, l'incremento dell'esercizio 2023 (+16,7%) è invece principalmente legato all'aumento del costo dell'energia elettrica (+41,6%), laddove invece il costo del gas è sceso del 4,4%.

Per ciò che concerne il **gas**, a partire dal 1° maggio 2023 l'Istituto ha aderito alla convenzione CONSIP "**Gas Naturale 14**", che per il Lotto 1 (Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria) ha visto come aggiudicatario AGSM Energia S.p.A. L'INRiM ha ritenuto necessario aderire alla convenzione con l'unica opzione allora disponibile, ovvero a **prezzo variabile**, per evitare l'ingresso nel mercato di salvaguardia, avendo valutato che, nonostante il perdurare dell'incertezza sui mercati energetici legato alle complesse dinamiche di mercato e alle rilevanti tensioni geo-politiche, emergesse un significativo trend di diminuzione del prezzo del gas sui mercati delle materie prime, che il livello di costo della materia prima al momento dell'adesione alla convenzione, pari a 64,6913 eurocent/smc, risultasse ai livelli più bassi rispetto agli ultimi quattordici mesi e che comunque l'orizzonte del contratto di fornitura, annuale, fosse riconducibile a ragionamenti di breve termine.

Per ciò che concerne invece l'**energia elettrica**, a partire dal 1° ottobre 2023 l'Istituto ha aderito alla Convenzione CONSIP "**Energia Elettrica 20** – Lotto 1" per la durata di 12 mesi. Anche in questo caso l'aggiudicatario è ASGM Energia S.p.A.; la fornitura è stata resa disponibile unicamente a **prezzo variabile**. Al costo della materia prima, sono stati considerati i costi per il dispacciamento, la distribuzione, il trasporto, oneri di sistema, imposte e addizionali, sino ad ottenere un costo medio unitario della fornitura indicativo di euro 0,3292/KWh.

La voce accoglie infine 90.221 euro relativi al contratto "EPC – *Energy Performance Contract*" ovvero relativi al canone per la conduzione e la manutenzione degli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione del campus di strada delle Cacce, all'interno del contratto di concessione EPC per l'efficientamento energetico. L'operatore economico per questo contratto è Iren Smart Solutions S.p.A.

Per quanto riguarda invece le **manutenzioni**, il prospetto seguente ha lo scopo di comparare i costi sostenuti nel 2023 con quelli dell'esercizio precedente, per ciascuna tipologia. Segue poi una specifica, con l'evidenza di alcuni costi rilevanti, relativamente alle tre voci principali che compongono la categoria delle manutenzioni ordinarie.

MANUTENZIONI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Manutenzione ordinaria e riparazioni di mezzi di trasporto ad uso civile, di sicurezza e ordine pubblico	-	1.440	- 1.440
Manutenzione ordinaria e riparazioni di mobili e arredi	2.284	1.037	1.247
Manutenzione ordinaria e riparazioni di impianti e macchinari	707.526	497.797	209.730
Manutenzione ordinaria e riparazioni di attrezzature	215.749	212.182	3.567
Manutenzione ordinaria e riparazioni di macchine per ufficio	6.378	5.592	786
Manutenzione ordinaria e riparazioni di beni immobili	210.186	100.926	109.260
Manutenzione ordinaria e riparazioni di altri beni materiali	7.769	-	7.769
Manutenzione ordinaria e riparazioni di terreni e beni materiali non prodotti	47.198	43.292	3.906
TOTALE MANUTENZIONI	**1.197.090**	**862.265**	**334.825**

A livello generale, l'esercizio 2023 ha visto la piena operatività **dell'accordo quadro per le manutenzioni** edili, degli impianti elettrici, meccanici ed informatici, suddiviso in quattro lotti.

La voce dedicata alle **manutenzioni ordinarie di impianti e macchinari** è quella che subisce l'incremento più significativo rispetto all'esercizio precedente (+42,1%). Si segnalano in particolare 95.683 euro nell'ambito del lotto 2 dell'accordo quadro per lavori di manutenzione termoidraulica e interventi agli impianti di condizionamento, 50.505 euro per la manutenzione degli impianti elettrici e 19.212 euro per la manutenzione delle reti informatiche.

I costi di **manutenzione di attrezzature** sono prevalentemente sostenuti su fondi di progetto o sono comunque destinati a garantire il corretto funzionamento di attrezzature di interesse del comparto scientifico. Su questa voce non si registrano scostamenti significativi rispetto all'esercizio 2022.

Tra i costi di **manutenzione di beni immobili,** voce che è praticamente raddoppiata rispetto all'esercizio precedente, rientrano 111.869 euro di lavori di cui al lotto 1 dell'accordo quadro, di competenza dell'Unità Organizzativa "Servizi Tecnici".

A seguire, nell'ambito dei **servizi ausiliari** per il funzionamento dell'Ente, nella tabella seguente sono elencate le principali voci di costo.

Descrizione	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Servizi di pulizia	299.863	314.056	-14.193
Servizi di sorveglianza, custodia e accoglienza	320.057	156.031	164.025
Smaltimento rifiuti speciali	38.756	29.574	9.182
Altri servizi ausiliari n.a.c.	15.673	7.654	8.019
Trasporti, traslochi e facchinaggio	67.788	31.393	36.695
Totale servizi ausiliari	***742.137***	***538.708***	***203.429***

Il costo complessivo sostenuto per questa tipologia di servizi risulta aumentato di circa il 37,7% rispetto all'esercizio precedente. Nella primavera del 2023 è stato stipulato il nuovo contratto per il *facility management* dell'Istituto. Il nuovo accordo, di durata quadriennale, include le attività di pulizia, la gestione della portineria, lo smaltimento dei rifiuti speciali, ma anche alcune attività di manutenzione a consumo.

A seguire, **i servizi informatici**, per 235.835 euro (265.466 nel 2022).
La voce principale è costituita dal contratto con il consorzio GARR per la dorsale della fibra ottica Firenze – Matera. Il contratto, prossimo al rinnovo, prevede un canone annuo di 86.620 euro.
Sempre in questa voce sono contemplati, tra gli altri, i costi relativi al contratto, sempre con il consorzio GARR, per il collegamento in fibra ottica tra Torino e Firenze, e il *Development Programme Fee* del Consorzio TOP-IX, cui l'Istituto aderisce, per 30.000 euro.

Anche **alcune spese per il personale** sono qui riclassificate, secondo il seguente dettaglio. Questo insieme di voci risulta incrementato di più del 18% rispetto all'esercizio 2021, con un aumento netto di 112.087 euro. Si rileva che queste voci, nella riclassificazione operata ai sensi del decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 27 marzo 2013, sono invece computate tra le spese del personale alla voce B9 dello schema (cfr. allegato).

Descrizione	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Missioni	690.524	385.474	305.050
Buoni pasto	258.100	262.775	-4.675
Formazione	107.698	80.245	27.453
Totale	***1.056.322***	***728.494***	***327.828***

Rispetto all'esercizio precedente, che già aveva segnato una netta e definitiva ripresa a seguito della pandemia, sulle **missioni** si registra un ulteriore incremento, specialmente per ciò che

concerne le missioni del personale di ricerca in ambito istituzionale (meeting di progetto, convegni ecc.).

Al contrario, la voce dedicata ai **buoni pasto** risulta sostanzialmente stabile rispetto al 2022.

I costi per la **formazione** seguono invece il trend delle missioni, con un incremento del 34,2%.
Il totale è a sua volta suddiviso in 23.167 euro per la formazione obbligatoria e 84.531 euro per quella non obbligatoria. Da segnalare per l'esercizio 2023 l'organizzazione di due percorsi formativi per il personale ricercatore e tecnologo su temi gestionali e manageriali. Il format sarà replicato anche nel 2024.

Se il superamento dell'emergenza pandemica ha inciso positivamente sulla possibilità di viaggiare per partecipare a congressi e meeting di progetto, analoghi effetti si sono registrati sulla fattibilità di organizzare convegni e riunioni all'interno del campus INRiM, cui solitamente partecipano rappresentanti di altri istituti metrologici ed università provenienti dall'estero e non solo.

Questa è la motivazione per cui i costi relativi all'**organizzazione di eventi** e **attività di promozione e diffusione**, pari a 153.226 nel 2022, ammontano nel 2023 a 357.692 euro, registrando un aumento del 133%, costantemente in ascesa dall'esercizio 2020 in poi.

La voce accoglie anche i costi per **l'accesso a banche dati e pubblicazioni on-line**, nonché i costi per giornali e riviste e per le pubblicazioni *open access* gravanti sui progetti di ricerca, complessivamente pari a 621.816 euro (491.766 nel 2022). L'accesso alle banche dati delle principali testate scientifiche è in gran parte acquisito tramite la Fondazione CRUI che ne contratta il costo a livello aggregato per le università e gli enti di ricerca. Nel 2023 il costo di gestione dei contratti da parte di CRUI ha subito un aumento.

Sempre nella voce "*servizi*" rientrano gli oneri di partecipazione alle **associazioni** e consorzi di interesse per l'attività dell'Istituto, pari a 385.868 euro (383.770 nel 2022). Tra queste, come per gli esercizi precedenti, la quota principale è quella destinata ad Euramet, a sua volta suddivisa in 323.033 euro quale contributo nazionale al programma EMPIR e 14.112 euro quale quota associativa.
Per l'esercizio 2023, non è quindi ancora stata richiesta la quota di partecipazione a sostegno della nuova partnership metrologica, EMP. La nuova quota per la Partnership metrologica, pari a 574.000 euro, verrà richiesta a partire dall'esercizio 2024.

Le altre quote associative di competenza dell'esercizio 2023 sono quasi esclusivamente di natura scientifica, con alcune sporadiche eccezioni di interesse più generale, come ad esempio la quota associativa al CODIGER o ad APRE.

Per quanto concerne le **prestazioni professionali e specialistiche**, il loro costo nell'esercizio 2023 ammonta complessivamente a 873.600 euro (927.721 nel 2022), una riduzione del 5,8% rispetto all'esercizio precedente.

Tra le prestazioni tecnico-scientifiche ai fini di ricerca, il cui costo grava interamente su fondi di progetto, continuano a trovare accoglienza i costi relativi ai subcontratti di due progetti di punta del settore "Tempo e Frequenza" dell'Istituto, ossia "*Foc Exploitation*" e "*Time Service Provider*". Quest'ultimo, a partire da gennaio 2022, è entrato nella fase 2 del contratto, che avrà durata quinquennale e prevede, come per il suo predecessore, la stretta collaborazione con altri istituti di ricerca europei.

Tra quelli non su progetto si segnalano in particolare 48.734 euro per le prestazioni professionali fornite da Environment Park S.p.A. per l'analisi energetica del campus INRiM e 32.000 euro per una collaborazione sul sistema satellitare a due vie (TWSTFT).

Inoltre, il costo per il deposito e mantenimento dei **brevetti** per 51.381 euro (71.490 nel 2022).

Nel corso dell'esercizio 2023, l'Istituto ha continuato ad avvalersi dei servizi di una società di **lavoro interinale** per complessivi 91.013 euro (54.237 nel 2022). Il costo è relativo a tre unità di personale in forze presso l'Unità Organizzativa "Comunicazione" dell'Ente, l'UO Risorse Economiche e l'UO Segreteria Generale, queste ultime due in temporanea sostituzione di personale che ha cessato il servizio nel corso dell'anno. A fine 2023 sono stati espletati i concorsi a tempo indeterminato per presidiare stabilmente le funzioni temporaneamente coperte da lavoro interinale, pertanto al 31/12/2023 solo più un'unità di personale risultava in forze tramite questo contratto di servizio.

Per quanto concerne poi i **compensi agli organi di amministrazione e controllo,** questi ammontano a 102.895 euro (99.102 nel 2022). Da una comparazione con l'esercizio precedente risultano aumentati i costi per i rimborsi spese, in relazione in particolare ad alcune visite istituzionali del Presidente.

Con riferimento al compenso al Presidente, il cui limite retributivo è parametrato al trattamento economico principale, si segnala che con decreto del Direttore Generale n. 6/2023 del 9 gennaio 2023 sono stati rideterminati gli importi limite in applicazione dell'art. 23 ter comma 2 del decreto legge 6 dicembre 2011 n. 201, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1, comma 1, L. 22 dicembre 2011, n. 214.

Da ultimo, la voce accoglie i costi per **altri servizi** per un importo complessivo di 92.532 euro (118.920 nel 2022), in diminuzione rispetto all'esercizio precedente. Questi costi sono riferiti alle

spedizioni, ma anche agli oneri per il servizio di tesoreria, a commissioni e spese per servizi finanziari, a spese postali e notarili, a pubblicazioni di bandi di gara, a spese per commissioni, sia di gara sia di concorso e infine a spese per altri servizi diversi non altrimenti classificati.

Novità dell'esercizio 2023 inclusa in questa voce è la presenza di 37.266 euro per interventi di manutenzione straordinaria del patrimonio arboreo. A valle della conclusione di un'indagine fitosanitaria delle piante presenti nel parco è emersa una situazione piuttosto compromessa. La siccità degli ultimi anni ha causato la morte di alcune piante mentre altre risultano gravemente ammalate. Di conseguenza dalla relazione dell'agronomo forestale incaricato è emersa la necessità di procedere con numerosi abbattimenti, con conseguenti ripiantumazioni, e potature di rimodellazione per ristabilire le condizioni di sicurezza. Gli interventi proseguiranno anche nel corso del 2024.

B.8 per godimento di beni di terzi

B.8 COSTI PER GODIMENTO DI BENI DI TERZI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Noleggi di mezzi di trasporto	20.335	23.087	- 2.752
Noleggi di attrezzature scientifiche e sanitarie	3.050	-	3.050
Noleggi di hardware	44.239	44.301	- 62
Licenze d'uso per software	549.478	430.785	118.694
Altre licenze	218	-	218
Noleggi di impianti e macchinari	96.464	51.167	45.297
Altre spese sostenute per utilizzo di beni di terzi n.a.c.	15.758	25.646	- 9.888
TOTALE COSTI PER GODIMENTO DI BENI DI TERZI	**729.543**	**574.985**	**154.558**

Questa voce accoglie i canoni per licenze d'uso per software, per noleggi e altre spese per l'utilizzo di beni di terzi, complessivamente per **729.543 euro** (574.985 nel 2022), con un incremento del 26,88% rispetto all'esercizio precedente. Tale incremento è da imputare innanzitutto all'incremento della voce dedicata alle licenze d'uso per software nonché a quella per il noleggio di impianti e macchinari, che ammonta quest'anno a 96.464 euro.

Tra le **licenze d'uso per software**, la quota più cospicua è relativa alle suite CINECA per la gestione della contabilità, del protocollo e delle pubblicazioni scientifiche, nonché per gli applicativi utilizzati dal personale di Istituto per la predisposizione delle richieste d'acquisto e per la reportistica dei progetti. Oltre agli applicativi offerti dalla convenzione quadro stipulata nel 2022

e già in uso presso l'ente, nel corso del 2023 sono stati aggiunti nuovi moduli per la gestione delle carriere, della performance e della formazione.
Il costo complessivo per la suite CINECA per l'esercizio 2023 è pari a 219.483 euro.

Per quanto riguarda le licenze di pertinenza del comparto scientifico, nell'esercizio 2023 si segnalano 37.002 euro per il mantenimento della licenza Matlab e 170.582 per licenze Comsol.

I costi relativi ai **noleggi di hardware**, pari a 44.239 euro (44.301 nel 2022) sono integralmente relativi ai contratti di noleggio stampanti multifunzione e plotter in uso presso il campus INRiM, mentre i costi per **noleggi di mezzi di trasporto** pari a 20.335 euro (23.087 nel 2022) sono relativi ai canoni di competenza della convenzione CONSIP "Veicoli in noleggio 14", cui l'Istituto ha aderito a fine 2020 per un periodo di 60 mesi.

I 15.758 euro alla voce "**altre spese sostenute per l'utilizzo di beni di terzi n.a.c**." (25.645 nel 2022) sono relativi principalmente alla quota di competenza del contratto quinquennale di noleggio di un canale satellitare per confronti di tempo e frequenza mediante tecnica "Due vie" e alla seconda annualità di un contratto con l'Università degli Studi di Pavia per un servizio di irraggiamento neutronico richiesto nell'ambito dell'attività condotta dall'Unità di Radiochimica e Spettroscopia operante appunto nella sede distaccata di Pavia, e viene utilizzato per eseguire misure di elementi in ambito biomedicale e alimentare. Il costo dell'irraggiamento è stato concordato ed inserito nell'ambito dell'accordo di collaborazione scientifica tra l'INRiM e il Centro Laboratorio Energia Nucleare Applicata (LENA) dell'Università di Pavia.

INRiM ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA

B.9 per il personale

B.9 COSTI PER IL PERSONALE	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
B.9.a Salari e stipendi			
Personale a tempo indeterminato	12.066.912	10.495.280	1.571.632
Personale a tempo determinato	479.482	585.287	- 105.805
Personale dirigente, direttore generale e direttore scientifico	313.538	280.085	33.453
	12.859.932	11.360.651	1.499.280
B.9.b Oneri sociali			
Personale a tempo indeterminato	2.913.753	2.503.139	410.614
Personale a tempo determinato	111.788	137.188	- 25.400
Personale dirigente, direttore generale e direttore scientifico	59.715	59.302	413
Inail	76.427	58.769	17.658
	3.161.683	2.758.398	403.285
B.9.c Trattamento di fine rapporto			
Personale a tempo indeterminato	1.130.330	1.527.374	- 397.044
Personale a tempo determinato	34.596	6.400	28.196
	1.164.926	1.533.774	- 368.848
B.9.e altri costi			
Assegnisti	419.027	879.976	- 460.949
Borsisti	3.767	17.992	- 14.225
Presidio sanitario obbligatorio e accertamenti sanitari	39.480	5.490	33.990
Benefici assistenziali	-	15.274	- 15.274
	462.274	918.732	- 456.458
TOTALE COSTI PER IL PERSONALE	**17.648.815**	**16.571.556**	**1.077.259**

I costi del personale sono pari a 17.648.815 euro (16.571.556 nel 2022) euro e rappresentano il 41,3% del totale dei costi operativi (il 45,98% nel 2022), con un rapporto quindi lievemente ridotto rispetto alla percentuale dell'anno precedente se si considera che invece, in termini assoluti, i costi del personale sono aumentati di circa un milione di euro rispetto all'esercizio 2022.

Dopo che l'anno 2022 era stato caratterizzato dall'espletamento di numerosi concorsi per ricercatori e tecnologi, in particolare legati al DM 802.2020, si evidenzia che nel 2023 sono stati banditi soprattutto concorsi per il rinforzo dell'area *Management & Service*.

Infatti, a valle dei concorsi espletati nel 2022, delle 21 unità di nuovo personale (al netto delle cessazioni) che aveva preso servizio nel corso dell'anno, ben 19 afferivano alle Divisioni, rendendo così sempre più sbilanciato il rapporto tra il personale di parte scientifica e quello

afferente all'Amministrazione, che appariva dunque sempre più in sofferenza. Nel 2023 sono quindi stanti banditi dieci concorsi finalizzati al reclutamento di personale tecnico-amministrativo, per vari profili, dai collaboratori di amministrazione, ai collaboratori tecnici, ai funzionari di amministrazione. Le risultanze sono evidenziate nella tabella sottostante.

In chiusura d'anno è stato anche bandito un concorso per dirigente tecnologo per l'area tecnica dell'Istituto, terminato a gennaio 2024.

Per ciò che concerne la composizione dei costi del personale, rispetto all'esercizio precedente, il costo 2023 per il **personale a tempo indeterminato** risulta ulteriormente incrementato, con un rapporto che passa dall'88,4% del 2022 al 91,3% del 2023.

Come già avvenuto nei due esercizi precedenti, anche per il 2023 l'aumento del costo del personale strutturato va nella direzione opposta rispetto a quello degli assegni di ricerca, anche in virtù delle procedure bandite ed espletate nella seconda metà del 2022 per ricercatori e tecnologi, che hanno consentito a numerose unità di personale precario di stabilizzarsi. La riduzione del costo degli assegni per il 2023 è drastica, poiché si passa da 879.976 euro del 2022 (inclusi i contributi previdenziali obbligatori) a 419.027 euro nel 2023. Anche per quest'anno, il costo degli assegni di ricerca grava esclusivamente su fondi di progetto.

Per ciò che concerne gli accantonamenti, la quota di **accantonamento TFR** (per il personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato a partire dal 1/1/2001 e per il personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo determinato) viene calcolata tramite l'apposita funzionalità della procedura CSA-Cineca.

Il calcolo è effettuato *ad personam*, e l'accantonamento è pari al 6,91% della retribuzione individuale annua liquidabile. A tale importo si aggiunge, sempre con apposita funzionalità CSA, la rivalutazione della quota già accantonata l'anno precedente, sulla base dell'indice Istat, detratta l'imposta sostitutiva del 17%.

La quota di **accantonamento Indennità di Anzianità** (per il personale dipendente, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato in essere al 31/12/2000) viene calcolata extra procedura, tramite applicativo excel.

Anche in questo caso il calcolo è effettuato *ad personam* e l'accantonamento è determinato moltiplicando il valore dell'ultima retribuzione (compreso rateo di tredicesima e rateo di indennità di ente annuale ove dovuta) per il numero degli anni di servizio. Al valore così ottenuto, si sottrae l'accantonamento già effettuato per gli anni precedenti.

Da segnalare per il 2023 è **la riduzione dell'accantonamento del TFR e TFS** rispetto all'esercizio precedente (-13,3% sul primo e -39,9 sul secondo) per via del calo dell'indice ISTAT.

Al costo del personale qui esposto va aggiunta l'IRAP, valorizzata in una voce apposita del Conto economico, mentre missioni, buoni pasto e spese di formazione sono computate tra i servizi.

La tabella seguente illustra l'evoluzione della composizione del personale dell'Istituto nel corso dell'esercizio 2023. Sono presenti al fondo alcune note esplicative sulle progressioni.

Rispetto al totale di 288 unità, 213 afferiscono al comparto scientifico e 75 all'area Management & Service.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Profilo	In servizio al 31/12/2022	Assunzioni	Cessazioni	In servizio al 31/12/2023
Dirigente di II fascia TI	1	-	-	1
Dirigente di II fascia TD	-	-	-	-
Dirigente di ricerca TI	6	-		8*
Dirigente di ricerca TD	1	-	-	1
Primo ricercatore TI	21	-		34**
Primo ricercatore TD	-	-	-	-
Ricercatore TI	89		1	72***
Ricercatore TD	2	7		9
Dirigente tecnologo TI	2	-	-	2
Dirigente tecnologo TD	-	-	-	-
Primo tecnologo TI	9	-	-	13****
Primo tecnologo TD	-	-	-	-
Tecnologo TI	21	12	-	29*****
Tecnologo TD	2	1	1	2
C.T.E.R TI	64	4	10	58
CTER TD	4	5	1	8
Operatore tecnico TI	15	-	5	10
Operatore tecnico TD	-	1	-	1
Funzionario di amministrazione TI	10	3	1	12
Funzionario di amministrazione TD	2	1	1	2
CAM TI	20	3	2	21
CAM TD	-	1	-	1
Operatore di amministrazione TI	4	-	-	4
Operatore di amministrazione TD	-	-	-	-
Totale	***273***			***288***

**n.2 unità passate a questo livello per progressione ai sensi dell'art. 15 CCNL Istituzioni ed Enti di Ricerca e Sperimentazione del 7 aprile 2006.*

*** n.14 unità passate a questo livello per progressione ai sensi dell'art. 15 CCNL + n.1 unità passata a questo profilo per procedura di mobilità tra profili (da Primo Tecnologo a Primo Ricercatore) – n.2 unità passate a livello superiore.*

**** n.14 unità passate a livello superiore per progressione ai sensi dell'art. 15 CCNL – n.2 unità passate ad altro profilo per procedura di mobilità tra profili (da Ricercatore a Tecnologo).*

*****n. 5 unità passate a questo livello per progressione ai sensi dell'art. 15 CCNL - 1 unità passata ad altro profilo per procedura di mobilità tra profili (da Primo Tecnologo a Primo Ricercatore).*

******n. 2 unità passate questo profilo per procedura di mobilità tra profili (da Ricercatore a Tecnologo) - 6 unità passate a livello superiore per progressione ai sensi dell'art. 15 CCNL.*

INRiM ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA

B.10.a ammortamento immobilizzazioni immateriali

La voce accoglie il costo di competenza dell'esercizio 2023 dell'ammortamento relativo alla registrazione del logo dell'Istituto a livello nazionale e presso i paesi dell'Unione Europea tramite il Ministero dello Sviluppo Economico. A seguito dell'espletamento delle pratiche di richiesta, che ha avuto luogo nel 2021, il MISE ha rilasciato una ricevuta ufficiale di "Presentazione per marchio di impresa", agli atti dell'Ente.

B.10.b ammortamento immobilizzazioni materiali

La voce evidenzia i costi di competenza dell'esercizio per gli ammortamenti delle immobilizzazioni e per svalutazioni di poste dell'attivo. Le singole voci di ammortamento sono evidenziate nella tabella seguente.

B.10.b AMMORTAMENTIO IMMOBILIZZAZIONI MATERIALI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Ammort.to infrastrutture telematiche	123	123	-
Ammort.tofabbricati ad uso strumentale	1.268.097	1.227.465	40.632
Ammort.to altri beni immobili	31.769	31.769	-
Ammort.to macchinari	24.421	14.204	10.217
Ammort.to impianti	513.735	499.026	14.709
Ammort.to macchine per ufficio	569	0	569
Ammort.to attrezzature informatiche	360.222	310.241	49.981
Ammort.to altre attrezzature	80.966	45.308	35.659
Ammort.to attrezzature scientifiche	2.777.141	2.268.313	508.828
Ammort.to mobili e arredi ufficio	48.596	11.355	37.241
Ammort.to mobili e arredi laboratori	17.919	11.057	6.862
Ammort.to mobili e arredi mensa	16.683	26.025	- 9.342
Ammort.to altri mobili e arredi	18.716	3.109	15.607
TOTALE AMMORTAMENTO IMMOBILIZZAZIONI MATERIALI	**5.158.958**	**4.447.995**	**710.962**

La percentuale dei costi degli ammortamenti riferibile a beni acquisiti prima del 1° gennaio 2018, anno di adozione della contabilità economico patrimoniale, e pertanto neutralizzato da ricavi derivanti dalla riduzione dei connessi risconti passivi è lievemente ridotta rispetto all'esercizio precedente, passa infatti dal 27,6% del 2022 al 23,8% del 2023, mentre per 3.927.660 euro è riferito a beni acquisiti dopo il 1° gennaio 2018, come più sotto dettagliato. Tra questi, gli ammortamenti relativi alle immobilizzazioni acquisite sui fondi di progetto sono sterilizzati, ai fini della definizione del risultato economico di esercizio, dai corrispondenti ricavi competenziati attraverso il processo di risconto.

Con riferimento alle specifiche categorie, si segnala un incremento degli ammortamenti diffuso su tutte le voci, ma in modo particolare per le attrezzature scientifiche (+ 508.208 euro, percentualmente pari a + 22,4%). L'incremento è integralmente coperto da fondi di progetto, in quanto le nuove attrezzature sono destinate ai nuovi grandi progetti in cui è coinvolto l'Istituto, in primis i progetti PNRR.

In generale quindi, gli ammortamenti 2023 hanno un valore complessivo superiore di circa il 16% rispetto a quello dell'anno precedente. Va però rammentato che le grandi opere avviate su fondi propri dell'Ente (solo per citarne alcuni, i lavori sulle cabine di trasformazione, per la continuità elettrica degli edifici 2, A, B e C o quelli sugli impianti di condizionamento degli edifici A, 2 e B), costituiscono al momento delle **immobilizzazioni in corso**, sono cioè opere che vedranno la loro conclusione in esercizi futuri e inizieranno quindi ad avere effetti sul bilancio tramite gli ammortamenti solo a seguito della loro capitalizzazione. Sul conto economico dell'esercizio 2023 non hanno quindi alcun impatto, ma si prevede produrranno i loro effetti a partire dal 2024 e, in misura ancor più significativa, dal 2025.

La previsione di ammortamento su risorse di bilancio dell'Ente si è realizzata al 90,6% (1,49 milioni rispetto a 1,6 previsti all'1/01/2023), confermando il percorso di potenziamento complessivo dell'Ente, anche in termini di infrastrutture, intrapreso dall'Istituto negli ultimi anni.

INRiM ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA

Codice Categoria	Descrizione Categoria	Ammortamento	Di beni derivanti da COFI	Di beni su fondi di progetto CTC	Di beni su fondi di bilancio
I.M.01	**Terreni e fabbricati**	**1.299.989**	**1.138.392**	**38.105**	**123.492**
I.M.01.02	**Fabbricati**	**1.299.989**	**1.138.392**	**38.105**	**123.492**
I.M.01.02.01	Infrastrutture telematiche	123			123
I.M.01.02.03	Fabbricati ad uso strumentale	808.171	678.466	12.148	117.557
I.M.01.02.98	Fabbricati CNR	459.926	459.926		
I.M.01.02.99	Altri beni immobili	31.769		25.957	5.812
I.M.02	**Impianti e attrezzature**	**979.914**	**17.980**	**673.711**	**288.223**
I.M.02.01	**Impianti e macchinari**	**538.157**	**17.980**	**443.073**	**77.104**
I.M.02.01.01	Macchinari	24.421		18.824	5.598
I.M.02.01.02	Impianti di riscaldamento e condizionamento	285.601		276.743	8.858
I.M.02.01.03	Impianti di allarme	9.355			9.355
I.M.02.01.05	Altri impianti	218.779	17.980	147.506	53.293
I.M.02.02	**Attrezzature**	**441.757**	**0**	**230.638**	**211.119**
I.M.02.02.01	Macchine per ufficio	569		569	
I.M.02.02.02	Attrezzature informatiche/hardware da ufficio	200.361		93.961	106.400
I.M.02.02.03	Attrezzature informatiche/hardware di ricerca	159.861		118.475	41.386
I.M.02.02.99	Altre attrezzature	80.966		17.633	63.333
I.M.03	**Attrezzature scientifiche**	**2.777.141**	**74.148**	**1.757.044**	**945.948**
I.M.03.01.01	**Attrezzature scientifiche**	**2.777.141**	**74.148**	**1.757.044**	**945.948**
I.M.03.01.01	Attrezzature scientifiche	2.777.141	74.148	1.757.044	945.948
I.M.04	**Patrimonio librario, opere d'arte e antiquariato**	-	-	-	-
I.M.04.01	**Collezioni scientifiche**	-	-	-	-
I.M.04.01.01	Collezioni scientifiche	-	-	-	-
I.M.05	**Mobili e arredi**	**101.914**	**777**	**9.389**	**91.748**
I.M.05.01	**Mobili e arredi**	**101.914**	**777**	**9.389**	**91.748**
I.M.05.01.01	Mobili e arredi per ufficio	48.596	621		47.975
I.M.05.01.02	Mobili e arredi per laboratori	17.919	156	9.389	8.374
I.M.05.01.03	Mobili e arredi per mense	16.683			16.683
I.M.05.01.99	Altri mobili e arredi	18.716			18.716
I.M.07	**Altre immobilizzazioni materiali**	-	-	-	-
I.M.07.01	**Automezzi ed altri mezzi di trasporto**	-	-	-	-
I.M.07.01.01	Automezzi	-	-	-	-
	Immobilizzazioni materiali	***5.158.958***	***1.231.297***	***2.478.249***	***1.449.411***

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

B.12 accantonamenti per rischi

Questa voce del bilancio accoglie per l'esercizio 2023 un accantonamento di **81.200 euro al fondo contenziosi del personale** e un accantonamento di **92.232 euro al fondo per rischi su crediti**.

Per quanto concerne i contenziosi del personale, l'importo si riferisce per 51.200 euro al contenzioso tra l'Istituto ed alcuni dipendenti relativo all'erogazione del buono pasto dopo tre ore di lavoro.
Si richiama che settembre 2020, la Direzione Generale aveva unilateralmente modificato una prassi consolidata presso l'Ente, sospendendo l'erogazione del buono pasto per le giornate lavorative inferiori alle 6 ore, atto a seguito del quale l'Istituto era appunto stato citato in giudizio da alcuni dipendenti.
Il Tribunale di Torino – Sezione lavoro, ha condannato l'INRiM con sentenza del 22 novembre 2022 a corrispondere ai ricorrenti i buoni pasto sospesi, con la motivazione, visto l'articolo 429 c.p.c., che *nell'ambito dei rapporti di lavoro la reiterazione costante e generalizzata di un comportamento favorevole del datore di lavoro nei confronti dei dipendenti integra gli estremi dell'uso aziendale il quale "agisce sul piano dei singoli rapporti individuali allo stesso modo allo stesso modo e con la stessa efficacia di un contratto collettivo aziendale", sostituendo alle clausole del C.C.N.L. in vigore quelle più favorevoli di natura aziendale, come previsto dall'art. 2077 comma 2 c.c., secondo cui le clausole difformi dei contratti individuali, preesistenti o successivi al contratto collettivo, sono sostituite di diritto da quelle del contratto collettivo, salvo che contengano speciali condizioni più favorevoli ai prestatori di lavoro (cfr. Cass. n. 31.204/2021, n. 6295/2017, n. 26.107/2007 e n. 6690/1996)*.

L'ammontare accantonato include gli importi di competenza dell'esercizio conteggiati per tutti i dipendenti e gli assegnisti dell'Istituto, ovvero tutti i soggetti che usufruiscono del buono pasto.

I restanti 30.000 euro si riferiscono invece ad un potenziale contenzioso relativo al riconoscimento della maggiorazione della Retribuzione Individuale di Anzianità (RIA), per il quale l'Istituto sta ricevendo atti di diffida e messa in mora, a seguito della sentenza 4/2024 della Corte Costituzionale che ha dichiarato l'illegittimità dell'art. 51, comma 3, legge 23 dicembre 2000, n. 388 che era intervenuto, in via retroattiva, per escludere l'operatività delle maggiorazioni automatiche alla suddetta retribuzione individuale di anzianità in relazione al triennio 1991-1993.

L'accantonamento al **fondo per rischi su crediti** è invece inerente al fallimento della società IAM s.r.l., notificato all'Istituto nell'estate 2023, con cui l'INRiM aveva stipulato un contratto di natura commerciale per "attività di validazione e di verifica su un nuovo progetto di condotti sbarre e

loro accessori", stipulato nel 2019 e già oggetto di proroga durante la pandemia. L'Istituto si è tempestivamente insinuato al passivo.

B.13 altri accantonamenti

L'ammontare degli altri accantonamenti effettuati nel corso dell'esercizio 2023 è riassunto di seguito:

ALTRI ACCANTONAMENTI	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Accantonamento Fondo EMP - nuove attività di ricerca e servizio	700.000	2.530.000	- 1.830.000
Accantonamento Fondo indennità di risultato Dirigenti	9.590	32.676	- 23.086
Accantonamento fondo per ripartizione conto terzi	519.844	628.010	- 108.166
Accantonamento Fondo rinnovi contrattuali Dirigenti	691	316	375
Accantonamento Altri fondi per il personale	1.229.468	837.746	391.722
Accantonamento fondo art. 59 DPR 509/1979 per benefici assistenziali e sociali	196.000	186.658	9.342
Accantonamento fondo contrattazione integrativa ricercatori/tecnologi	100.989	168.475	- 67.486
Accantonamento fondo contrattazione integrativa per pta	232.956	281.238	- 48.282
Accantonamento Fondo rinnovi contrattuali TI	251.135	46.347	204.788
Accantonamento fondo indennità di risultato Direttore generale	36.000	36.000	-
Accantonamento fondo oneri del personale a carico Ente	499.155	575.621	- 76.466
Accantonamento Fondo rinnovi contrattuali TD	-	3.449	- 3.449
Accantonamento fondo incentivi funzioni tecniche art. 113 D. Lgs. 50/2016	17.985	-	17.985
TOTALE ALTRI ACCANTONAMENTI	**3.793.813**	**5.326.536**	**- 1.532.723**

La voce subisce un decremento rispetto all'esercizio 2022 (- 28,77%), quasi interamente da imputare al minor accantonamento alla voce "Accantonamento fondo EMP – nuove attività di ricerca e servizio".

Nel 2022 era stata accantonata a questo fondo una quota, pari a 2.530.000 euro, interamente dedicata all'avvio del nuovo partenariato metrologico "EMP – European Partnership on Metrology". Il programma EMPIR (European Metrology Program on Innovation and Research), finanziato dalla Commissione Europea in base ai dettami dell'art. 185 del TUE, si è concluso e ha lasciato spazio alla EMP, ovvero ad una nuova partnership europea nel campo della metrologia. Scopo della partnership, alla quale l'Italia ha ufficialmente confermato l'intenzione di incrementare la partecipazione del Paese con la decisione del 15 ottobre 2020, è quello di far sì che al termine del nuovo settennato del programma, la metrologia europea sia in grado di

autosostenersi, senza più la necessità di ricorrere ulteriormente al supporto finora garantito dall'art. 185.

Per questa ragione, il MUR, a partire dall'esercizio 2021, ha aumentato gli stanziamenti a favore dell'Istituto per le attività a valenza internazionale per un importo pari a 2.530.000 euro il primo anno, ulteriormente incrementati nel 2022 di 1.250.000, per un totale destinato alle attività a valenza internazionale pari a 5.030.000 euro.

Poiché la partecipazione di INRiM, in qualità di capofila nazionale, avrebbe comportato un notevole potenziamento di attività e l'Istituto avrebbe dovuto dimostrare ad EURAMET un corposo cofinanziamento a fronte dei contributi ricevuti per i progetti di ricerca, l'Ente nel corso dell'esercizio 2021 aveva già cominciato a riflettere sulle attività strategiche da implementare. Tuttavia, il prolungato esame dei regolamenti attuativi della Partnership presso il Consiglio Europeo e il Parlamento Europeo, avevano avuto come conseguenza un ritardo nell'avvio delle attività progettuali per la prima annualità.

Alla luce di ciò, e al fine di utilizzare queste risorse nel modo più proficuo e ragionato possibile, in occasione della seconda variazione al bilancio di previsione 2021, approvata da Consiglio di Amministrazione INRiM con deliberazione n. 39/2021/6 del 29 settembre 2021, era stato costituito un apposito fondo denominato "Fondo EMP – nuove attività di ricerca e servizio" ed era stata condivisa la decisione di accantonare integralmente a questo fondo la quota aggiuntiva d FOE per la valenza internazionale assegnata dal Mur per il 2021. Sulla stessa linea, con il bilancio di previsione 2022, l'organo di governo dell'Ente aveva approvato l'accantonamento di una quota del FOE destinata alla valenza internazionale di pari importo.

Il fondo era stato originariamente concepito come "riserva vincolata" e inserito tra le poste del patrimonio netto, ragionando sul fatto che tutte le nuove attività in ambito metrologico avrebbero potenzialmente portato ad una perdita, da coprire appunto con questa riserva vincolata.

Successivamente però, nel corso dell'anno 2023, con deliberazione 6/2023/2 del 15 febbraio, il Consiglio di Amministrazione ha approvato importanti linee di indirizzo circa l'impiego delle risorse destinate al potenziamento della metrologia e della ricerca. Nella delibera si osserva in particolare che detto potenziamento, attuato attraverso un incremento dei livelli di attività, si traduce in maggiori costi di esercizio, collegati sia direttamente sia indirettamente all'attività di ricerca, di trasferimento tecnologico e, più ampiamente, di servizio metrologico. Inoltre, viene dato atto che, per consentire una corretta pianificazione delle attività e degli investimenti scientifici, si è ritenuto necessario definire il quadro complessivo delle risorse a disposizione,

rinvenienti da articolate e rilevanti fondi di finanziamento, in primis il PNRR.

Alla luce di tutto ciò, il Consiglio ha deliberato di destinare la quota accantonata al fondo EMP nel 2022 e quella precedentemente accantonata nel 2021, entrambe di importo pari a 2,53 milioni di euro, per le seguenti finalità:

- finanziamento dell'incremento dei prezzi di strumentazione inclusa nelle proposte PNRR approvate e, in subordine, finanziamento di strumentazione complementare alle proposte (1,4 milioni);
- finanziamento di proposte PNRR non selezionate: *INRiM Quantum Programme e Infrastruttura per la qualità per le tecnologie energetiche emergenti* (3,21 milioni);
- promozione della partecipazione a bandi altamente competitivi (ad esempio ERC, EIC) e *seed proposal* (0,45 milioni).

Come già illustrato nella sezione della nota integrativa dedicata allo Stato patrimoniale, alla luce di queste indicazioni l'amministrazione INRiM ha approfondito la vera natura di questo fondo, che non appare quindi più ascrivibile tra le riserve del patrimonio netto, seppur vincolate, bensì tra le passività. Il fondo, nel corso dell'esercizio 2023, è stato inoltre movimentato in attuazione delle linee di indirizzo fornite dal Consiglio di Amministrazione, quindi a cofinanziamento del progetto PNRR iEntrance@ENL e per dar vita all'INRiM Quantum Programme e all'INRiM Hydrogen Programme.

Con la stessa deliberazione, il CdA dell'Ente ha fornito indicazioni anche per la quota 2023 del FOE a valenza internazionale usualmente accantonata negli anni precedenti, cioè pari a 2,53 milioni di euro, suddividendola come segue:

- **950.000 euro per incremento delle disponibilità dirette sui progetti**, in proporzione ai prelievi del 14% di *overhead* applicati negli esercizi 2021 e 2022;
- **880.000 euro per assegnazione di risorse sui servizi metrologici**, in proporzione all'incassato netto dell'ultimo esercizio (2022);
- **700.000 euro per iniziative strategiche del Presidente**.

Le prime due quote sono state oggetto di utilizzo direttamente nel corso dell'anno 2023, in base alla pianificazione di ciascuna Divisione**. I 700.000 euro per le iniziative strategiche del Presidente sono invece oggetto di accantonamento** finalizzato all'utilizzo nel 2024.

Nel corso della seduta del CdA del 26 febbraio 2024 sono state presentate al Consiglio le iniziative. In particolare, esse intendono: (1) affiancare quelle già definite dal Consiglio in materia

di incentivazione della ricerca, prevedendo ulteriori incentivi destinati a supportare lo sviluppo della II e della III missione attraverso, ad esempio, lo sviluppo di capacità di taratura e misura (CMC), lo sviluppo di certificati di taratura digitali (DCC), l'ideazione di nuovi servizi di ricerca e trasferimento tecnologico, la presentazione di nuovi brevetti nei settori tecnologici coerenti con la Vision; (2) promuovere un programma di alta formazione manageriale, a carattere nazionale o internazionale; (3) avviare un processo di rifocalizzazione strategica.

Vengono quindi ora descritte le modalità di calcolo degli accantonamenti ai diversi fondi relativi al personale.

Fondo per ripartizione conto terzi: viene accantonato il 28% dell'incassato netto dell'esercizio. I relativi oneri confluiscono nel fondo oneri per il personale. La quota è ridotta rispetto all'esercizio precedente a seguito di una puntuale valutazione delle eccedenze presenti sul fondo.

Fondi per i rinnovi contrattuali: il fondo è stato calcolato sempre in riferimento alla circolare MEF n. 9 prot. 52841 del 21/04/2020. Si è quindi proceduto all'accantonamento tenendo conto degli importi calcolati e di quanto già iscritto ed utilizzato in precedenza nel fondo in questione.

Fondo benefici sociali e assistenziali ex art. 59: l'importo è dato dalla differenza tra l'importo messo a budget e l'importo erogato nell'anno 2023 e di competenza dell'anno 2023.

Fondi salario accessorio: L'importo è dato dalla differenza tra l'importo messo a budget e l'importo erogato a titolo di accessorio nell'anno 2023 e di competenza dell'anno 2023 stesso.

Fondo retribuzione di risultato Direttore Generale: L'importo è dato dalla retribuzione di risultato stabilita nel contratto individuale.

Altri fondi per il personale: accoglie le seguenti voci ed i relativi importi:
- Missioni per 54.410 euro: l'importo è dato dalle missioni effettuate nel 2023 e non ancora pagate al 1/1/2024. Tipicamente sono le missioni effettuate a ridosso della fine dell'anno. L'ammontare è raddoppiato rispetto all'analoga situazione a fine 2022, a riprova che fatto che il 2023 ha segnato, passata l'emergenza pandemica, la definitiva ripresa dei viaggi per meeting di progetto, convegni etc., dato emerso anche nella sezione della nota integrativa dedicata ai servizi, in cui sono stati commentati i costi per le missioni di competenza dell'esercizio.

- Arretrati per gli organi per 37.778 euro: la voce comprende gettoni di presenza ancora da erogare al Consiglio Scientifico, al Collegio dei Revisori, al Delegato della Corte dei Conti e all'OIV, unitamente ai rimborsi spese. E' inoltre compresa in questa voce la differenza tra l'ammontare

del compenso al Presidente come da decreto ministeriale e l'importo determinato dal decreto del Direttore Generale n. 83/2024.

- Straordinario tecnici / amministrativi per 2.384 euro.

- Compensi non ancora erogati ai dipendenti che sono stati membri di commissioni di concorsi svoltisi nel corso dell'esercizio 2023 per 43.000 euro.

- Emolumenti a eredi per 10.950 euro.

- Accantonamento per procedure art. 15 in corso per 55.500, necessario in quanto una volta concluse, le procedure avranno effetto retroattivo.

- Accantonamento del contributo ordinario dello Stato per l'esercizio 2023 **ex. art. 1, comma 310, lettere c) della legge n. 234 del 2021**, ovvero la legge di bilancio 2022, dedicato alla valorizzazione del personale tecnico-amministrativo.

Le risorse per la valorizzazione del personale tecnico-amministrativo sono state assegnate con DM 1091 del 19 settembre 2022. Il decreto cita la legge di bilancio 2022 e in particolare l'articolo 1, comma 310, lettera c), che prevede che "*il fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca, di cui all'articolo 7 del decreto legislativo 5 giungo 1998, n. 204, è incrementato di 90 milioni di euro per ciascuno degli anni 2022, 2023 e 2024 e di 100 milioni di euro annui a decorrere dall'anno 2025, di cui (…) c) 20 milioni di euro a decorrere dall'anno 2022 sono finalizzati alla valorizzazione del personale tecnico-amministrativo degli enti pubblici di ricerca vigilati dal Ministero dell'università e della ricerca in ragione delle specifiche attività svolte nonché al raggiungimento di più elevati obiettivi nell'ambito della ricerca pubblica*". L'articolo precisa inoltre che "*gli enti pubblici di ricerca provvedono all'assegnazione delle risorse al personale in ragione della partecipazione dello stesso ad appositi progetti finalizzati al raggiungimento di più elevati obiettivi della ricerca, nel limite massimo pro capite del 15 per cento del trattamento tabellare annuo lordo, secondo criteri stabiliti mediante la contrattazione collettiva integrativa […]*".

Le risorse assegnate all'Istituto nell'ambito dell'art. 1 comma 310 lettera c) ammontano a **457.166 euro** e, in attesa della definizione dei criteri di assegnazione tramite contrattazione sindacale, sono state integralmente accantonate ad un fondo creato ad hoc.

- Accantonamento del contributo ordinario dello Stato per l'esercizio 2023 **ex. art. 1, comma 310, lettere b) della legge n. 234 del 2021**, come modificato dall'articolo 1 comma 573 della

Legge 29 dicembre 2022, n. 197, dedicato alla valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo.

L'art. 1 comma 2 del decreto precisa che, a decorrere dal 2023, è ripartita tra gli enti pubblici di ricerca vigilati dal Ministero dell'università e della ricerca la somma complessiva pari a 40 milioni di euro, a sua volta suddivisa in 30 milioni per la valorizzazione di ricercatori e tecnologi di ruolo di terzo livello in servizio al 1 gennaio 2023 e 10 milioni per ricercatori e tecnologi di ruolo di terzo livello aventi diritto alla riserva per l'accesso al secondo livello nell'ambito di procedure avviate dal 1 gennaio 2019. Sulla base delle unità di personale comunicate dagli enti per ciascuna categoria, le risorse assegnate ad INRiM ammontano a 531.534 euro (30 milioni) e a 307.803 euro (10 milioni). Le prime, destinate all'espletamento di nuove procedure, sono state opportunamente accantonate ad un fondo dedicato, analogo a quello già esistente a partire dall'esercizio 2022 per il personale tecnico-amministrativo.

Fondo Oneri per il personale: Importo degli oneri a carico dell'Ente calcolati sui fondi di cui sopra, ove dovuti.

B.14 oneri diversi di gestione

Questa voce del bilancio subisce complessivamente un incremento di circa il 450%, con un aumento netto rispetto all'esercizio 2022 pari a **4.750.907 euro.**

La tabella che segue illustra la composizione e la variazione rispetto all'anno precedente.

B.14 ONERI DIVERSI DI GESTIONE	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
Trasferimenti correnti a Ministeri	224.905	224.905	-
Trasferimenti correnti a Università	448.416	420.905	27.512
Trasferimenti correnti a enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca	2.037.971	13.318	2.024.653
Dottorati di ricerca	31	2.527	- 2.496
Altri trasferimenti a famiglie n.a.c.	2.500	2.500	-
Trasferimenti correnti a imprese	2.120.115	-	2.120.115
Rimborsi per spese di personale (comando, distacco, fuori ruolo, convenzioni, ecc...)	493	-	493
Rimborsi di parte corrente di somme non dovute o incassate in eccesso	-	3.051	- 3.051
Premi di assicurazione su beni mobili	3.744	5.062	- 1.318
Premi di assicurazione su beni immobili	79.294	85.161	- 5.867
Premi di assicurazione per responsabilità civile verso terzi	16.486	18.193	- 1.707
Spese dovute a sanzioni	11	321	- 311
Imposta di registro e di bollo	6.859	5.862	997
Tassa e/o tariffa smaltimento rifiuti solidi urbani	146.047	144.306	1.741
Tassa di circolazione dei veicoli a motore (tassa automobilistica)	377	377	-
Imposta Municipale Unica	119.119	119.119	-
Imposte, tasse e proventi assimilati a carico dell'ente n.a.c.	-	128	- 128
Costituzione di depositi cauzionali o contrattuali presso terzi	4.300	-	4.300
Restituzione di depositi cauzionali o contrattuali di terzi	67.992	-	67.992
Minusvalenze da alienazione o dismissione immobilizzazioni materiali	-	2.159	- 2.159
Sopravvenienze passive attività istituzionale/promiscua	523.732	4.878	518.854
Sopravvenienze passive attività commerciale	5.000	4.500	500
Arrotondamenti negativi	97	2	95
Insussistenze passive (insussistenze di attività)	-	- 691	691
TOTALE ONERI DIVERSI DI GESTIONE	**5.807.489**	**1.056.582**	**4.750.907**

L'incremento è costituito essenzialmente dalle seguenti voci:

1) Trasferimenti correnti a enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca pari a **2.037.971 euro** (13.318 nel 2022). Trattasi di somme introitate da INRiM in qualità di coordinatore del progetto Quantify per conto di altre istituzioni partecipanti e che al momento dell'incasso sono state contabilizzate come ricavi. Le stesse somme sono state poi riversate agli enti destinatari e contabilizzate come costi, con il seguente dettaglio:

Trasferimenti correnti a enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca	31/12/2023
Consiglio Nazionale delle Ricerche	171.144
Agenzia Spaziale Italiana - ASI	227.568
Università degli Studi di Padova	197.160
Politecnico di Milano	85.547
Università degli Studi di Napoli Federico II	121.328
Università degli Studi de L'Aquila	97.109
Università degli Studi di Trieste	128.569
Università degli Studi di Roma La Sapienza	162.046
C.N.R.S. Centre National de la Recherche Scientifique	262.500
Universitaet Hamburg	112.500
Sorbonne Université	150.000
AV Universiteit Gent - Vakgroep Informatietechnologie	225.000
Conservatoire Nationale des Arts et Metiers CNAM	97.500
totale	**2.037.971**

2) Trasferimenti correnti a imprese per **2.120.115 euro** (zero nel 2022). Trattasi di somme della stessa tipologia delle precedenti per il progetto "Quantify" ma erogate da INRIM ad enti privati in qualità di coordinatore, con il seguente dettaglio:

Trasferimenti correnti a imprese	31/12/2023
QTI srl	419.492
Coharentia srl	69.315
ThinkQuantum srl	130.406
Telespazio spa	138.717
Consorzio Top-IX	66.073
Telsy S.p.A.	156.070
Telecom Italia S.p.A.	248.641
Thales Alenia Space Italia S.p.A.	32.651
Thales (TRT)	150.000
LioniX International	225.000
Fundacio Institut de Ciencies Photoniques	375.000
LNE Laboratoire Nationale de Metrologie d'Essaie	52.500
QuiX Quantum BV	56.250
totale	**2.120.115**

3) Sopravvenienze passive per **523.732 euro** (4.878 euro nel 2022). Sono costituite essenzialmente da versamenti a CNR per rimborsi di energia elettrica relativa agli esercizi 2017-2018 per complessivi 514.349 euro.

In questa categoria trovano inoltre collocazione altri costi diversi di gestione, come di seguito descritti.

- Imposte, tasse e tributi per 272.402 euro (269.972 nel 2022). La voce accoglie i versamenti IMU, le spese di registrazioni dei contratti sottoscritti dall'Istituto, le tasse per il servizio raccolta e smaltimento rifiuti, le tasse di circolazione, le imposte di bollo. Il lieve incremento rispetto al 2022 è da imputare essenzialmente alle imposte di registro e bollo e ad un minimo aumento della TARI, in quanto l'IMU non ha subito variazioni.

- **Restituzioni e rimborsi per 224.905 euro** (224.905 nel 2022). La voce, invariata rispetto all'esercizio precedente, è integralmente dedicata alle somme versate al bilancio dello Stato, secondo le disposizioni di cui alla legge di bilancio 27 dicembre 2019, n. 160 e dalle L. 133/2008 e 122/2020, limitatamente agli articoli e commi ancora applicabili.

Come diffusamente illustrato nella circolare MEF—RGS n. 9 del 21 aprile 2020, le disposizioni contenute nella legge di bilancio 160/2019 art. 1 c. 590 e seguenti, hanno avuto lo scopo di attivare un meccanismo virtuoso sugli enti, abbattendo i vincoli stringenti fissati sulle singole voci di spesa e stabilendo invece un tetto unico sulla macrocategoria "spesa per acquisto di beni e servizi", all'interno della quale ogni ente potesse, con ragionevole margine di manovra e flessibilità, stabilire come ripartire le risorse tra le singole voci di spesa, in ossequio al principio di autonomia organizzativa e gestionale.

Per ciò che concerne i versamenti al bilancio dello Stato, a partire dal 1 gennaio 2020 hanno cessato di applicarsi le norme contenute nell'allegato A del comma 590 ed è stato previsto un unico versamento al bilancio dello Stato di un importo pari a quanto dovuto nell'esercizio 2018, in applicazione delle norme di cui al citato allegato A, incrementato del 10% (comma 594).

Nella tabella qui di seguito si riportano le norme contenute nell'allegato A per le quali INRiM effettuava singoli versamenti, unitamente all'importo, incluso l'incremento del 10%, facente parte del versamento unico appena descritto ed effettuato in corso di esercizio. Con riferimento ai compensi agli organi, si richiama inoltre la Circolare MEF-RGS n. 16 del 9 aprile 2024 e si conferma quanto previsto dal DPCM 143.2022.

Tipologia di spesa	Riferimenti normativi	Importo del versamento allo Stato dovuto nel 2018	Incremento 10%	Importo totale versato nel 2023
CdA e organi collegiali	D.L. 78/2010 conv. L. 122/2010 Art. 6 c.3	18.622	1.862	20.484
Spese per relazioni pubbliche, convegni, mostre, pubblicità e di rappresentanza	D.L. 78/2010 conv. L. 122/2010 Art. 6 c.8	3.481	348	3.829
Spese per missioni	D.L. 78/2010 conv. L. 122/2010 Art. 6 c.12	24.964	2.496	27.460
Spese per formazione	D.L. 78/2010 conv. L. 122/2010 Art. 6 c.13	17.678	1.767	19.445
Spese di manutenzione ordinaria e straordinaria degli immobili	D.L. 78/2010 conv. L. 122/2010 Art. 8 c.1	28.786	2.878	31.664
	Totale versamento			***102.884***

Come detto, hanno invece continuato ad applicarsi le norme di contenimento non menzionate nel citato allegato A del comma 590 per le quali, ove previsto, continua a doversi effettuare il versamento al bilancio dello Stato, senza incremento del 10%.

Per INRiM, suddette norme sono:

- D.L. n. 78/2010 conv. L. n. 122/2010 art. 6 c. 14, relativo alle spese per acquisto, manutenzione, noleggio e esercizio di autovetture, nonché per acquisto di buoni di taxi – versamento al bilancio dello Stato per 4.670 euro.
- D.L. n. 78/2010 conv. L. n. 122/2010 art. 67 c. 6, relativo a somme provenienti dalle riduzioni di spesa contrattazione integrativa e di controllo dei contratti nazionali ed integrativi – versamento al bilancio dello Stato per 117.351 euro. Il versamento tiene conto della riduzione fissa apportata a partire dal fondo 2009 e derivante dal fondo 2006, ridotto del 10%. Invero, la normativa fa riferimento a quanto certificato dagli organi di controllo nell'esercizio 2004, anno in cui però l'INRiM non era ancora costituito. L'importo dovuto è stato ridefinito in questo senso nel 2019.

La continuità dell'applicazione di queste norme è stata ulteriormente ribadita dalle circolari MEF-RGS successive, relative alla predisposizione dei bilanci di previsione 2022, 2023 e 2024.

- **Finanziamento dottorati per 448.447 euro** (423.431 nel 2022). Il totale comprende le quote di competenza dell'esercizio per i cicli XXXVII°, XXXVIII° e XXXIX°, oltre alle quote per la mobilità. Si segnala che la nuova convenzione stipulata con il Politecnico di Torino per i cicli XXXVI°, XXXVII°

e XXXVIII° prevede una gestione diversa delle missioni dei dottorandi rispetto alla convenzione precedente, nel senso che l'importo destinato a ciascun dottorando non è più gestito internamente dall'Istituto bensì viene trasferito al Politecnico insieme alla borsa.

La voce comprende inoltre le quote dei cicli di dottorato gravanti su specifici progetti di ricerca, attivati sia con il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Torino, sia con il Politecnico stesso.

Infine, la voce include il cofinanziamento di un master di secondo livello in *Quantum Communication and Computing*, sempre in collaborazione con il Politecnico di Torino.

- **Premi assicurativi per 99.523 euro** (108.416 nel 2022). La voce risulta a sua volta suddivisa in 83.038 per premi di assicurazione su beni mobili e immobili e 16.486 per premi di assicurazione per responsabilità civile verso terzi. La sostanziale revisione delle polizze in essere ha avuto corso proprio a partire dall'esercizio 2023.

- **Trasferimenti per premi di laurea per 2.500 euro** (2.500 euro nel 2022). Come per l'esercizio precedente, la voce si riferisce a cinque premi di laurea, ciascuno del valore di 500 euro, erogati grazie ad una donazione di un dirigente di ricerca dell'Istituto, risultato vincitore del Premio istituito dalla Società Italiana di Fisica intitolato "**Premio Enrico Fermi 2020"** per aver dato un contributo unico per la ridefinizione del sistema internazionale delle unità di misura, in particolare mediante la determinazione della costante di Avogadro e della costante di Planck.
Con riferimento all'utilizzo della donazione, il Consiglio di Direzione dell'INRiM, nella seduta del 26 ottobre 2020, aveva stabilito di dedicare la donazione ad un premio per tesi di laurea per incentivare gli studenti a lavorare sui temi di ricerca dell'Istituto e, in prospettiva, aumentare l'attrattività del Dottorato in Metrologia, nonché di individuare, anche per il 2023, cinque premi da 500 euro ciascuno, da destinare a tesi di laurea discusse nel 2022 in ambiti pertinenti alla metrologia, con valenza su tutto il territorio nazionale.

A seguito di questa decisione, nella primavera 2023 l'INRiM ha pubblicato la selezione "Bando Laureati 2022 – Premio INRiM 2023 per tesi di laurea magistrale nell'ambito della scienza delle misure" e ha conferito i cinque premi da 500 euro ciascuno alle migliori tesi di laurea magistrale pervenute e valutate da un'apposita Commissione.

Con i trasferimenti effettuati nell'esercizio 2023 è stata esaurita integralmente la disponibilità del Premio, che complessivamente ha valorizzato quindici tesisti meritevoli dell'arco dell'ultimo triennio.

20 imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate

La voce accoglie l'**IRAP** cui sono assoggettati, in base al metodo retributivo, tutti i compensi erogati al personale dipendente e ai collaboratori esterni. Rispetto all'esercizio precedente, la voce subisce un incremento pari al 13,55% quale conseguenza dell'incremento dei costi del personale in genere.

La voce accoglie inoltre l'**IRES**, che tassa il reddito d'impresa sulle attività commerciali effettuate dall'Istituto, in lieve flessione rispetto al 2022.

20. IMPOSTE SUL REDDITO DELL'ESERCIZIO	31/12/2023	31/12/2022	VARIAZIONE 2023-2022
IRES SU ATTIVITA' COMMERCIALE	81.172	86.678	- 5.506
ONERI IRAP RETRIBUTIVO	1.067.070	939.688	127.382
TOTALE IMPOSTE SUL REDDITO	**1.148.242**	**1.026.366**	**121.876**

21 Utile (perdite) dell'esercizio

L'Istituto ha conseguito un **utile** d'esercizio pari a **612.240 euro** (3.787.448 nel 2022).

Il risultato conclusivo dell'esercizio 2023 è da considerarsi in forte continuità con quello dell'esercizio precedente, anche nella sua riduzione netta di 3.175.208 euro. E' necessario fare però, come già valutato in sede di chiusura del bilancio 2022, una riflessione più ampia, in un orizzonte temporale almeno di medio periodo.

Ripercorrendo l'andamento contabile dell'Istituto degli ultimi anni, va innanzitutto rammentato che il risultato di esercizio 2021 era stato in netta controtendenza rispetto a quello degli anni precedenti. Infatti, se si prendono in esame i bilanci dell'Ente a partire dal 2018, anno di adozione della contabilità economico-patrimoniale, risulta evidente come il risultato di esercizio, seppur sempre positivo, si fosse man mano ridotto (3.927.217 nel 2018, 1.361.416 nel 2019 e 501.060 nel 2020).

Il fatto che invece nel 2021 l'utile a bilancio fosse così cospicuo andava interpretato come un evento ampiamente previsto ma del tutto eccezionale, destinato a non ripetersi nel tempo in misura così ampia.

La motivazione principale del risultato 2021 andava innanzitutto trovata in quello che potrebbe

essere definito “disallineamento temporale” tra i ricavi destinati all’assunzione del personale e i corrispondenti costi. Nel 2021 l’Istituto aveva beneficiato di contributi da parte del Ministero dell’Istruzione e della Ricerca per stabilizzazioni e nuove assunzioni per quasi 2,7 milioni di euro. Risorse che però nell’esercizio 2021 erano state utilizzate solo in minima parte per via della stabilizzazione di otto unità di personale a fine anno.

A partire dall’esercizio 2022, l’Istituto ha progressivamente iniziato a realizzare l’ambizioso piano di fabbisogno del personale che, in prospettiva, prevede l’utilizzo integrale delle risorse assegnate, risorse che, tra l’altro, come diffusamente illustrato nella sezione della Nota integrativa 2022 dedicata ai ricavi, con l’assegnazione del FOE di quell’anno sono state assorbite nella quota ordinaria, portando di fatto ad una riduzione della quota ordinaria stessa.

Gli effetti della progressiva realizzazione del piano del fabbisogno erano già ben evidenti nel bilancio dello scorso anno, che registrava un incremento di costi per il personale di 1,9 milioni di euro rispetto all’esercizio precedente. Non va dimenticato in proposito, che il numero più consistente di procedure concorsuali, ovvero quelle per l’assunzione di ricercatori e tecnologi a valere sui fondi di cui al DM 802.2020, erano state espletate nell’autunno e i nuovi assunti avevano preso servizio solo per l’ultimo mese dell’anno.

Nel 2023 però queste assunzioni hanno avuto un impatto sull’intero anno. Inoltre, a partire dal secondo semestre, sono state espletate diverse procedure anche per il rinforzo dell’area *Management & Service* che, seppur con impatto inferiore, hanno complessivamente incrementato i costi del personale di un ulteriore milione di euro.

L’utile dell’esercizio 2023 è quindi già in larga parte lo specchio del percorso di potenziamento complessivo che l’Ente ha intrapreso negli ultimi anni, che è tutt’ora in fase di realizzazione. Non va dimenticato infatti che il budget degli investimenti 2022 prevedeva investimenti per 6,8 milioni di euro, di cui 6,4 gravanti su risorse proprie dell’Ente. Si tratta di importanti lavori che, seppur avviati, non hanno ancora prodotto effetti sul bilancio in termini di ammortamenti, ma inizieranno a farlo in un prossimo futuro, incidendo in maniera sempre più significativa sui costi dell’esercizio.

Va infine evidenziato il fatto che sul risultato 2023 hanno fortemente inciso due operazioni del tutto straordinarie: da un lato la riduzione del fondo contenzioni del personale per 739.656 euro, dall’altro le sopravvenienze passive per i versamenti al CNR per rimborsi di energia elettrica relativa agli esercizi 2017-2018 per complessivi 514.349 euro. Senza queste due operazioni straordinarie l’utile dell’esercizio sarebbe stato di poco inferiore a 400.000 euro, evidenziando un pieno utilizzo delle risorse a disposizione.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Come già evidenziato nella nota integrativa al bilancio di esercizio 2022, è opportuno richiamare a questo punto quanto scritto nella relazione al bilancio di previsione 2023, con riferimento al fatto che **l'utile conseguito nell'esercizio è inferiore a quello applicato al budget 2024**, che ammonta a 4.817.779 euro.

Nella relazione al budget dello scorso anno veniva citata la nota MEF prot. 170177 del 16 giugno 2022, formulata a seguito della trasmissione del bilancio di previsione 2022 e contenente osservazioni proprio riguardo all'applicazione dell'utile di esercizi precedenti per garantire l'equilibrio del budget.

La nota del Ministero dell'Economia e delle Finanze, per ciò che concerne il pareggio di bilancio, richiamava quanto previsto dall'art. 13 della legge 24 dicembre 2012, n. 243, recante "*Disposizioni per l'attuazione del principio del pareggio di bilancio, ai sensi dell'art. 81, sesto comma, della Costituzione*" che non consente alle amministrazioni in contabilità finanziaria l'utilizzo dell'avanzo di amministrazione, ai fini del conseguimento del pareggio, se non successivamente all'approvazione del rendiconto e prevede che "*i bilanci delle amministrazioni pubbliche non territoriali che adottano esclusivamente la contabilità economico-patrimoniale si considerano in equilibrio quando risultano conformi ai criteri stabiliti con legge dello Stato*".

La nota, inoltre, sottolineava come, in assenza di una specifica disciplina che regoli la materia per gli Enti Pubblici di Ricerca, la disposizione regolamentare sopra richiamata andrebbe opportunamente integrata laddove disciplina l'ipotesi in cui il budget dell'Ente evidenzi uno squilibrio di competenza.

Il punto focale del rilievo del MEF riguardava il fatto che, tenuto conto di quanto previsto dal citato art. 13 della legge n. 243/2012, non è consentita l'applicazione di utili di esercizi precedenti qualora si tratti di utili stimati e presumibilmente risultanti a conclusione dell'esercizio in corso al momento dell'approvazione del budget. Al contrario, si ritiene possibile indicare, al momento della predisposizione del budget economico annuale autorizzatorio, le riserve patrimoniali desumibili dall'ultimo bilancio di esercizio approvato e che si intendano utilizzare per assorbire eventuali disequilibri di competenza a garanzia dello svolgimento della gestione in equilibrio *ex ante*, ferma restando la rilevazione contabile per dimostrazione dell'impiego della risorsa di patrimonio solo *ex post*, dopo l'approvazione del bilancio di esercizio.

Su questo punto, la relazione al bilancio di previsione dell'esercizio allora precedente, ovvero il 2022, risultava parzialmente incompleta, poiché faceva esclusivamente riferimento all'andamento della gestione 2021 e al conseguente utile in formazione, senza dare però evidenza delle riserve patrimoniali certe già disponibili al momento della predisposizione del budget.

Al contrario, con riferimento all'equilibrio del budget 2023, l'Istituto aveva innanzitutto specificato che le riserve patrimoniali a disposizione dell'Ente, desumibili dall'ultimo bilancio di esercizio approvato, ovvero quello 2021, fossero, al momento della predisposizione del budget, complessivamente pari a 10.406.406 euro, dati dalla somma del risultato dell'ultimo esercizio (4.616.712 euro), più gli utili si esercizi precedenti portati a nuovo (2.908.500 euro) più le altre riserve, al netto della quota specificamente accantonata al fondo per la nuova partnership metrologica (2.881.194 euro).

Risultava quindi evidente come le riserve **patrimoniali accertate nell'ultimo bilancio allora chiuso fossero ampiamente sufficienti** a coprire le necessità di equilibrio del nuovo budget economico 2023.

Ciononostante, l'utile in formazione per l'esercizio 2022 era stato stimato a riprova del fatto che **dette riserve non sarebbero state in alcun modo erose** dalla gestione corrente bensì, al contrario, ulteriormente incrementate.

Stesso ragionamento viene fatto ora in relazione all'utile applicato al bilancio di previsione 2024. Sebbene questo sia superiore al risultato conseguito, l'essenziale è che quest'ultimo non vada ad intaccare le riserve patrimoniali certe.

Anche quest'anno quindi l'Ente non ritiene di dover apportare alcuna modifica al budget 2024, stante il fatto che l'utile di esercizi precedenti applicato per garantirne il pareggio è quello risultante al 31.12.2022, ovvero l'ultimo bilancio chiuso al momento della redazione del bilancio di previsione. Il risultato di questo esercizio non solo non intacca le riserve patrimoniali ma, al contrario, le incrementa ulteriormente.

Tali riserve, seppur cospicue, impongono comunque di mantenere un generale atteggiamento di prudenza per gli effetti che gli eventi descritti nella Nota integrativa avranno nel medio periodo.

Descrizione	31/12/2023	31/12/2022
Risultato prima delle imposte	1.760.057	4.813.814
Imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate	1.148.242	1.026.366
Utile (perdite) dell'esercizio	***612.240***	***3.787.448***

Eventi successivi

Non si registrano eventi significativi tra la data di chiusura del periodo di competenza, 31 dicembre 2023, e quella di approvazione del presente bilancio.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Rispetto delle disposizioni di contenimento della spesa pubblica di cui alla L. 29 dicembre 2019 n. 160

Come espressamente previsto dal comma 597 dell'art. 1 della Legge di bilancio 2020 (L. 160/2019), viene inserita nella presente relazione una sezione separata al fine di illustrare le modalità attuative di cui ai commi da 590 a 600 della medesima legge.

Come noto, la legge 27 dicembre 2019 n. 160 "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno 2020 e bilancio pluriennale per il triennio 2020-2022" ha introdotto nell'ordinamento nuove norme di razionalizzazione, concernenti specifiche tipologie di spesa. In particolare, l'art. 1 comma 591 ha stabilito che non è possibile effettuare spese per l'acquisto di beni e servizi per un importo superiore al valore medio sostenuto per le medesime finalità negli esercizi finanziari 2016, 2017 e 2018, come risultante dai relativi rendiconti o bilanci deliberati. La norma è volta ad attivare un meccanismo virtuoso che incide sugli enti, abbattendo i vincoli stringenti fissati sulle singole voci di spesa e stabilendo invece un tetto unico sulla macrocategoria "spese per l'acquisto di beni e servizi", all'interno della quale ogni ente possa, con ragionevole margine di manovra e flessibilità, stabilire come ripartire le risorse tra le singole voci di spesa, in ossequio al principio di autonomia organizzativa e gestionale.

Con la seconda variazione al bilancio di previsione 2020, approvata dal Consiglio di Amministrazione con 29/2020/6 del 20 luglio 2020, l'Istituto aveva innanzitutto provveduto a calcolare l'ammontare del limite. Tale operazione era risultata particolarmente delicata, poiché negli anni finanziari oggetto della rilevazione ai fini del calcolo del limite di spesa, l'Istituto ha adottato due sistemi contabili differenti, ovvero la contabilità finanziaria per gli esercizi 2016 e 2017 e la contabilità economico-patrimoniale per l'anno 2018. Il valore risultante dal calcolo così effettuato era pari a **6.143.470 euro**.

Tale impostazione veniva confermata anche dalla circolare MEF-RGS n. 26 dell'11 novembre 2021, attraverso la quale venivano fornite agli enti ed organismi pubblici le indicazioni per la predisposizione del bilancio di previsione 2022. La circolare, richiamando le precedenti, precisava che nel corso del 2021 non si rilevavano significative novità in relazione agli adempimenti da rispettare per la predisposizione del bilancio di previsione per l'esercizio 2022 e, pertanto, si faceva integralmente riferimento alle circolari precedenti, precisando però che, "qualora il quadro normativo dovesse subire variazioni in forza delle previsioni contenute nella legge di bilancio 2022, si provvederà, con successiva circolare, a fornire ulteriori istruzioni […]".

Di lì a poco, lo scenario internazionale è radicalmente mutato per via della guerra russo-ucraina e della conseguente crisi energetica e ha reso quindi necessaria una parziale revisione delle regole sul rispetto dei limiti di spesa.

In seguito, la **circolare n. 23 del 19 maggio 2022** aveva rappresentato un aggiornamento importante della circolare n. 26 dell'11 novembre 2021. In particolare, la circolare precisava che "in considerazione dei nuovi scenari politici internazionali determinati dal conflitto russo-ucraino […] e dei mutamenti del contesto economico che stanno investendo il sistema produttivo dei beni e dei servizi in Italia e in Europa, con particolare riferimento al settore dell'approvvigionamento energetico, si ravvisa l'opportunità di fornire, in via emergenziale, specifiche indicazioni in merito al rispetto dei vincoli di spesa, per l'anno 2022, con riferimento alle spese energetiche".

Più precisamente, attraverso la circolare, **il MEF aveva ritenuto di poter consentire**, agli enti pubblici rientranti nell'ambito di applicazione definito dalla legge, art. 1, commi 590 e ss., della legge 160/2019, **di escludere,** per l'anno 2022, dal limite di spesa per acquisto di beni e servizi individuato dall'art. 1, comma 591, della citata legge nl. 160/2019, **gli oneri sostenuti per i consumi energetici**, quali ad esempio energia elettrica, gas, carburanti, combustibili ecc.

Conseguentemente, ai fini della determinazione del valore della spesa sostenibile per i beni e servizi, nel rispetto dei limiti consentiti, le voci di spesa relative ai suddetti consumi energetici, non avevano concorso alla determinazione della base di riferimento della media dei costi per l'acquisizione di beni e servizi sostenuti nel triennio 2016-2018.

Alla luce del chiarimento fornito dalla circolare, l'amministrazione INRiM aveva provveduto a rifare il calcolo del limite di spesa, basato sulla media 2016 – 2018, precedentemente certificato nell'esercizio 2020, decurtando le spese sostenute negli anni di riferimento per consumi energetici. Il nuovo limite così calcolato, utilizzato come base di riferimento, ammontava quindi a **3.855.628 euro.**

Tale importo è da considerarsi come limite di spesa **anche per l'esercizio 2023**, in quanto la **Circolare** della Ragioneria generale dello Stato **n. 42 del 7 dicembre 2022** ha esteso l'esclusione dei costi energetici dal calcolo del limite anche per l'esercizio 2023.

Circa le voci incluse nella base del limite di riferimento, appare opportuno fare nuovamente un richiamo alla nota MEF-RGS prot. 187305 del 28 giugno 2023, di commento all'invio da parte dell'Istituto del bilancio di previsione 2023. In tale nota veniva rilevato che l'INRiM aveva correttamente incluso nella platea delle spese da assoggettare al contenimento quelle per missioni ed escluso quelle relative alla sola formazione obbligatoria, ai sensi della legge n. 81/2008. Invece, proseguiva la nota "l'Istituto non ha ancora individuato le altre spese relative alla formazione indicate dalla direttiva n. 10/2010 della Funzione Pubblica". Tali tipologia di spesa riguarda altre modalità primarie, informali e non strutturate nei termini della formazione, di apprendimento e sviluppo delle competenze, costituite dalla reingegnerizzazione di processi e luoghi di lavoro, in modo da assicurare lo sviluppo delle opportunità di informazione, valutazione e accumulazione delle competenze nel corso del lavoro quotidiano (tutoring, mentoring, peer review, circoli di qualità e focus group, affiancamento, rotazione delle mansioni ecc.). L'Istituto, per l'esercizio 2023, non ha individuato costi specifici per la formazione rientranti in questa

tipologia. Pertanto, le uniche previsioni di costo di formazione non assoggettate al limite di spesa sono quelle per la formazione obbligatoria di cui alla legge 81/2008.

Ultimo elemento da prendere in considerazione per la quantificazione a monte del limite di spesa per l'esercizio 2023 è il confronto dei ricavi dell'esercizio 2022 con quelli del 2018, al fine della possibilità di superare il limite stesso.

Il comma 593 della Legge 160/2019 prevede infatti che il limite di spesa, nel rispetto del principio dell'equilibrio di bilancio e compatibilmente con le disponibilità di bilancio, può essere superato in presenza di un corrispondente aumento dei ricavi conseguiti nell'esercizio. L'aumento dei ricavi può essere utilizzato per l'incremento delle spese per beni e servizi entro il termine dell'esercizio successivo a quello di accertamento.

L'interpretazione corretta su come effettuare correttamente questo confronto è stata fornita recentemente dalla **circolare MEF-RGS n. 16 del 9 aprile 2024**, che costituisce un aggiornamento della precedente circolare n. 29 del 3 novembre 2023 e fornisce ulteriori indicazioni relative alla predisposizione del bilancio di previsione 2024. La scheda tematica A, dedicata alle misure di contenimento della spesa, include un capitolo espressamente dedicato alle "Modalità di calcolo delle maggiori entrate ai sensi dell'art. 1, comma 593, della legge 27 dicembre 2019, n. 160".

La circolare precisa, ai fini esplicativi, che:

- in ciascun esercizio preso a riferimento, con la deliberazione del rendiconto o del bilancio dell'esercizio precedente (adottata entro il 30 aprile), va data evidenza, in via definitiva, delle maggiori entrate o ricavi conseguiti nell'anno precedente rispetto alle entrate o ricavi conseguiti nell'esercizio 2018, determinando così l'eventuale maggiore capacità di spesa rispetto al limite previsto per l'acquisto di beni e servizi;

- le maggiori spese o costi per acquisto di beni e servizi (rispetto al limite previsto) potranno essere effettivamente sostenuti nel periodo 1° maggio - 31 dicembre dell'esercizio preso a riferimento (ovvero anno di utilizzo della maggiore capacità di spesa);

- le maggiori spese o costi sostenuti per beni e servizi (rispetto al limite previsto) troveranno puntuale evidenza nel bilancio consuntivo deliberato nell'anno successivo all'esercizio preso a riferimento e andranno illustrate nella relazione degli organi deliberanti degli enti e organismi di cui trattasi, presentata in sede di approvazione del predetto bilancio.

Conseguentemente, per quantificare i maggiori ricavi utilizzabili per l'esercizio 2023, i ricavi del consuntivo da prendere come riferimento e da raffrontare con il 2018 sono quelli del 2022.

La seguente tabella mette quindi a confronto le medesime voci estrapolate dal bilancio di esercizio 2018 e da quello 2022.

Voce di ricavo	Bilancio 2018	Bilancio 2022
Proventi da attività di certificazione	2.027.777	1.776.222
FOE quota ordinaria	19.493.298	21.931.040
FOE quota valenza internazionale	1.250.000	5.030.000
FOE quota premiale	3.589.210	
FOE quota extra DM 250.2022		965.509
Ricavi da gestione del patrimonio	217.000	505.172
Totale	***26.577.285***	***30.208.943***

Da questo confronto vengono deliberatamente **esclusi** 1.570.000 euro dell'assegnazione di FOE per progettualità di carattere continuativo, in quanto **finalizzati alla realizzazione delle due proposte progettuali** "*Next generation metrology*" e "*Better measurements for energy storage*", rispettivamente per 970.000 euro e 600.000 euro e qualunque altro contributo incamerato dall'Istituto nel corso dell'esercizio 2022 con una finalità specifica (es. stabilizzazioni del personale, realizzazione di investimenti, progetti di ricerca).

In sostanza, il limite originario pari a 3.855.628 euro può essere superato per 3.631.658 euro, per un totale di **7.487.286 euro**.

Le risultanze finali della gestione 2023 restituiscono dati che **confermano il rispetto dei limiti di spesa** di cui alla legge di bilancio 160/2019 da parte dell'Istituto. Il costo complessivo per acquisto di beni, servizi e godimento di beni di terzi, riconducibile alle voci B6, B7 e B8 ammonta infatti a **4.224.026 euro** complessivi. Il totale, secondo le direttive esposte in precedenza, non include i costi energetici sostenuti in corso d'anno né i buoni pasto, né la formazione obbligatoria. Comprende invece tutti i costi di missione e quelli per la formazione non obbligatoria.

Si specifica infine che il totale si riferisce ai costi gravanti su fondi propri dell'ente, in primis sul Fondo Ordinario Enti, ma anche su proventi per servizi erogati a terzi (tarature) e proventi derivanti dalla gestione del patrimonio. Non rientrano invece tutti i costi gravanti su fondi esterni vincolati, ovvero su progetti di ricerca finanziati.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Allegati alla Nota integrativa

- Conto consuntivo in termini di cassa con la classificazione della spesa in missioni e programmi
- Prospetto SIOPE
- Prospetto sui tempi di pagamento ai sensi dall'art. 41 comma 1 del D.L. 66/2014
- Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio
- Conto economico secondo lo schema DMEF 27/03/2013

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

	CONTO CONSUNTIVO IN TERMINI DI CASSA - ENTRATE	
Livello	Descrizione codice economico	Totale
I	ENTRATE CORRENTI DI NATURA TRIBUTARIA, CONTRIBUTIVA E PEREQUATIVA	
II	TRIBUTI	
III	IMPOSTE, TASSE E PROVENTI ASSIMILATI	
II	CONTRIBUTI SOCIALI E PREMI	
III	CONTRIBUTI SOCIALI E PREMI A CARICO DEL DATORE DI LAVORO E DEI LAVORATORI	
III	CONTRIBUTI SOCIALI A CARICO DELLE PERSONE NON OCCUPATE	
I	TRASFERIMENTI CORRENTI	41.818.135,09
II	TRASFERIMENTI CORRENTI	41.818.135,09
III	TRASFERIMENTI CORRENTI DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	33.771.052,16
III	TRASFERIMENTI CORRENTI DA FAMIGLIE	
III	TRASFERIMENTI CORRENTI DA IMPRESE	1.253.358,34
III	TRASFERIMENTI CORRENTI DA ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE	100.000,00
III	TRASFERIMENTI CORRENTI DALL'UNIONE EUROPEA E DAL RESTO DEL MONDO	6.693.724,59
I	ENTRATE EXTRATRIBUTARIE	5.310.914,12
II	VENDITA DI BENI E SERVIZI E PROVENTI DERIVANTI DALLA GESTIONE DI BENI	4.525.190,75
III	VENDITA DI BENI	8.877,23
III	VENDITA DI SERVIZI	4.212.222,26
III	PROVENTI DERIVANTI DALLA GESTIONE DI BENI	304.091,26
II	PROVENTI DERIVANTI DALL'ATTIVITA' DI CONTROLLO E REPRESSIONE DELLE IRREGOLARITA' E DEGLI ILLECITI	
III	ENTRATE DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE DERIVANTI DALL'ATTIVITA' DI CONTROLLO E REPRESSIONE DELLE IRREGOLARITA' E DEGLI ILLECITI	
III	ENTRATE DA FAMIGLIE DERIVANTI DALL'ATTIVITA' DI CONTROLLO E REPRESSIONE DELLE IRREGOLARITA' E DEGLI ILLECITI	
III	ENTRATE DA IMPRESE DERIVANTI DALL'ATTIVITA' DI CONTROLLO E REPRESSIONE DELLE IRREGOLARITA' E DEGLI ILLECITI	
III	ENTRATE DA ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE DERIVANTI DALL'ATTIVITA' DI CONTROLLO E REPRESSIONE DELLE IRREGOLARITA' E DEGLI ILLECITI	
II	INTERESSI ATTIVI	0,87
III	INTERESSI ATTIVI DA TITOLI O FINANZIAMENTI A BREVE TERMINE	
III	INTERESSI ATTIVI DA TITOLI O FINANZIAMENTI A MEDIO - LUNGO TERMINE	
III	ALTRI INTERESSI ATTIVI	0,87
II	ALTRE ENTRATE DA REDDITI DA CAPITALE	
III	RENDIMENTI DA FONDI COMUNI DI INVESTIMENTO	

III	ENTRATE DERIVANTI DALLA DISTRIBUZIONE DI DIVIDENDI			
III	ENTRATE DERIVANTI DALLA DISTRIBUZIONE DI UTILI E AVANZI			
III	ALTRE ENTRATE DA REDDITI DA CAPITALE			
II	RIMBORSI E ALTRE ENTRATE CORRENTI			785.722,50
III	INDENNIZZI DI ASSICURAZIONE			64,62
III	RIMBORSI IN ENTRATA			21.903,74
III	ALTRE ENTRATE CORRENTI N.A.C.			763.754,14
I	ENTRATE IN CONTO CAPITALE			5.943.107,00
II	TRIBUTI IN CONTO CAPITALE			
III	ALTRE IMPOSTE IN CONTO CAPITALE			
II	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI			5.943.107,00
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE			5.943.107,00
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DA FAMIGLIE			
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DA IMPRESE			
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DA ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE			
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DALL'UNIONE EUROPEA E DAL RESTO DEL MONDO			
II	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI FAMIGLIE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI IMPRESE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DELL'UNIONE EUROPEA E DEL RESTO DEL MONDO			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI FAMIGLIE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI IMPRESE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DI ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI DELL'AMMINISTRAZIONE DA PARTE DELL'UNIONE EUROPEA E RESTO DEL MONDO			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ESCUSSIONE DI GARANZIE SENZA RIVALSA DA PARTE DI AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ESCUSSIONE DI GARANZIE SENZA RIVALSA DA PARTE DI FAMIGLIE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ESCUSSIONE DI GARANZIE SENZA RIVALSA DA PARTE DI IMPRESE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ESCUSSIONE DI GARANZIE SENZA RIVALSA DA PARTE DI ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE			
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ESCUSSIONE DI GARANZIE SENZA RIVALSADA PARTE DELL'UNIONE EUROPEA E RESTO DEL MONDO			
III	ALTRI TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE			

| | | |

III	RISCOSSIONE CREDITI DI MEDIO - LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO DA FAMIGLIE		
III	RISCOSSIONE CREDITI DI MEDIO - LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO DA IMPRESE		
III	RISCOSSIONE CREDITI DI MEDIO - LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO DA ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE		
III	RISCOSSIONE CREDITI DI MEDIO - LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO DALL'UNIONE EUROPEA E DAL RESTO DEL MONDO		
III	RISCOSSIONE DI CREDITI SORTI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZIE IN FAVORE DI AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE		
III	RISCOSSIONE DI CREDITI SORTI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZIE IN FAVORE DI FAMIGLIE		
III	RISCOSSIONE DI CREDITI SORTI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZIE IN FAVORE DI IMPRESE		
III	RISCOSSIONE DI CREDITI SORTI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZIE IN FAVORE DI ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE		
III	RISCOSSIONE DI CREDITI SORTI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZIE IN FAVORE DELL'UNIONE EUROPEA E DEL RESTO DEL MONDO		
II	ALTRE ENTRATE PER RIDUZIONE DI ATTIVITA' FINANZIARIE		
III	RIDUZIONE DI ALTRE ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE		
III	RIDUZIONE DI ALTRE ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO FAMIGLIE		
III	RIDUZIONE DI ALTRE ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO IMPRESE		
III	RIDUZIONE DI ALTRE ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE		
III	RIDUZIONE DI ALTRE ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO UNIONE EUROPEA E RESTO DEL MONDO		
III	PRELIEVI DAI CONTI DI TESORERIA STATALE DIVERSI DALLA TESORERIA UNICA		
III	PRELIEVI DA DEPOSITI BANCARI		
I	ACCENSIONE PRESTITI		
II	EMISSIONE DI TITOLI OBBLIGAZIONARI		
III	EMISSIONE TITOLI OBBLIGAZIONARI A BREVE TERMINE		
III	EMISSIONE TITOLI OBBLIGAZIONARI A MEDIO - LUNGO TERMINE		
II	ACCNSIONE PRESTITI A BREVE TERMINE		
III	FINANZIAMENTI A BREVE TERMINE		
III	ANTICIPAZIONI		
II	ACCENSIONE MUTUI E ALTRI FINANZIAMENTI A MEDIO - LUNGO TERMINE		
III	ACCENSIONE MUTUI E ALTRI FINANZIAMENTI A MEDIO - LUNGO TERMINE		
III	ACCENSIONE PRESTITI DA ATTUALIZZAZIONE CONTRIBUTI PLURIENNALI		
III	ACCESIONE PRESTITI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI DI GARANZIE IN FAVORE DELL'AMMINISTRAZIONE		
II	ALTRE FORME DI INDEBITAMENTO		
III	ACCENSIONE PRESTITI - LEASING FINANZIARIO		
III	ACCENSIONE PRESTITI - OPERAZIONI DI CARTOLARIZZAZIONE		
III	ACCENSIONE PRESTITI - DERIVATI		
I	ANTICIPAZIONI DA ISTITUTO TESORIERE / CASSIERE		
I	ENTRATE PER CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO		12.544.268,74
II	ENTRATE PER PARTITE DI GIRO		12.024.034,09
III	ALTRE RITENUTE		
III	RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE		9.433.861,24
III	RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO		29.149,53
III	ALTRE ENTRATE PER PARTITE DI GIRO		2.561.023,32

II	ENTRATE PER CONTO TERZI	520.234,65
III	RIMBORSI PER ACQUISTO DI BENI E SERVIZI PER CONTO TERZI	449.021,85
III	TRASFERIMENTI PER CONTO TERZI RICEVUTI DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	
III	TRASFERIMENTI PER CONTO TERZI DA ALTRI SETTORI	
III	DEPOSITI DI / PRESSO TERZI	71.212,80
III	RISCOSSIONE IMPOSTE E TRIBUTI PER CONTO TERZI	
III	ALTRE ENTRATE PER CONTO TERZI	
	TOTALE GENERALE ENTRATE	**65.616.424,95**

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

CONSUNTIVO MISSIONI E PROGRAMMI - SPESE

			MISSIONE 17 - RICERCA E INNOVAZIONE	MISSIONE 32 - SERVIZI ISTITUZIONALI E GENERALI DELLE AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE		MISSIONE 99 - SERVIZI CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO
Livello	Descrizione codice economico	Totale	PROGRAMMA 015 - RICERCA DI BASE E APPLICATA	PROGRAMMA 002 - INDIRIZZO POLITICO	PROGRAMMA 003 - SERVIZI E AFFARI GENERALI PER LE AMMINISTRAZIONI DI COMPETENZA	PROGRAMMA 001 - SERVIZI CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO
			COFOG 04.8 - RICERCA E SVILUPPO PER GLI AFFARI ECONOMICI	COFOG 04.8 - RICERCA E SVILUPPO PER GLI AFFARI ECONOMICI	COFOG 04.8 - RICERCA E SVILUPPO PER GLI AFFARI ECONOMICI	COFOG 04.8 - RICERCA E SVILUPPO PER GLI AFFARI ECONOMICI
I	SPESE CORRENTI	35.934.069,73	29.852.522,83	108.418,82	5.973.128,08	
II	REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE	19.060.141,69	14.905.030,80		4.155.110,89	
III	RETRIBUZIONI LORDE	15.440.303,36	12.074.317,23		3.365.986,13	
III	CONTRIBUTI SOCIALI A CARICO DELL'ENTE	3.619.838,33	2.830.713,57		789.124,76	
II	IMPOSTE E TASSE A CARICO DELL'ENTE	1.577.909,64	1.233.925,34		343.984,30	
III	IMPOSTE, TASSE E PROVENTI ASSIMILATI A CARICO DELL'ENTE	1.577.909,64	1.233.925,34		343.984,30	
II	ACQUISTO DI BENI E SERVIZI	10.372.647,62	9.009.986,27	108.418,82	1.254.242,53	
III	ACQUISTO DI BENI NON SANITARI	1.072.406,37	1.064.315,33		8.091,04	
III	ACQUISTO DI BENI SANITARI					
III	ACQUISTO DI SERVIZI NON SANITARI					
III	ACQUISTO DI SERVIZI	9.300.241,25	7.945.670,94	108.418,82	1.246.151,49	
II	TRASFERIMENTI CORRENTI	3.916.966,04	3.916.966,04		0,00	
III	TRASFERIMENTI CORRENTI A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	1.989.263,08	1.989.263,08			
III	TRASFERIMENTI CORRENTI A FAMIGLIE	666.338,25	666.338,25			
III	TRASFERIMENTI CORRENTI A IMPRESE	1.261.364,71	1.261.364,71			
III	TRASFERIMENTI CORRENTI A ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE					
III	TRASFERIMENTI CORRENTI VERSATI ALL'UNIONE EUROPEA E AL RESTO DEL MONDO					
II	INTERESSI PASSIVI	0,11	0,00		0,11	

III	INTERESSI PASSIVI SU TITOLI OBBLIGAZIONARI A BREVE TERMINE					
III	INTERESSI PASSIVI SU TITOLI OBBLIGAZIONARI A MEDIO-LUNGO TERMINE					
III	INTERESSI SU FINANZIAMENTI A BREVE TERMINE					
III	INTERESSI SU MUTUI E ALTRI FINANZIAMENTI A MEDIO LUNGO TERMINE					
III	ALTRI INTERESSI PASSIVI	0,11			0,11	
II	RIMBORSI E POSTE CORRETTIVE DELLE ENTRATE	493,07	0,00		493,07	
III	RIMBORSI PER SPESE DI PERSONALE (COMANDO, DISTACCO, FUORI RUOLO, CONVENZIONI ECC.)					
III	RIMBORSI DI IMPOSTE IN USCITA					
III	RIMBORSI DI TRASFERIMENTI ALL'UNIONE EUROPEA					
III	ALTRI RIMBORSI DI SOMME NON DOVUTE O INCASSATE IN ECCESSO	493,07	0,00		493,07	
II	ALTRE SPESE CORRENTI	1.005.911,56	786.614,38		219.297,18	
III	FONDI DI RISERVA E ALTRI ACCANTONAMENTI					
III	VERSAMENTI IVA A DEBITO	339.465,81	265.462,26		74.003,55	
III	PREMI DI ASSICURAZIONE	100.271,51	78.412,32		21.859,19	
III	SPESE DOVUTE A SANZIONI, RISARCIMENTI E INDENNIZZI	10,82			10,82	
III	ALTRE SPESE CORRENTI N.A.C.	566.163,42	442.739,79		123.423,63	
I	SPESE IN CONTO CAPITALE	8.298.603,75	7.814.343,81		484.259,94	
II	TRIBUTI IN CONTO CAPITALE A CARICO DELL'ENTE					
III	TRIBUTI SU LASCITI E DONAZIONI					
III	ALTRI TRIBUTI IN CONTO CAPITALE A CARICO DELL'ENTE					
II	INVESTIMENTI FISSI LORDI E ACQUISTO DI TERRENI	8.298.603,75	7.814.343,81		484.259,94	
III	BENI MATERIALI	8.298.603,75	7.814.343,81		484.259,94	
III	TERRENI E BENI MATERIALI NON PRODOTTI					
III	BENI IMMATERIALI					
III	BENI MATERIALI ACQUISITI MEDIANTE OPERAZIONI DI LEASING FINANZIARIO					
III	TERRENI E BENI MATERIALI NON PRODOTTI ACQUISITI MEDIANTE OPERAZIONI DI LEASING FINANZIARIO					
III	BENI IMMATERIALI ACQUISITI MEDIANTE OPERAZIONI DI LEASING FINANZIARIO					
II	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI					
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE					
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI A FAMIGLIE					
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI A IMPRESE					
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI A ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE					
III	CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI ALL'UNIONE EUROPEA E AL RESTO DEL MONDO					
II	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE					
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DI AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE					
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DI FAMIGLIE					

III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DI IMPRESE										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DI ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER ASSUNZIONE DI DEBITI DELL'UNIONE EUROPEA E DEL RESTO DEL MONDO										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI VERSO AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI VERSO FAMIGLIE										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI VERSO IMPRESE										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI VERSO ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE										
III	TRASFERIMENTI IN CONTO CAPITALE PER CANCELLAZIONE DI CREDITI VERSO UNIONE EUROPEA E RESTO DEL MONDO										
II	ALTRE SPESE IN CONTO CAPITALE										
III	FONDI DI RISERVA E ALTRI ACCANTONAMENTI IN C/CAPITALE										
III	ALTRE SPESE IN CONTO CAPITALE N. A.C.										
I	SPESE PER INCREMENTO ATTIVITA' FINANZIARIE										
II	ACQUISIZIONI DI ATTIVITA' FINANZIARIE										
III	ACQUISIZIONI DI PARTECIPAZIONI, AZIONI E CONFERIMENTI DI CAPITALE										
III	ACQUISIZIONE DI QUOTE DI FONDI COMUNI DI INVESTIMENTO										
III	ACQUISIZIONI DI TITOLI OBBLIGAZIONARI A BREVE TERMINE										
III	ACQUISIZIONE DI TITOLI OBBLIGAZIONARI A MEDIO-LUNGO TERMINE										
II	CONCESSIONE CREDITI DI BREVE TERMINE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI BREVE PERIODO A TASSO AGEVOLATO A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI BREVE PERIODO A TASSO AGEVOLATO A FAMIGLIE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI BREVE PERIODO A TASSO AGEVOLATO A IMPRESE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI BREVE PERIODO A TASSO AGEVOLATO A ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI BREVE PERIODO A TASSO AGEVOLATO ALL'UNIONE EUROPEA E AL RESTO DEL MONDO										
II	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO AGEVOLATO A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO AGEVOLATO A FAMIGLIE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO AGEVOLATO A IMPRESE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO AGEVOLATO A ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE										
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO AGEVOLATO ALL'UNIONE EUROPEA E AL RESTO DEL MONDO										

III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE							
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO A FAMIGLIE							
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO A IMPRESE							
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO A ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE							
III	CONCESSIONE CREDITI DI MEDIO-LUNGO TERMINE A TASSO NON AGEVOLATO ALL'UNIONE EUROPEA E AL RESTO DEL MONDO							
III	CONCESSIONE CREDITI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZINE IN FAVORE DI AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE							
III	CONCESSIONE CREDITI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZINE IN FAVORE DI FAMIGLIE							
III	CONCESSIONE CREDITI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZINE IN FAVORE DI IMPRESE							
III	CONCESSIONE CREDITI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZINE IN FAVORE DI ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE							
III	CONCESSIONE CREDITI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZINE IN FAVORE DELL'UNIONE EUROPEA E DEL RESTO DEL MONDO							
II	ALTRE SPESE PER INCREMENTO DI ATTIVITA' FINANZIARIE							
III	INCREMENTO DI ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE							
III	INCREMENTO DI ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO FAMIGLIE							
III	INCREMENTO DI ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO IMPRESE							
III	INCREMENTO DI ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE							
III	INCREMENTO DI ATTIVITA' FINANZIARIE VERSO UE E RESTO DEL MONDO							
III	VERSAMENTI AI CONTI DI TESORERIA STATALE (DIVERSI DALLA TESORERIA UNICA)							
III	VERSAMENTI A DEPOSITI BANCARI							
I	RIMBORSO PRESTITI							
II	RIMBORSO DI TITOLI OBBLIGAZIONARI							
III	RIMBORSO DI TITOLI OBBLIGAZIONARI A BREVE TERMINE							
III	RIMBORSO DI TITOLI OBBLIGAZIONARI A MEDIO-LUNGO TERMINE							
II	RIMBORSO PRESTITI A BREVE TERMINE							
III	RIMBORSO FINANZIAMENTI A BREVE TERMINE							
III	CHIUSURA ANTICIPAZIONI							
II	RIMBORSO MUTUI E ALTRI FINANZIAMENTI A MEDIO-LUNGO TERMINE							
III	RIMBORSO MUTUI E ALTRI FINANZIAMENTI A MEDIO-LUNGO TERMINE							
III	RIMBORSO PRESTITI DA ATTUALIZZAZIONE CONTRIBUTI PLURIENNALI							
III	RIMBORSO PRESTITI SORTI A SEGUITO DI ESCUSSIONE DI GARANZIE IN FAVORE DELL'AMMINISTRAZIONE							
II	RIMBORSO DI ALTRE FORME DI INDEBITAMENTO							
III	RIMBORSO PRESTITI - LEASING FINANZIARIO							
III	RIMBORSO PRESTITI - OPERAZIONI DI CARTOLARIZZAZIONE							
III	RIMBORSO PRESTITI - DERIVATI							
I	CHIUSURA ANTICIPAZIONI RICEVUTE DA 'ISTITUTO TESORIERE/CASSIERE							
I	USCITE PER CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO (CONTI TRANSITORI)	12.292.758,31						12.220.466,16

II	USCITE PER PARTITE DI GIRO	12.220.466,16					12.220.466,16
III	VERSAMENTI DI ALTRE RITENUTE	196.782,79					196.782,79
III	VERSAMENTI DI RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE	9.555.485,97					9.555.485,97
III	VERSAMENTI DI RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO	39.324,58					39.324,58
III	ALTRE USCITE PER PARTITE DI GIRO	2.428.872,82					2.428.872,82
II	USCITE PER CONTO TERZI	72.292,15					
III	ACQUISTO DI BENI E SERVIZI PER CONTO TERZI						
III	TRASFERIMENTI PER CONTO TERZI A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE						
III	TRASFERIMENTI PER CONTO TERZI A ALTRI SETTORI						
III	DEPOSITI DI/PRESSO TERZI	72.292,15					
III	VERSAMENTI DI IMPOSTE E TRIBUTI RISCOSSI PER CONTO TERZI						
III	ALTRE USCITE PER CONTO TERZI						
	TOTALE GENERALE USCITE	**56.525.431,79**	**37.666.866,64**	**108.418,82**	**6.457.388,02**	**12.220.466,16**	
	INCIDENZA DELLE MISSIONI SUL TOTALE DELLE USCITE		**66,64%**	**0,19%**	**11,42%**	**21,62%**	

PROSPETTO SIOPE

Tipo stampa	Esercizio	UE Autonoma	UE	Tipo Siope	Sotto Tipo Siope	Livello	Periodo
Sintetica	2023	UE.00 - Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica - INRIM	UE.00 - Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica - INRIM	Tutti	Tutti	Ultimo livello	01/01/2023 - 31/12/2023

Entrate

Codice SIOPE	Incassi
SX.E - ENTRATE	65.616.424,95
SX.E.2 - TRASFERIMENTI CORRENTI	41.818.135,09
SX.E.2.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI	41.818.135,09
SX.E.2.01.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	33.771.052,16
SX.E.2.01.01.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA AMMINISTRAZIONI CENTRALI	33.586.592,32
SX.E.2.01.01.01.001 - Trasferimenti correnti da Ministeri	33.377.051,52
SX.E.2.01.01.01.013 - Trasferimenti correnti da enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca	209.540,80
SX.E.2.01.01.02 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA AMMINISTRAZIONI LOCALI	142.646,16
SX.E.2.01.01.02.008 - Trasferimenti correnti da Università	142.646,16
SX.E.2.01.01.03 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA ENTI DI PREVIDENZA	41.813,68
SX.E.2.01.01.03.001 - Trasferimenti correnti da INPS	41.813,68
SX.E.2.01.03 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA IMPRESE	1.253.358,34
SX.E.2.01.03.02 - ALTRI TRASFERIMENTI CORRENTI DA IMPRESE	1.253.358,34
SX.E.2.01.03.02.999 - Altri trasferimenti correnti da altre imprese	1.253.358,34
SX.E.2.01.04 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE	100.000,00
SX.E.2.01.04.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI DA ISTITUZIONI SOCIALI PRIVATE	100.000,00
SX.E.2.01.04.01.001 - Trasferimenti correnti da Istituzioni Sociali Private	100.000,00
SX.E.2.01.05 - TRASFERIMENTI CORRENTI DALL'UNIONE EUROPEA E DAL RESTO DEL MONDO	6.693.724,59
SX.E.2.01.05.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI DALL'UNIONE EUROPEA	6.676.266,16
SX.E.2.01.05.01.999 - Altri trasferimenti correnti dall'Unione Europea	6.676.266,16

SX.E.2.01.05.02 - TRASFERIMENTI CORRENTI DAL RESTO DEL MONDO	17.458,43
SX.E.2.01.05.02.001 - Trasferimenti correnti dal Resto del Mondo	17.458,43
SX.E.3 - ENTRATE EXTRATRIBUTARIE	5.310.914,12
SX.E.3.01 - VENDITA DI BENI E SERVIZI E PROVENTI DERIVANTI DALLA GESTIONE DEI BENI	4.525.190,75
SX.E.3.01.01 - VENDITA DI BENI	8.877,23
SX.E.3.01.01.01 - VENDITA DI BENI	8.877,23
SX.E.3.01.01.01.005 - Proventi derivanti dallo sfruttamento di brevetti	8.877,23
SX.E.3.01.02 - ENTRATE DALLA VENDITA E DALL'EROGAZIONE DI SERVIZI	4.212.222,26
SX.E.3.01.02.01 - ENTRATE DALLA VENDITA DI SERVIZI	4.212.222,26
SX.E.3.01.02.01.023 - Proventi da servizi per formazione e addestramento	19.945,00
SX.E.3.01.02.01.027 - Proventi da consulenze	8.270,00
SX.E.3.01.02.01.038 - Proventi da analisi e studi nel campo della ricerca	2.405.936,75
SX.E.3.01.02.01.039 - Proventi dallo svolgimento di attività di certificazione	1.778.070,51
SX.E.3.01.03 - PROVENTI DERIVANTI DALLA GESTIONE DEI BENI	304.091,26
SX.E.3.01.03.01 - CANONI E CONCESSIONI E DIRITTI REALI DI GODIMENTO	21.922,86
SX.E.3.01.03.01.003 - Proventi da concessioni su beni	21.922,86
SX.E.3.01.03.02 - FITTI, NOLEGGI E LOCAZIONI	282.168,40
SX.E.3.01.03.02.002 - Locazioni di altri beni immobili	282.168,40
SX.E.3.03 - INTERESSI ATTIVI	0,87
SX.E.3.03.03 - ALTRI INTERESSI ATTIVI	0,87
SX.E.3.03.03.03 - INTERESSI ATTIVI DA CONTI DELLA TESORERIA DELLO STATO O DI ALTRE AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	0,87
SX.E.3.03.03.03.001 - Interessi attivi da conti della tesoreria dello Stato o di altre Amministrazioni pubbliche	0,87
SX.E.3.05 - RIMBORSI E ALTRE ENTRATE CORRENTI	785.722,50
SX.E.3.05.01 - INDENNIZZI DI ASSICURAZIONE	64,62
SX.E.3.05.01.99 - ALTRI INDENNIZZI DI ASSICURAZIONE N.A.C.	64,62
SX.E.3.05.01.99.999 - Altri indennizzi di assicurazione n.a.c.	64,62
SX.E.3.05.02 - RIMBORSI IN ENTRATA	21.903,74

SX.E.3.05.02.01 - RIMBORSI RICEVUTI PER SPESE DI PERSONALE (COMANDO, DISTACCO, FUORI RUOLO, CONVENZIONI, ECC...)	15.871,81
SX.E.3.05.02.01.001 - Rimborsi ricevuti per spese di personale (comando, distacco, fuori ruolo, convenzioni, ecc...)	15.871,81
SX.E.3.05.02.02 - ENTRATE PER RIMBORSI DI IMPOSTE	5.749,19
SX.E.3.05.02.02.001 - Entrate per rimborsi di imposte indirette	5.749,19
SX.E.3.05.02.03 - ENTRATE DA RIMBORSI, RECUPERI E RESTITUZIONI DI SOMME NON DOVUTE O INCASSATE IN ECCESSO	282,74
SX.E.3.05.02.03.005 - Entrate da rimborsi, recuperi e restituzioni di somme non dovute o incassate in eccesso da Imprese	282,74
SX.E.3.05.99 - ALTRE ENTRATE CORRENTI N.A.C.	763.754,14
SX.E.3.05.99.99 - ALTRE ENTRATE CORRENTI N.A.C.	763.754,14
SX.E.3.05.99.99.999 - Altre entrate correnti n.a.c.	763.754,14
SX.E.4 - ENTRATE IN CONTO CAPITALE	5.943.107,00
SX.E.4.02 - CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI	5.943.107,00
SX.E.4.02.01 - CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DA AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	5.943.107,00
SX.E.4.02.01.01 - CONTRIBUTI AGLI INVESTIMENTI DA AMMINISTRAZIONI CENTRALI	5.943.107,00
SX.E.4.02.01.01.001 - Contributi agli investimenti da Ministeri	5.943.107,00
SX.E.9 - ENTRATE PER CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO (CONTI TRANSITORI)	12.544.268,74
SX.E.9.01 - ENTRATE PER PARTITE DI GIRO	12.024.034,09
SX.E.9.01.02 - RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE	9.433.861,24
SX.E.9.01.02.01 - RITENUTE ERARIALI SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE PER CONTO TERZI	4.344.988,50
SX.E.9.01.02.01.001 - Ritenute erariali su redditi da lavoro dipendente per conto terzi	4.344.988,50
SX.E.9.01.02.02 - RITENUTE PREVIDENZIALI E ASSISTENZIALI SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE PER CONTO TERZI	4.992.691,15
SX.E.9.01.02.02.001 - Ritenute previdenziali e assistenziali su redditi da lavoro dipendente per conto terzi	4.992.691,15
SX.E.9.01.02.99 - ALTRE RITENUTE AL PERSONALE DIPENDENTE PER CONTO DI TERZI	96.181,59
SX.E.9.01.02.99.999 - Altre ritenute al personale dipendente per conto di terzi	96.181,59
SX.E.9.01.03 - RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO	29.149,53
SX.E.9.01.03.01 - RITENUTE ERARIALI SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO PER CONTO TERZI	29.005,53
SX.E.9.01.03.01.001 - Ritenute erariali su redditi da lavoro autonomo per conto terzi	29.005,53
SX.E.9.01.03.02 - RITENUTE PREVIDENZIALI E ASSISTENZIALI SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO PER CONTO TERZI	144,00

SX.E.9.01.03.02.001 - Ritenute previdenziali e assistenziali su redditi da lavoro autonomo per conto terzi	144,00
SX.E.9.01.99 - ALTRE ENTRATE PER PARTITE DI GIRO	2.561.023,32
SX.E.9.01.99.03 - RIMBORSO DI FONDI ECONOMALI E CARTE AZIENDALI	15.000,00
SX.E.9.01.99.03.001 - Rimborso di fondi economali e carte aziendali	15.000,00
SX.E.9.01.99.99 - ALTRE ENTRATE PER PARTITE DI GIRO DIVERSE	2.546.023,32
SX.E.9.01.99.99.999 - Altre entrate per partite di giro diverse	2.546.023,32
SX.E.9.02 - ENTRATE PER CONTO TERZI	520.234,65
SX.E.9.02.01 - RIMBORSI PER ACQUISTO DI BENI E SERVIZI PER CONTO TERZI	449.021,85
SX.E.9.02.01.02 - RIMBORSO PER ACQUISTO DI SERVIZI PER CONTO DI TERZI	449.021,85
SX.E.9.02.01.02.001 - Rimborso per acquisto di servizi per conto di terzi	449.021,85
SX.E.9.02.04 - DEPOSITI DI/PRESSO TERZI	71.212,80
SX.E.9.02.04.01 - COSTITUZIONE DI DEPOSITI CAUZIONALI O CONTRATTUALI DI TERZI	71.212,80
SX.E.9.02.04.01.001 - Costituzione di depositi cauzionali o contrattuali di terzi	71.212,80
TOTALE INCASSI	**65.616.424,95**

Uscite

Codice SIOPE	Pagamenti
SX.U - USCITE	56.525.431,79
SX.U.1 - SPESE CORRENTI	35.934.069,73
SX.U.1.01 - REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE	19.060.141,69
SX.U.1.01.01 - RETRIBUZIONI LORDE	15.440.303,36
SX.U.1.01.01.01 - RETRIBUZIONI IN DENARO	14.944.135,21
SX.U.1.01.01.01.001 - Arretrati per anni precedenti corrisposti al personale a tempo indeterminato	168.222,20
SX.U.1.01.01.01.002 - Voci stipendiali corrisposte al personale a tempo indeterminato	10.619.766,93
SX.U.1.01.01.01.003 - Straordinario per il personale a tempo indeterminato	29.394,07
SX.U.1.01.01.01.004 - Indennità ed altri compensi, esclusi i rimborsi spesa per missione, corrisposti al personale a tempo indeterminato	2.995.971,86
SX.U.1.01.01.01.005 - Arretrati per anni precedenti corrisposti al personale a tempo determinato	76,89

SX.U.1.01.01.01.006 - Voci stipendiali corrisposte al personale a tempo determinato	618.096,98
SX.U.1.01.01.01.007 - Straordinario per il personale a tempo determinato	232,38
SX.U.1.01.01.01.008 - Indennità ed altri compensi, esclusi i rimborsi spesa documentati per missione, corrisposti al personale a tempo determinato	172.447,48
SX.U.1.01.01.01.009 - Assegni di ricerca	339.926,42
SX.U.1.01.01.02 - ALTRE SPESE PER IL PERSONALE	496.168,15
SX.U.1.01.01.02.001 - Contributi per asili nido e strutture sportive, ricreative o di vacanza messe a disposizione dei lavoratori dipendenti e delle loro famiglie e altre spese per il benessere del personale	155.570,54
SX.U.1.01.01.02.002 - Buoni pasto	259.520,96
SX.U.1.01.01.02.999 - Altre spese per il personale n.a.c.	81.076,65
SX.U.1.01.02 - CONTRIBUTI SOCIALI A CARICO DELL'ENTE	3.619.838,33
SX.U.1.01.02.01 - CONTRIBUTI SOCIALI EFFETTIVI A CARICO DELL'ENTE	3.619.838,33
SX.U.1.01.02.01.001 - Contributi obbligatori per il personale	3.604.476,00
SX.U.1.01.02.01.002 - Contributi previdenza complementare	15.362,33
SX.U.1.02 - IMPOSTE E TASSE A CARICO DELL'ENTE	1.577.909,64
SX.U.1.02.01 - IMPOSTE, TASSE E PROVENTI ASSIMILATI A CARICO DELL'ENTE	1.577.909,64
SX.U.1.02.01.01 - IMPOSTA REGIONALE SULLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE (IRAP)	1.224.397,79
SX.U.1.02.01.01.001 - Imposta regionale sulle attività produttive (IRAP)	1.224.397,79
SX.U.1.02.01.02 - IMPOSTA DI REGISTRO E DI BOLLO	6.796,63
SX.U.1.02.01.02.001 - Imposta di registro e di bollo	6.796,63
SX.U.1.02.01.06 - TASSA E/O TARIFFA SMALTIMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI	146.047,00
SX.U.1.02.01.06.001 - Tassa e/o tariffa smaltimento rifiuti solidi urbani	146.047,00
SX.U.1.02.01.09 - TASSA DI CIRCOLAZIONE DEI VEICOLI A MOTORE (TASSA AUTOMOBILISTICA)	377,22
SX.U.1.02.01.09.001 - Tassa di circolazione dei veicoli a motore (tassa automobilistica)	377,22
SX.U.1.02.01.10 - IMPOSTA SUL REDDITO DELLE PERSONE GIURIDICHE (EX IRPEG)	81.172,00
SX.U.1.02.01.10.001 - Imposta sul reddito delle persone giuridiche (ex IRPEG)	81.172,00
SX.U.1.02.01.12 - IMPOSTA MUNICIPALE PROPRIA	119.119,00
SX.U.1.02.01.12.001 - Imposta Municipale Propria	119.119,00
SX.U.1.03 - ACQUISTO DI BENI E SERVIZI	10.372.647,62

SX.U.1.03.01 - ACQUISTO DI BENI	1.072.406,37
SX.U.1.03.01.01 - GIORNALI, RIVISTE E PUBBLICAZIONI	59.669,56
SX.U.1.03.01.01.002 - Pubblicazioni	59.669,56
SX.U.1.03.01.02 - ALTRI BENI DI CONSUMO	1.012.736,81
SX.U.1.03.01.02.001 - Carta, cancelleria e stampati	1.387,08
SX.U.1.03.01.02.002 - Carburanti, combustibili e lubrificanti	6.690,95
SX.U.1.03.01.02.004 - Vestiario	1.391,67
SX.U.1.03.01.02.005 - Accessori per uffici e alloggi	417,84
SX.U.1.03.01.02.006 - Materiale informatico	20.955,19
SX.U.1.03.01.02.007 - Altri materiali tecnico-specialistici non sanitari	6.272,12
SX.U.1.03.01.02.999 - Altri beni e materiali di consumo n.a.c.	975.621,96
SX.U.1.03.02 - ACQUISTO DI SERVIZI	9.300.241,25
SX.U.1.03.02.01 - ORGANI E INCARICHI ISTITUZIONALI DELL'AMMINISTRAZIONE	108.418,82
SX.U.1.03.02.01.001 - Organi istituzionali dell'amministrazione - Indennità	59.029,23
SX.U.1.03.02.01.002 - Organi istituzionali dell'amministrazione - Rimborsi	12.205,76
SX.U.1.03.02.01.008 - Compensi agli organi istituzionali di revisione, di controllo ed altri incarichi istituzionali dell'amministrazione	37.183,83
SX.U.1.03.02.02 - ORGANIZZAZIONE EVENTI, PUBBLICITÀ E SERVIZI PER TRASFERTA	1.058.343,64
SX.U.1.03.02.02.001 - Rimborso per viaggio e trasloco	65.870,79
SX.U.1.03.02.02.002 - Indennità di missione e di trasferta	702.978,42
SX.U.1.03.02.02.005 - Organizzazione e partecipazione a manifestazioni e convegni	222.897,23
SX.U.1.03.02.02.999 - Altre spese per relazioni pubbliche, convegni e mostre, pubblicità n.a.c	66.597,20
SX.U.1.03.02.04 - ACQUISTO DI SERVIZI PER FORMAZIONE E ADDESTRAMENTO DEL PERSONALE DELL'ENTE	109.501,29
SX.U.1.03.02.04.004 - Acquisto di servizi per formazione obbligatoria	26.856,20
SX.U.1.03.02.04.999 - Acquisto di servizi per altre spese per formazione e addestramento n.a.c.	82.645,09
SX.U.1.03.02.05 - UTENZE E CANONI	3.654.052,36
SX.U.1.03.02.05.001 - Telefonia fissa	4.771,64
SX.U.1.03.02.05.002 - Telefonia mobile	5.696,20

SX.U.1.03.02.05.003 - Accesso a banche dati e a pubblicazioni on line	559.786,65
SX.U.1.03.02.05.004 - Energia elettrica	1.943.114,05
SX.U.1.03.02.05.005 - Acqua	106.295,68
SX.U.1.03.02.05.006 - Gas	989.186,67
SX.U.1.03.02.05.999 - Utenze e canoni per altri servizi n.a.c.	45.201,47
SX.U.1.03.02.07 - UTILIZZO DI BENI DI TERZI	830.744,84
SX.U.1.03.02.07.002 - Noleggi di mezzi di trasporto	21.575,02
SX.U.1.03.02.07.003 - Noleggi di attrezzature scientifiche e sanitarie	3.050,00
SX.U.1.03.02.07.004 - Noleggi di hardware	43.301,64
SX.U.1.03.02.07.006 - Licenze d'uso per software	631.877,77
SX.U.1.03.02.07.007 - Altre licenze	218,38
SX.U.1.03.02.07.008 - Noleggi di impianti e macchinari	104.958,03
SX.U.1.03.02.07.999 - Altre spese sostenute per utilizzo di beni di terzi n.a.c.	25.764,00
SX.U.1.03.02.09 - MANUTENZIONE ORDINARIA E RIPARAZIONI	1.112.976,52
SX.U.1.03.02.09.004 - Manutenzione ordinaria e riparazioni di impianti e macchinari	703.072,74
SX.U.1.03.02.09.005 - Manutenzione ordinaria e riparazioni di attrezzature	230.690,67
SX.U.1.03.02.09.006 - Manutenzione ordinaria e riparazioni di macchine per ufficio	4.299,97
SX.U.1.03.02.09.008 - Manutenzione ordinaria e riparazioni di beni immobili	121.038,18
SX.U.1.03.02.09.011 - Manutenzione ordinaria e riparazioni di altri beni materiali	3.303,76
SX.U.1.03.02.09.012 - Manutenzione ordinaria e riparazioni di terreni e beni materiali non prodotti	50.571,20
SX.U.1.03.02.10 - CONSULENZE	23.111,48
SX.U.1.03.02.10.001 - Incarichi libero professionali di studi, ricerca e consulenza	2.002,00
SX.U.1.03.02.10.002 - Esperti per commissioni, comitati e consigli	7.692,74
SX.U.1.03.02.10.003 - Incarichi a società di studi, ricerca e consulenza	13.416,74
SX.U.1.03.02.11 - PRESTAZIONI PROFESSIONALI E SPECIALISTICHE	790.208,22
SX.U.1.03.02.11.008 - Prestazioni di natura contabile, tributaria e del lavoro	29.598,57
SX.U.1.03.02.11.009 - Prestazioni tecnico-scientifiche a fini di ricerca	533.069,00

SX.U.1.03.02.11.010 - Deposito, mantenimento e tutela dei brevetti	64.115,91
SX.U.1.03.02.11.999 - Altre prestazioni professionali e specialistiche n.a.c.	163.424,74
SX.U.1.03.02.12 - LAVORO FLESSIBILE, QUOTA LSU E ACQUISTO DI SERVIZI DA AGENZIE DI LAVORO INTERINALE	88.639,34
SX.U.1.03.02.12.001 - Acquisto di servizi da agenzie di lavoro interinale	88.639,34
SX.U.1.03.02.13 - SERVIZI AUSILIARI PER IL FUNZIONAMENTO DELL'ENTE	724.217,87
SX.U.1.03.02.13.001 - Servizi di sorveglianza, custodia e accoglienza	310.416,99
SX.U.1.03.02.13.002 - Servizi di pulizia e lavanderia	304.678,56
SX.U.1.03.02.13.003 - Trasporti, traslochi e facchinaggio	51.408,37
SX.U.1.03.02.13.004 - Stampa e rilegatura	4.786,27
SX.U.1.03.02.13.006 - Rimozione e smaltimento di rifiuti tossico-nocivi e di altri materiali	38.756,23
SX.U.1.03.02.13.999 - Altri servizi ausiliari n.a.c.	14.171,45
SX.U.1.03.02.16 - SERVIZI AMMINISTRATIVI	34.522,32
SX.U.1.03.02.16.001 - Pubblicazione bandi di gara	7.330,00
SX.U.1.03.02.16.002 - Spese postali	4.971,79
SX.U.1.03.02.16.004 - Spese notarili	308,00
SX.U.1.03.02.16.999 - Altre spese per servizi amministrativi	21.912,53
SX.U.1.03.02.17 - SERVIZI FINANZIARI	18.026,87
SX.U.1.03.02.17.001 - Commissioni per servizi finanziari	6.131,87
SX.U.1.03.02.17.002 - Oneri per servizio di tesoreria	7.625,00
SX.U.1.03.02.17.999 - Spese per servizi finanziari n.a.c.	4.270,00
SX.U.1.03.02.18 - SERVIZI SANITARI	31.023,17
SX.U.1.03.02.18.001 - Spese per accertamenti sanitari resi necessari dall'attività lavorativa	31.023,17
SX.U.1.03.02.19 - SERVIZI INFORMATICI E DI TELECOMUNICAZIONI	237.188,10
SX.U.1.03.02.19.002 - Assistenza all'utente e formazione	15.919,66
SX.U.1.03.02.19.005 - Servizi per i sistemi e relativa manutenzione	24.000,45
SX.U.1.03.02.19.999 - Altri servizi informatici e di telecomunicazioni n.a.c.	197.267,99
SX.U.1.03.02.99 - ALTRI SERVIZI	479.266,41

SX.U.1.03.02.99.002 - Altre spese legali	9.229,49
SX.U.1.03.02.99.003 - Quote di associazioni	387.714,35
SX.U.1.03.02.99.005 - Spese per commissioni e comitati dell'Ente	42.050,25
SX.U.1.03.02.99.009 - Acquisto di sevizi per verde e arredo urbano	37.266,12
SX.U.1.03.02.99.011 - Servizi per attività di rappresentanza	660,60
SX.U.1.03.02.99.013 - Comunicazione WEB	1.800,00
SX.U.1.03.02.99.999 - Altri servizi diversi n.a.c.	545,60
SX.U.1.04 - TRASFERIMENTI CORRENTI	3.916.966,04
SX.U.1.04.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI A AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE	1.989.263,08
SX.U.1.04.01.01 - TRASFERIMENTI CORRENTI A AMMINISTRAZIONI CENTRALI	1.415.376,28
SX.U.1.04.01.01.001 - Trasferimenti correnti a Ministeri	224.904,88
SX.U.1.04.01.01.013 - Trasferimenti correnti a enti e istituzioni centrali di ricerca e Istituti e stazioni sperimentali per la ricerca	1.190.471,40
SX.U.1.04.01.02 - TRASFERIMENTI CORRENTI A AMMINISTRAZIONI LOCALI	573.886,80
SX.U.1.04.01.02.008 - Trasferimenti correnti a Università	573.886,80
SX.U.1.04.02 - TRASFERIMENTI CORRENTI A FAMIGLIE	666.338,25
SX.U.1.04.02.01 - INTERVENTI PREVIDENZIALI	660.040,58
SX.U.1.04.02.01.002 - Liquidazioni per fine rapporto di lavoro	660.040,58
SX.U.1.04.02.03 - BORSE DI STUDIO, DOTTORATI DI RICERCA E CONTRATTI DI FORMAZIONE SPECIALISTICA	3.797,67
SX.U.1.04.02.03.001 - Borse di studio	3.766,67
SX.U.1.04.02.03.003 - Dottorati di ricerca	31,00
SX.U.1.04.02.05 - ALTRI TRASFERIMENTI A FAMIGLIE	2.500,00
SX.U.1.04.02.05.999 - Altri trasferimenti a famiglie n.a.c.	2.500,00
SX.U.1.04.03 - TRASFERIMENTI CORRENTI A IMPRESE	1.261.364,71
SX.U.1.04.03.99 - TRASFERIMENTI CORRENTI A ALTRE IMPRESE	1.261.364,71
SX.U.1.04.03.99.999 - Trasferimenti correnti a altre imprese	1.261.364,71
SX.U.1.07 - INTERESSI PASSIVI	0,11
SX.U.1.07.06 - ALTRI INTERESSI PASSIVI	0,11

SX.U.1.07.06.99 - ALTRI INTERESSI PASSIVI DIVERSI	0,11
SX.U.1.07.06.99.999 - Altri interessi passivi ad altri soggetti	0,11
SX.U.1.09 - RIMBORSI E POSTE CORRETTIVE DELLE ENTRATE	493,07
SX.U.1.09.01 - RIMBORSI PER SPESE DI PERSONALE (COMANDO, DISTACCO, FUORI RUOLO, CONVENZIONI, ECC...)	493,07
SX.U.1.09.01.01 - RIMBORSI PER SPESE DI PERSONALE (COMANDO, DISTACCO, FUORI RUOLO, CONVENZIONI, ECC...)	493,07
SX.U.1.09.01.01.001 - Rimborsi per spese di personale (comando, distacco, fuori ruolo, convenzioni, ecc...)	493,07
SX.U.1.10 - ALTRE SPESE CORRENTI	1.005.911,56
SX.U.1.10.03 - VERSAMENTI IVA A DEBITO	339.465,81
SX.U.1.10.03.01 - VERSAMENTI IVA A DEBITO PER LE GESTIONI COMMERCIALI	339.465,81
SX.U.1.10.03.01.001 - Versamenti IVA a debito per le gestioni commerciali	339.465,81
SX.U.1.10.04 - PREMI DI ASSICURAZIONE	100.271,51
SX.U.1.10.04.01 - PREMI DI ASSICURAZIONE CONTRO I DANNI	100.271,51
SX.U.1.10.04.01.001 - Premi di assicurazione su beni mobili	5.176,62
SX.U.1.10.04.01.002 - Premi di assicurazione su beni immobili	79.293,75
SX.U.1.10.04.01.003 - Premi di assicurazione per responsabilità civile verso terzi	15.801,14
SX.U.1.10.05 - SPESE DOVUTE A SANZIONI, RISARCIMENTI E INDENNIZZI	10,82
SX.U.1.10.05.01 - SPESE DOVUTE A SANZIONI	10,82
SX.U.1.10.05.01.001 - Spese dovute a sanzioni	10,82
SX.U.1.10.99 - ALTRE SPESE CORRENTI N.A.C.	566.163,42
SX.U.1.10.99.99 - ALTRE SPESE CORRENTI N.A.C.	566.163,42
SX.U.1.10.99.99.999 - Altre spese correnti n.a.c.	566.163,42
SX.U.2 - SPESE IN CONTO CAPITALE	8.298.603,75
SX.U.2.02 - INVESTIMENTI FISSI LORDI E ACQUISTO DI TERRENI	8.298.603,75
SX.U.2.02.01 - BENI MATERIALI	8.298.603,75
SX.U.2.02.01.03 - MOBILI E ARREDI	350.302,21
SX.U.2.02.01.03.001 - Mobili e arredi per ufficio	82.453,64
SX.U.2.02.01.03.003 - Mobili e arredi per laboratori	94.475,59

SX.U.2.02.01.03.999 - Mobili e arredi n.a.c.	173.372,98
SX.U.2.02.01.04 - IMPIANTI E MACCHINARI	182.221,24
SX.U.2.02.01.04.002 - Impianti	182.221,24
SX.U.2.02.01.05 - ATTREZZATURE	5.982.752,27
SX.U.2.02.01.05.001 - Attrezzature scientifiche	5.795.507,76
SX.U.2.02.01.05.999 - Attrezzature n.a.c.	187.244,51
SX.U.2.02.01.06 - MACCHINE PER UFFICIO	12.984,40
SX.U.2.02.01.06.001 - Macchine per ufficio	12.984,40
SX.U.2.02.01.07 - HARDWARE	573.401,78
SX.U.2.02.01.07.001 - Server	56.823,72
SX.U.2.02.01.07.002 - Postazioni di lavoro	131.819,08
SX.U.2.02.01.07.003 - Periferiche	24.191,38
SX.U.2.02.01.07.004 - Apparati di telecomunicazione	4.837,30
SX.U.2.02.01.07.999 - Hardware n.a.c.	355.730,30
SX.U.2.02.01.09 - BENI IMMOBILI	530.963,10
SX.U.2.02.01.09.019 - Fabbricati ad uso strumentale	263.120,59
SX.U.2.02.01.09.999 - Beni immobili n.a.c.	267.842,51
SX.U.2.02.01.99 - ALTRI BENI MATERIALI	665.978,75
SX.U.2.02.01.99.999 - Altri beni materiali diversi	665.978,75
SX.U.7 - USCITE PER CONTO TERZI E PARTITE DI GIRO (CONTI TRANSITORI)	12.292.758,31
SX.U.7.01 - USCITE PER PARTITE DI GIRO	12.220.466,16
SX.U.7.01.01 - VERSAMENTI DI ALTRE RITENUTE	196.782,79
SX.U.7.01.01.02 - VERSAMENTO DELLE RITENUTE PER SCISSIONE CONTABILE IVA (SPLIT PAYMENT)	196.782,79
SX.U.7.01.01.02.001 - Versamento delle ritenute per scissione contabile IVA (split payment)	196.782,79
SX.U.7.01.02 - VERSAMENTI DI RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE	9.555.485,97
SX.U.7.01.02.01 - VERSAMENTI DI RITENUTE ERARIALI SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE RISCOSSE PER CONTO TERZI	4.374.898,26
SX.U.7.01.02.01.001 - Versamenti di ritenute erariali su Redditi da lavoro dipendente riscosse per conto terzi	4.374.898,26

SX.U.7.01.02.02 - VERSAMENTI DI RITENUTE PREVIDENZIALI E ASSISTENZIALI SU REDDITI DA LAVORO DIPENDENTE RISCOSSE PER CONTO TERZI	5.087.712,13
SX.U.7.01.02.02.001 - Versamenti di ritenute previdenziali e assistenziali su Redditi da lavoro dipendente riscosse per conto terzi	5.087.712,13
SX.U.7.01.02.99 - ALTRI VERSAMENTI DI RITENUTE AL PERSONALE DIPENDENTE PER CONTO DI TERZI	92.875,58
SX.U.7.01.02.99.999 - Altri versamenti di ritenute al personale dipendente per conto di terzi	92.875,58
SX.U.7.01.03 - VERSAMENTI DI RITENUTE SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO	39.324,58
SX.U.7.01.03.01 - VERSAMENTI DI RITENUTE ERARIALI SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO PER CONTO TERZI	37.974,82
SX.U.7.01.03.01.001 - Versamenti di ritenute erariali su Redditi da lavoro autonomo per conto terzi	37.974,82
SX.U.7.01.03.02 - VERSAMENTI DI RITENUTE PREVIDENZIALI E ASSISTENZIALI SU REDDITI DA LAVORO AUTONOMO PER CONTO TERZI	1.349,76
SX.U.7.01.03.02.001 - Versamenti di ritenute previdenziali e assistenziali su Redditi da lavoro autonomo per conto terzi	1.349,76
SX.U.7.01.99 - ALTRE USCITE PER PARTITE DI GIRO	2.428.872,82
SX.U.7.01.99.03 - COSTITUZIONE FONDI ECONOMALI E CARTE AZIENDALI	15.000,00
SX.U.7.01.99.03.001 - Costituzione fondi economali e carte aziendali	15.000,00
SX.U.7.01.99.99 - ALTRE USCITE PER PARTITE DI GIRO N.A.C.	2.413.872,82
SX.U.7.01.99.99.999 - Altre uscite per partite di giro n.a.c.	2.413.872,82
SX.U.7.02 - USCITE PER CONTO TERZI	72.292,15
SX.U.7.02.04 - DEPOSITI DI/PRESSO TERZI	72.292,15
SX.U.7.02.04.01 - COSTITUZIONE DI DEPOSITI CAUZIONALI O CONTRATTUALI PRESSO TERZI	4.300,00
SX.U.7.02.04.01.001 - Costituzione di depositi cauzionali o contrattuali presso terzi	4.300,00
SX.U.7.02.04.02 - RESTITUZIONE DI DEPOSITI CAUZIONALI O CONTRATTUALI DI TERZI	67.992,15
SX.U.7.02.04.02.001 - Restituzione di depositi cauzionali o contrattuali di terzi	67.992,15
TOTALE PAGAMENTI	**56.525.431,79**

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

PROSPETTO DEI PAGAMENTI RELATIVI A TRANSAZIONI COMMERCIALI (ART. 41 C.1 DL N. 66/2014 CONV. L. 89 23/6/2014)

	pagamenti nei termini	pagamenti in ritardo	totale
numero delle transazioni	1.626	384	2.010
pagamenti totali	11.955.709	3.163.713	15.119.422
importo medio	7.353	8.239	
numero giorni di anticipo (-) o di ritardo (+)	-27.312	7.989	
media ponderata degli importi pagati in ritardo	6.175		
media ponderata degli importi pagati in ritardo		6.864	
media ponderata dei giorni di anticipo	-14		
media ponderata dei giorni di ritardo		17	

Descrizione	2023	2022
Indicatore tempestività dei pagamenti – I trimestre	-3,57	-6,42
Indicatore tempestività dei pagamenti – II trimestre	-2,37	-4,09
Indicatore tempestività dei pagamenti – III trimestre	-10,68	-2,61
Indicatore tempestività dei pagamenti – IV trimestre	-11,52	-7,61
Indicatore annuale	-9	-5
Stock debito al 31.12	4.950	34.971

Il legale rappresentante

_____

il responsabile finanziario

_____

PAGINA BIANCA

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

PIANO DEGLI INDICATORI E DEI RISULTATI ATTESI DI BILANCIO

		2023		2022		2021	
	INDICATORE	**Netto**	**Lordo**	**Netto**	**Lordo**	**Netto**	**Lordo**
1	Indice di autonomia economica	33,58%	31,67%	24,80%	23,74%	23,38%	21,97%
2	Incidenza quote tecnice di transizione contabile	3,95%		4,27%		6,01%	
3	Incidenza operazioni straordinarie	1,66%		0%		0%	
4	Indicatore di intensità del capitale	11,71%		12,00%		13,62%	
5	Indicatore di intensità del lavoro	50,06%		55,46%		54,22%	
6	Incidenza del personale strutturato	46,75%		49,90%		48,06%	
7	Indice di rigidità dei costi	58,46%		61,90%		61,69%	
8	Indice di flessibilità del lavoro	6,62%		10,02%		11,35%	
9	Indice di rigidità dell'attivo	41,57%		42,91%		49,11%	
10	Indice di liquidità immediata	960,56%		1309,56%		838,64%	
11	Margine di Tesoreria	54.436.782,01		48.557.038,87		36.465.583,88	

Dettagli:

1 *Incidenza dei ricavi propri (attività di prove e tarature, progetti di ricerca e ricavi dalla gestione del patrimonio) sul totale dei ricavi, al lordo o al netto delle quote tecniche di transizione contabile e delle operazioni straordinarie*

2 *Rapporto tra le quote tecniche di transizione contabile e il totale dei ricavi.*

3 *Rapporto tra i ricavi per operazioni straordinarie e il totale dei ricavi.*

4 *Rapporto tra i costi di ammortamento e il totale dei costi.*

5 *Rapporto tra tutti i costi direttamente e indirettamente legati al personale e il totale dei costi.*

6 *Rapporto tra tutti i costi direttamente e indirettamente legati al personale a tempo indeterminato e il totale dei costi.*

7 *Incidenza del totale dei costi direttamente e indirettamente legati al personale a tempo indeterminato e degli ammortamenti sul totale dei costi.*

8 *Incidenza dei costi direttamente e indirettamente legati al personale non a tempo indeterminato (TD, assegni, borsisti, Direttore Generale, Direttore Scientifico) sul totale dei costi complessivi per il personale.*

9 *Incidenza delle immobilizzazioni sul totale delle attività.*

10 *Rapporto tra le disponibilità liquide e i debiti a breve termine.*

11 *Differenza tra crediti e disponibilità liquide e i debiti a breve termine.*

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Area strategica	**Miglioramento del livello di servizio.**
Obiettivo 1 (OG1)	Migliorare il servizio offerto agli utenti definendo e garantendone il livello, incrementando trasparenza e accessibilità dell'informazione, anche attraverso la digitalizzazione progressiva dei processi.

Indicatore	Formula	Baseline	Target	Fonte
Public engagement: interesse della Collettività	(n. totale di accessi unici al portale istituzionale/365)	459 (167.468) *Nel 2022: 80*	2024: Trend crescente 2025: Trend crescente 2026: Trend crescente	Cineca - COM
Accessibilità dei servizi offerti agli utenti interni	(n. di accessi alla intranet/n. personale dipendente e non dipendente*)	23 (7981/340,5) *Nel 2022: 31*	2024: Trend crescente 2025: Trend crescente 2026: Trend crescente	SIR
Attrattività tecnico-scientifica: ritenzione di studenti e *First Stage Researcher (R1)*	(n. di utenti in tirocinio o tesi che accedono a Dottorati INRiM o assunti in servizio/ n. totale di utenti in tirocinio o tesi)	*In aggiornamento*	2024: Trend crescente 2025: Trend crescente 2026: Trend crescente	Segreteria di Direzione Scientifica e RUM
Attrattività Istituzionale	(n. di candidati iscritti ai concorsi/posti banditi)	18,41 (626/34) *Nel 2022: 7,1*	2024: Trend crescente 2025: Trend crescente 2026: Trend crescente	RUM
Qualità del reclutamento: tasso di assunzione personale under 35	(n. di personale under 35 assunto TI e TD/n. di personale assunto TI e TD)	0,6 (14/24) *Nel 2022: 0,6*	2024: Trend crescente 2025: Trend crescente 2026: Trend crescente	RUM
Capacità di creare valore per il sistema produttivo del Paese	(ricavi commerciali annuali)	4.19 M€ *Nel 2022: 4.35 M€*	2024: Trend crescente 2025: Trend crescente 2026: Trend crescente	RSE

*Semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Banche dati del personale - nel 2023 - 340,5*)

***Il dato tiene conto dei soli accessi al Portale istituzionale e non al portale "Amministrazione Trasparente".

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

	Sicurezza degli ambienti e dei processi.
Obiettivo 2 (OG2)	Migliorare il livello di sicurezza degli ambienti, delle infrastrutture e dei processi di lavoro.

Indicatore	Formula	Baseline	Target	Fonte
Indice di frequenza annuale degli infortuni *riconosciuti* INAIL, all'interno delle strutture dell'Ente.	(n. infortuni nell'anno / n. personale dipendente e non dipendente*)	0,3 % (1/340,5) *Nel 2022: 0,9%*	2024: < 1% 2025: < 1% 2026: < 1%	RUM e SPP
Indice di frequenza annuale di segnalazione di *near miss.*	(n. di segnalazioni di *near miss* / n. personale dipendente e non dipendente*)	0,9 % (3/340,5) *Nel 2022: 0,6 %*	2023: ≤ 2 % 2024: ≤ 2 % 2025: ≤ 2 %	SPP
Affidabilità delle infrastrutture	(n. interventi manutentivi non programmati / n. interventi programmati)	39 % (401/1038) *Nel 2022: 43 %*	2024: Trend decrescente 2025: Trend decrescente 2026: Trend decrescente	LMA

*Semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: Banche dati del personale - nel 2023 - 340,5*)

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Area strategica	**Sostenibilità ambientale.**
Obiettivo 3 (OG3)	Realizzare uno sviluppo sostenibile del Campus INRiM, rispettando l'ambiente, riducendo gli sprechi e aumentando l'efficientamento energetico, introducendo modelli responsabili di produzione e di consumo e adottando *green practice*.

Indicatore	Formula	Baseline	Target	Fonte
Consumo di energia elettrica al kWh rispetto all'anno 2021. (6.271.704 kWh)	(kWh assorbiti per l'anno considerato / kWh assorbiti nel 2021 - 6.271.704, 00 kWh)	104% (6.515.818 kWh salvo conguagli) *Nel 2022: 105%, 6.602.536 kWh*	2024: 95% 2025: 94% 2026: 94%	Rapporto interno SET
Consumo di gas metano in m^3 rispetto all'anno 2021. (791.297 m^3)	(m^3 di gas metano consumati per l'anno considerato / m^3 di gas metano consumati nel 2021 - 791.297 m^3)	65% (513.568 mc salvo conguagli) *Nel 2022: 88%, 702.428 m^3*	2024: 90% 2025: 90% 2026: 80%	Rapporto interno SET
Capacità di generazione di energia rinnovabile installata nelle Sedi INRiM.	(kWh generati da energia rinnovabile/KWh assorbiti totali)	3% (195.475 kWh/6515818 kWh = 0.03) *Nel 2022: 0.3%*	2024: 9% 2025: 9% 2026:12%	Rapporto interno SET
Produzione pro capite di rifiuti misti da imballaggio.	(kg di rifiuti misti da imballaggio prodotti nell'anno/ n. personale dipendente e non dipendente*)	37,0 kg/pers. (12.610/340,5) *Nel 2022: 30,0 kg/pers.*	2024: Trend decrescente 2025: Trend decrescente 2026: Trend decrescente	Rapporto interno LMA

*Semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: Banche dati del personale - nel 2023 - 340,5*)

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

Obiettivo 4 (OG4)	Valorizzazione delle risorse umane, miglioramento del benessere dei lavoratori e della qualità degli ambienti di lavoro, anche attraverso il potenziamento delle competenze e della capacità di conciliare i tempi vita-lavoro.

Indicatore	Formula	Baseline	Target	Fonte
Grado di copertura delle attività formative per il personale *(esclusi i corsi obbligatori).*	(n. di dipendenti che hanno seguito almeno un'attività formativa nell'anno / n. totale dei dipendenti in servizio**)	*In aggiornamento* *Nel 2022: 34%*	2024: 60% 2025: 60% 2026: 60%	DiAG
Contenimento dell'extra-orario di lavoro del personale.	(n. ore supplementari / n. totale dei dipendenti tecnico-amministrativi in servizio - *FTE* - considerati rispetto all'anno di riferimento 2022 - 106,1)	-2,18% (12.212/117,7 = 103,8) *Nel 2022: 106,1*	2024: ≤ + 10% 2025: ≤ + 10% 2026: ≤ + 10%	TEP
Benessere organizzativo	(n. casi di discriminazione/n. personale dipendente e non dipendente*)	0% *Nel 2022: 0%*	2024: = 0% 2025: = 0% 2026: = 0%	DiAG
Pari opportunità	(n. progressioni di carriera personale di genere femminile/n. progressioni di carriera personale di genere maschile)/(n. personale genere femminile/n. personale genere maschile)	0,8 *Nel 2022: 0,8*	2024: ~ 1 2025: ~ 1 2026: ~ 1	RUM

*Semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: Banche dati del personale, nel 2023 - 340,5*)

**Semisomma delle unità di personale TI e TD al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: Banche dati del personale, nel 2023 - 280*)

**** Il volume dell'extra-orario registrato nel 2022 è in aumento rispetto l'anno precedente del 27%. Si ritiene che l'incremento sia determinato in modo rilevante dalla riduzione del ricorso al lavoro agile, che ha caratterizzato in modo rilevante il periodo di emergenza pandemica. Si ritiene, pertanto, che il valore del 2022 sia maggiormente rappresentativo dell'assetto produttivo dell'Istituto. Conseguentemente il valore 2022 è stato preso a base di calcolo per la misura del trend.

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

CONTO ECONOMICO RICLASSIFICATO (ALL.1 D.MEF 27/03/2013)

	31/12/2023	31/12/2022
A) VALORE DELLA PRODUZIONE		
A.1 Ricavi e proventi per attività istituzionale		
a) contributo ordinario dello stato	27.978.807	29.412.633
b) corrispettivi da contratto di servizio		
b1) con lo Stato	-	-
b2) con le Regioni	-	-
b3) con altri enti pubblici	-	-
b4) con l'Unione Europea	-	-
Totale A1.b corrispettivi da contratto di servizio		
c) contributi in conto esercizio		
c1) contributi dallo Stato		
c2) contributi da Regione	221.566	218.438
c3) contributi da altri enti pubblici	1.416.552	1.286.231
c4) contributi dall'Unione Europea	7.407.692	3.462.939
Totale A1.c contributi in conto esercizio	206.495	12.695
d) contributi da privati	-	-
e) proventi fiscali e parafiscali	-	-
f) ricavi per cessione di prodotti e prestazione di servizi	3.744.558	3.739.108
TOTALE A.1 RICAVI E PROVENTI PER L'ATTIVITA' ISTITUZIONALE	**40.975.671**	**38.132.042**
A.2 variazione delle rimanenze dei prodotti in corso lavorazione, semilavorati e finiti	-	-
A.3 variazioni dei lavori in corso su ordinazione	-	-
A.4 incremento di immobili per lavori interni	-	-
A.5 altri ricavi e proventi		
a) quota contributi in conto capitale imputate all'esercizio	255.205	187.091
b) altri ricavi e proventi	3.439.267	2.537.921
Totale A.5 altri ricavi e proventi	**3.694.472**	**2.725.013**
Totale valore della produzione (A)	**44.670.143**	**40.857.055**
B) COSTI DELLA PRODUZIONE		
B.6 per materie prime, sussidiarie, di consumo	1.002.979	1.008.749
B.7 per servizi		
a) erogazione di servizi istituzionali	-	-
b) acquisizione di servizi	6.565.406	5.226.368
c) consulenze collaborazioni altre prestazioni lavoro	873.600	927.721
d) compensi ad organi amministrazione e controllo	102.895	99.102
Totale B.7 per servizi	**7.541.900**	**6.253.190**
B.8 per godimento beni di terzi	729.543	574.985
B.9 per il personale		
a) salari e stipendi	12.859.932	11.360.650
b) oneri sociali	3.161.683	2.758.398
c) trattamento fine rapporto	1.164.926	1.533.774
d) trattamento di quiescenza e simili	-	-
e) altri costi	1.518.596	1.647.226
Totale B.9 per il personale	**18.705.137**	**17.300.049**
B.10 ammortamenti e svalutazioni		
a) ammortamento delle immobilizzazioni immateriali	67	67
b) ammortamento delle immobilizzazioni materiali	5.158.958	4.447.995
c) altre svalutazioni delle immobilizzazioni	-	-
d) svalutazione dei crediti compresi nell'attivo circolante e delle disposizioni liquide	-	-
Totale B.10 ammortamenti e svalutazioni	**5.159.025**	**4.448.063**
B.11 variazioni delle rimanenze e materie prime, sussidiarie, di consumo e merci	-	-
B.12 accantonamento per rischi	173.432	70.700
B.13 altri accantonamenti	3.793.813	5.326.536
B.14 oneri diversi di gestione		
a) oneri per provvedimenti di contenimento della spesa pubblica	224.905	224.905
b) altri oneri diversi di gestione	5.582.584	831.677
Totale B.14 oneri diversi di gestione	**5.807.489**	**1.056.582**
Totale costi della produzione (B)	**42.913.318**	**36.038.854**
DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DELLA PRODUZIONE (A-B)	**1.756.825**	**4.818.200**
C. PROVENTI ED ONERI FINANZIARI		
15) proventi da partecipazioni, con separata indicazione di quelli da imprese controllate e collegate	-	-
16) altri proventi finanziari		
a) da crediti iscritti nelle immobilizzazioni, con separata indicazione di quelli da imprese controllate e collegate e di quelli da controllanti	-	-
b) da titoli iscritti nelle immobilizzazioni che non costituiscono partecipazioni	-	-
c) da titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni	2	1
d) proventi diversi dai precedenti, con separata indicazione di quelli da imprese controllate e collegate e di quelli da controllanti	-	-
17) interessi ed altri oneri finanziari		
a) interessi passivI	-	-
b) oneri per la copertura perdite di imprese controllate e collegate	-	-
c) altri interessi ed oneri finanziari	0	703
Totale C.17 interessi e altri oneri finanziari	0	703
17 bis) utili e perdite su cambi	3.655	- 3.684
Totale proventi ed oneri finanziari (15 + 16 - 17 +- 17 bis)	**3.657**	**- 4.387**
D) RETTIFICHE DI VALORE DI ATTIVITA' FINANZIARIE		
18) rivalutazionI		
a) di partecipazioni	-	-
b) di immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni	-	-
c) di titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni	-	-
19) svalutazionI		
a) di partecipazioni	-	-
b) di immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni	-	-
c) di titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni	-	-
Totale delle rettifiche di valore (18 - 19)	**-**	**-**
E) PROVENTI ED ONERI STRAORDINARI		
20) proventi, con separata indicazione delle plusvalenze da alienazioni i cui ricavi non sono iscrivibili al n.5)	-	-
a) plusvalenze da alienazionI	-	-
21) oneri, con separata indicazione delle minusvalenze da alienazioni i cui effetti contabili non sono iscrivibili al n. 14) e delle imposte relative ad esercizi precedentI	-	-
Totale delle partite straordinarie (20 - 21)	-	-
Risultato prima delle imposte	**1.760.482**	**4.813.814**
Imposte dell'esercizio, correnti, differite ed anticipate	1.148.242	1.026.366
AVANZO (DISAVANZO) ECONOMICO DELL'ESERCIZIO	**612.240**	**3.787.448**

INRiM
ISTITUTO NAZIONALE
DI RICERCA METROLOGICA

RELAZIONE SULLA GESTIONE 2023

Allegato al Bilancio 2023, approvato dal Consiglio di Amministrazione in data 29.04.2024 con Delibera n. 14/2024/4

PAGINA BIANCA

INDICE

PARTE 1 – Elementi generali e sintesi delle attività svolte ... 7

1 – L'ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA: LA MISSIONE, L'ASSETTO ORGANIZZATIVO E LA STRUTTURA SCIENTIFICA, L'ARTICOLAZIONE TERRITORIALE E LE INFRASTRUTTURE ... 9

1.1 - LA MISSIONE ... 9
1.2 - L'ASSETTO ORGANIZZATIVO E LA STRUTTURA SCIENTIFICA ... 10
1.3 - L'ARTICOLAZIONE TERRITORIALE E LE INFRASTRUTTURE ... 13
1.4 – OVERVIEW SUI NUMERI DEL 2023 E STATO DELLE RISORSE UMANE DELL'ENTE 15
1.5 PERSONALE IN SERVIZIO AL 31.12.2023 ... 16

2 – RESOCONTO TRASVERSALE DELLA DIREZIONE SCIENTIFICA ... 22

3 – I KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI) E L'ANALISI DELLE ATTIVITÀ TECNICO SCIENTIFICHE DELL'INRIM ... 30

4 – PARI OPPORTUNITÀ E BILANCIO DI GENERE: IL COMITATO UNICO DI GARANZIA (CUG) ... 31

5 – IL GRUPPO DI LAVORO PER L'OPEN SCIENCE (OS) ... 33

6 – LE POLITICHE DI FORMAZIONE DEL PERSONALE DELL'AREA RESEARCH AND KNOWLEDGE TRANSFER ... 35

7 – LE RISORSE DI BILANCIO ... 40

8 – LE INFRASTRUTTURE DI RICERCA ... 42

8.1 - EURAMET – EUROPEAN PARTNERSHIP ON METROLOGY (EPM) ... 42
8.2 - EURAMET – EUROPEAN METROLOGY NETWORKS (EMN) ... 43
8.3 - GALILEO TIMING RESEARCH INFRASTRUCTURE ... 55
8.4 - ITALIAN QUANTUM BACKBONE (IQB) – DORSALE QUANTISTICA ITALIANA ... 57
8.5 - NANOFACILITY PIEMONTE ... 59
8.6 - PIEMONTE QUANTUM ENABLING TECHNOLOGIES (PIQUET) ... 62
8.7 - INFRASTRUTTURA METROLOGICA PER LA SICUREZZA ALIMENTARE (IMPRESA) ... 63

9 – IL QUADRO DELLE COLLABORAZIONI ED EVENTUALI INTERAZIONI CON LE ALTRE COMPONENTI DELLA RETE DI RICERCA ... 66

9.1 - COOPERAZIONE E ACCORDI CON ENTI E ORGANISMI INTERNAZIONALI ... 70
9.2 - COOPERAZIONE E ACCORDI CON ENTI E ORGANISMI NAZIONALI ... 74

10 – LE ATTIVITA' E I RISULTATI DI MAGGIOR RILIEVO CONSEGUITI NEL 2023 ... 82

10.1 - RICERCA E SVILUPPO (R&S) ... 82
10.2 - RUOLO ISTITUTO METROLOGICO PRIMARIO (NMI) ... 87
10.3 - KNOWLEDGE TRANSFER (KT) ... 91
10.4 – IL PANORAMA DEI PRODOTTI 2023 DELL'INRIM ... 95

11 – LE PUBBLICAZIONI E LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA RICERCA ... 98

12 – I SERVIZI METROLOGICI ... 103

13 – I PROGETTI ... 112

13.1 – I PROGETTI DI ISTITUTO ... 112
13.2 – NEXT-GENERATION METROLOGY E BETTER MEASUREMENTS FOR ENERGY STORAGE ... 115
13.3 – I PROGETTI DI DIVISIONE ... 128

14 – LE ATTIVITÀ DI TERZA MISSIONE ... 139

14.1 – ATTIVITÀ DI VALORIZZAZIONE ECONOMICA: L'UFFICIO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO (UTT) ... 139
14.2 - ATTIVITÀ DI COINVOLGIMENTO CULTURALE E SOCIALE: IL PUBLIC ENGAGEMENT ... 142
14.3 - L' ALTA FORMAZIONE: LA COLLABORAZIONE CON LE UNIVERSITA' E LA FORMAZIONE PERMANENTE ... 147

PARTE 2 – Schede di attività ... 153

1 – LA DIREZIONE SCIENTIFICA ... 154

1.1 – Il Direttore Scientifico, il Consiglio di Direzione, le Divisioni e i Settori Scientifici Omogenei ... 154
1.2 – Coordinamento interdivisionale e segreteria scientifica ... 156
1.3 – le Risorse umane della direzione scientifica ... 161
1.4 – La distribuzione delle risorse umane per tipologia di attivita' ... 163
1.5 – Le divisioni ... 166
Divisione Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita ... 166
Divisione Metrologia applicata e ingegneria ... 210
Divisione Metrologia quantistica e nanotecnologie ... 245
PARTE 3 – Area Amministrativa ... 270
Lo scenario di riferimento nell'esercizio 2023 ... 272
Aree strategiche ... 273
Articolazione degli obiettivi generali ... 276
Obiettivi generali: Indicatori di valore pubblico e risultati ... 277
Quadro sinottico ... 281
Appendice 1: Struttura organizzativa dell'INRiM nel 2023 ... 283
Appendice 2: i progetti EURAMET ... 285
Appendice 3: Convenzioni con altri Istituti e Università ... 288
Appendice 4: Laboratori principali ... 292
Appendice 5: Acronimi ... 295

TABELLE

Tabella 1 – Gli organismi con cui l'INRiM ha collaborato: confronto dati 2022 e 2023 ... 66
Tabella 2 - Mappatura dei settori metrologici dell'INRiM ... 70
Tabella 3 – Sintesi delle pubblicazioni nel periodo 2021-2023 suddivise tra R&S, NMI e KT ... 95
Tabella 4 – Distribuzione delle pubblicazioni 2023 nelle strutture ... 95
Tabella 5 – Progetti, attività servizi conto terzi e altri prodotti ... 96
Tabella 6 - Knowledge transfer – certificazione, brevetti, formazione e divulgazione scientifica ... 97
Tabella 7 – Pubblicazioni 2021-2023 ... 99
Tabella 8 – Distribuzione delle pubblicazioni 2023 per struttura ... 100
Tabella 9 – CMC dell'INRiM ... 103
Tabella 10 – Documenti servizi conto terzi emessi nel quinquiennio 2019- 2023 ... 104
Tabella 11 – Attività supporto all'accreditamento laboratori 2023 ACCREDIA DT ... 108
Tabella 12 – I progetti di istituto ... 112
Tabella 13 – I progetti NEXT-GEN e le loro linee di attività ... 115
Tabella 14 – Distribuzione, per tipologia, dei progetti attivi nel 2023 ... 128
Tabella 15 – I progetti di Divisione: distribuzione progetti attivi nel 2023 ... 130
Tabella 16 – I progetti EURAMET attivi nel 2023 ... 130
Tabella 17 – I progetti Horizon 2020 e Horizon Europe attivi nel 2023 ... 132
Tabella 18 – I progetti con enti internazionali attivi nel 2023 ... 134
Tabella 19 – I progetti con enti nazionali attivi nel 2023 ... 135
Tabella 20 – I progetti industriali attivi nel 2023 ... 137
Tabella 21 – Attività di docenza svolta nel 2023 ... 148
Tabella 22 – I numeri dell'Alta Formazione universitaria nel 2023 ... 149
Tabella 23 – I numeri della Formazione Permanente nel 2023 ... 151
Tabella 24 - Personale TI e TD ... 161

Tabella 25 – Distribuzione del personale TI nelle Divisioni 161
Tabella 26 – Distribuzione del personale TD nelle Divisioni* 161
Tabella 27 – Distribuzione del personale non strutturato: assegni e borse 162
Tabella 28 – Distribuzione del personale non strutturato: dottorandi 162
Tabella 29 – Distribuzione del personale non strutturato: associati 162
Tabella 30 – Distribuzione dei mesi/persona per tipologia di attività 163
Tabella 31 - Distribuzione dei mesi-persona nelle Divisioni 164
Tabella 32 – Progetti EMPIR (4ª call) avviati nel 2018 285
Tabella 33 – Progetti EMPIR (5ª call) avviati nel 2019 285
Tabella 34 – Progetti EMPIR (6ª call) avviati nel 2020 285
Tabella 35 – Progetti EMPIR (7ª call) avviati nel 2021 286
Tabella 36 – Progetti EPM (1ª call) /EMPIR avviati nel 2022 287
Tabella 37 – Progetti EPM (2ª call) avviati nel 2023 287

Introduzione

L'Imperfetta armonizzazione tra la normativa di bilancio, per gli Enti di Ricerca attualmente sostanzialmente riconducibile a quella civilistica prevista per le imprese, e la normativa prevista per le pubbliche amministrazioni e, nello specifico, gli EPR genera alcune sovrapposizioni e ridondanze.

Così, l'art. 2428 C.C. prevede che: "I*l bilancio deve essere corredato da una relazione degli amministratori contenente un'analisi fedele, equilibrata ed esauriente della situazione della società e dell'andamento e del risultato della gestione…* (*omissis*)". Al contempo il D.Lgs. 25 novembre 2016, n. 218 prevede, all'art. 7, che gli enti adottino, "*ai fini della pianificazione operativa*", il Piano Triennale delle Attività (PTA). È lo Statuto INRiM, all'art. 7, a prevedere che il ciclo operativo avviato con il PTA si chiuda con la "*Relazione Annuale dell'Attività Svolta*", che - verificando il raggiungimento degli obiettivi del PTA dell'anno precedente - da conto dell'andamento della gestione tecnico-scientifica dell'Istituto.

Allo stesso modo è il D.Lgs. 27 ottobre 2009, n. 150, all'art. 10, a prevedere che gli obiettivi e i risultati organizzativi e individuali siano gestiti attraverso il ciclo della performance, che trova rappresentazione nel Piano e nella Relazione sulla performance, in un assetto che ora dovrà essere rivisto alla luce dell'articolo 6 del D.L. 9 giugno 2021, n. 80, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1, comma 1, L. 6 agosto 2021, n. 113, che introduce il Piano integrato di attività e organizzazione (PIAO).

In questo modo vi sono già due diversi documenti, la *Relazione Annuale dell'Attività Svolta* e la *Relazione sulla performance*, deputati a rappresentare l'andamento e i risultati della gestione di esercizio, rispettivamente per la parte tecnico-scientifica e pel la parte generale della gestione, cui questa Relazione sulla gestione - di matrice civilistica - si sovrappone sostanzialmente.

Cercando di coniugare il formale rispetto della norma con il generale principio di economicità che deve caratterizzare l'azione amministrativa, la Relazione sulla gestione viene quindi composta dalla sintesi dei due documenti fondamentali di descrizione e rendicontazione delle attività realizzate e dei risultati ottenuti in campo tecnico-scientifico e nelle attività di supporto tecniche e gestionali.

Da questo punto di vista si tratta quindi di un documento secondario, risultato dalla combinazione di due documenti primari: la *Relazione di Attività Scientifica* e la *Relazione sulla Performance*.

In questa Relazione, pertanto, si presenta in sintesi i risultati generali dell'azione amministrativa che troveranno piena rappresentazione nella Relazione sulla Performance 2023 e, integralmente, i risultati conseguiti dall'INRiM nel 2023 in ambito tecnico e scientifico, rappresentati anche nella Relazione Annuale dell'Attività svolta.

PARTE 1 – Elementi generali e sintesi delle attività svolte

PAGINA BIANCA

1 – L'ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA: LA MISSIONE, L'ASSETTO ORGANIZZATIVO E LA STRUTTURA SCIENTIFICA, L'ARTICOLAZIONE TERRITORIALE E LE INFRASTRUTTURE

1.1 - LA MISSIONE

L'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM) è un Ente pubblico nazionale istituito con D. Lgs. del 21 gennaio 2004 n. 38. L'INRiM nasce nel 2006, dalla fusione dell'Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del CNR (IMGC) e dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris (IEN), istituti di lunga tradizione con consolidate e profonde competenze nei campi della metrologia e della scienza dei materiali. La missione, i compiti e le funzioni dell'Istituto sono definiti dal decreto istitutivo n. 38/2004 e dallo Statuto dell'ente, in vigore dal 1° marzo 2018.

L'INRiM svolge e promuove la ricerca nell'ambito della metrologia, sviluppa i campioni ed i metodi di misura più avanzati e le relative tecnologie, mediante i quali assolve alle funzioni di istituto metrologico primario ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273. A tal fine, in qualità di firmatario degli accordi internazionali sulla metrologia, anche su delega delle Istituzioni competenti, e analogamente agli istituti metrologici degli altri Paesi, l'INRiM realizza e mantiene i campioni nazionali per le unità di misura necessari per la riferibilità e il valore legale delle misure nei settori dell'industria, del commercio, della ricerca scientifica, della salvaguardia della salute e dell'ambiente, nonché per le necessità di misura in campo giudiziario e per qualsiasi altro settore in cui gli alti contenuti scientifico-tecnologici propri della ricerca metrologica trovino ricadute applicative di interesse. L'INRiM inoltre valorizza, diffonde e trasferisce conoscenze e risultati nella scienza delle misure e nella ricerca sui materiali allo scopo di favorire lo sviluppo tecnologico nazionale e il miglioramento della qualità della vita e dei servizi per il cittadino.

Partecipa come membro ai lavori degli organismi tecnici della Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (CGPM) contribuendo a definire le strategie e i programmi di ricerca a lungo termine della metrologia internazionale; aderisce alla European Association of National Metrology Institutes (EURAMET e.V.), organizzazione costituita dagli Istituti metrologici nazionali d'Europa per la cooperazione nelle attività della metrologia.

Svolge i compiti derivanti dalla firma dell'accordo internazionale di mutuo riconoscimento (CIPM-MRA), tra le Nazioni firmatarie, dei campioni nazionali di misura e della validità dei certificati di taratura, misura e prova emessi dagli Istituti metrologici primari nazionali.

Attraverso accordi specifici, svolge anche la funzione di centro di studi e ricerche a sostegno della metrologia legale e in generale alle attività svolte dal sistema camerale.

L'INRiM promuove l'effettuazione di ricerche e la costituzione di infrastrutture di eccellenza con attenzione alle tecnologie abilitanti e/o emergenti per le sfide della società attuale che vengono proposte nei programmi europei, nazionali, delle regioni. L'INRiM inoltre trasferisce conoscenze e risultati della ricerca allo scopo di favorire lo sviluppo del Paese nelle sue varie componenti.

L'INRiM ha una posizione peculiare rispetto agli istituti metrologici europei: in virtù della sua collocazione all'interno del Sistema nazionale della ricerca, è chiamato a misurarsi con gli altri enti pubblici di ricerca sul piano dell'eccellenza scientifica e, nel contempo, è chiamato dalla legge a svolgere la propria missione di Istituto metrologico primario, al fine di accompagnare e sostenere lo sviluppo tecnologico del Paese.

In un contesto altamente dinamico, l'Ente è chiamato a rafforzare il proprio ruolo, in un percorso di crescita strategica al servizio del Paese, ed intende farlo sia investendo in risorse umane altamente qualificate, sia consolidando l'elevata capacità di autofinanziamento che deriva dai servizi resi alle imprese e dai progetti di ricerca in partenariato con altre istituzioni europei.

1.2 - L'ASSETTO ORGANIZZATIVO E LA STRUTTURA SCIENTIFICA

INRiM è organizzato in due aree generali:

- scientifica (*Research & Knowledge Transfer*, R&KT);
- tecnico-amministrativa (*Management & Service*, M&S).

Secondo quanto previsto dall'art. 5 Statuto dell'INRiM, sono organi dell'Istituto:

- il Presidente;
- il Consiglio di amministrazione;
- il Consiglio scientifico;
- il Direttore scientifico;
- la Direzione scientifica;
- il Collegio dei Revisori dei conti.

Il modello strutturale di organizzazione e funzionamento, previsto dall'art. 11 dello Statuto, si articola in:

● Direzione generale, per la gestione amministrativa e contabile, per l'organizzazione delle risorse umane e per la gestione dei servizi tecnici, ad esclusione di quanto di competenza della Direzione scientifica; la Direzione generale opera sotto la diretta responsabilità del Direttore Generale;

● Direzione scientifica, per il coordinamento, la programmazione e lo svolgimento delle attività tecnico-scientifiche dell'Ente svolte nelle Divisioni; alla Direzione scientifica è preposto il Direttore scientifico;

L'area scientifica, la cui attività è svolta sotto il coordinamento della Direzione scientifica, è articolata in tre Divisioni, cui sono preposti i Responsabili di Divisione. Ciascuna Divisione contribuisce, con le proprie competenze, alla *mission* dell'Istituto:

● Divisioni per lo svolgimento dei programmi tecnico-scientifici.

L'area scientifica, la cui attività è svolta sotto il coordinamento della Direzione scientifica, è articolata in tre Divisioni, cui sono preposti i Responsabili di Divisione:

➔ **Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita** (ML): la Divisione sviluppa la scienza delle misure e i materiali innovativi con attenzione alle ricerche e alle applicazioni nelle scienze della vita, cura temi quali la tutela della salute con riferimento alle applicazioni diagnostiche e terapeutiche, la qualità e sicurezza dell'alimentazione, le misurazioni biologiche e chimiche, i materiali funzionali e intelligenti, gli ultrasuoni e l'acustica.

I settori specifici di ricerca sono i seguenti:

Scienza e Tecnologia alla Nanoscala

Campi e Sistemi Elettromagnetici

Acustica e Ultrasuoni

Scienze e Tecnologie Biomediche

Magnetismo, Materiali e Spintronica

➔ **Metrologia applicata e ingegneria** (AE): la Divisione sviluppa la scienza delle misure e le tecnologie con attenzione all'ingegneria e alle necessità industriali; ha il compito di realizzare e disseminare le unità di misura delle grandezze meccaniche e delle grandezze termodinamiche, nonché di disseminare le unità di misura delle grandezze elettriche; cura temi quali la mobilità sostenibile, il monitoraggio ambientale e il clima, l'impiego razionale dell'energia, e lo sviluppo di strumenti metrologici a supporto della crescente digitalizzazione del mondo contemporaneo.

I settori specifici di ricerca sono i seguenti:

Metrologia della massa e delle grandezze apparentate

Metrologia della lunghezza

Misure elettriche ed elettroniche

Termodinamica Fisica

Termodinamica Applicata

➔ **Metrologia quantistica e nanotecnologie** (QN): la Divisione sviluppa la scienza delle misure e le nanotecnologie con attenzione alle applicazioni quantistiche; ha il compito di realizzare e disseminare le unità di misura del tempo e della frequenza, delle grandezze fotometriche e delle grandezze radiometriche, nonché di realizzare le unità di misura delle grandezze elettriche; cura la mutua applicazione tra la metrologia e temi quali la fisica atomica e molecolare, la fotonica, l'elettronica quantistica, i dispositivi quantistici e le misurazioni quantistiche.

I settori specifici di ricerca sono i seguenti:

- Chimica Fisica e Nanotecnologie (CFN)
- Elettronica Quantistica e Fotometria (QE)
- Infrastrutture Interdivisionali di Ricerca (IIR)
- Ottica Quantistica (QO)
- Tempo e Frequenza (TF)

L'INRIM inoltre, attraverso le strutture scientifiche sopra descritte:

- nel suo ruolo di Istituto Metrologico Nazionale e tramite le Divisioni, fornisce al Sistema Paese la **riferibilità** dei risultati delle misure attraverso un'articolata attività di taratura misura e prova, offrendo oltre 400 differenti tipi di servizi nel campo della meccanica, della termodinamica, del tempo e frequenza, dell'elettricità, della fotometria e dell'acustica. La riferibilità metrologica è garantita secondo i criteri del documento ILAC-P10 "ILAC Policy on Traceability of Measurement Results";
- fornisce consulenza tecnico-scientifica a soggetti pubblici e privati in varie forme: da corsi di formazione personalizzabili su specifiche esigenze metrologiche dell'industria, a veri e propri contratti di ricerca a breve o lungo termine per affrontare i problemi applicativi di interesse del committente;
- offre i seguenti servizi tecnologici:
  - prove su apparecchiature, componenti e materiali;
  - analisi di materiali e misura delle loro proprietà chimico-fisiche;
  - progettazione e realizzazione di nanostrutture e dispositivi a film sottile mediante tecniche di litografia e nanofabbricazione;

Alla Direzione Scientifica fa capo anche la Biblioteca dell'Istituto, che opera sia attraverso un patrimonio librario cartaceo, sia digitalmente.

L'area tecnico-amministrativa è costituita dalla Direzione generale, articolata in due Direzioni di II livello, Direzione Affari Giuridici e Direzione Tecnica; 9 unità organizzative e un servizio sono, invece, di diretta afferenza. Ogni U.O. opera sotto il coordinamento di un Responsabile.

- Direzione Generale

  ➔ U.O. Acquisti Tecnici e Lavori

➜ U.O. Approvvigionamenti

➜ U.O. Comunicazione

➜ U.O. Gare e contratti

➜ U.O. Risorse Economiche

➜ U.O. Risorse Umane

➜ Servizio di Prevenzione e Protezione

➜ U.O. Servizi Metrologici

➜ U.O. Supporto alla Ricerca

➜ U.O. Trattamento Economico del Personale

- Direzione Affari Giuridici
  - ➜ U.O. Knowledge Transfer
  - ➜ U.O. Segreteria Generale

- Direzione Tecnica
  - ➜ U.O. Logistica e Manutenzione
  - ➜ U.O. Servizi Tecnici
  - ➜ U.O. Sistemi informatici e Reti

Di seguito, in Figura 2, si riporta l'organigramma INRiM.

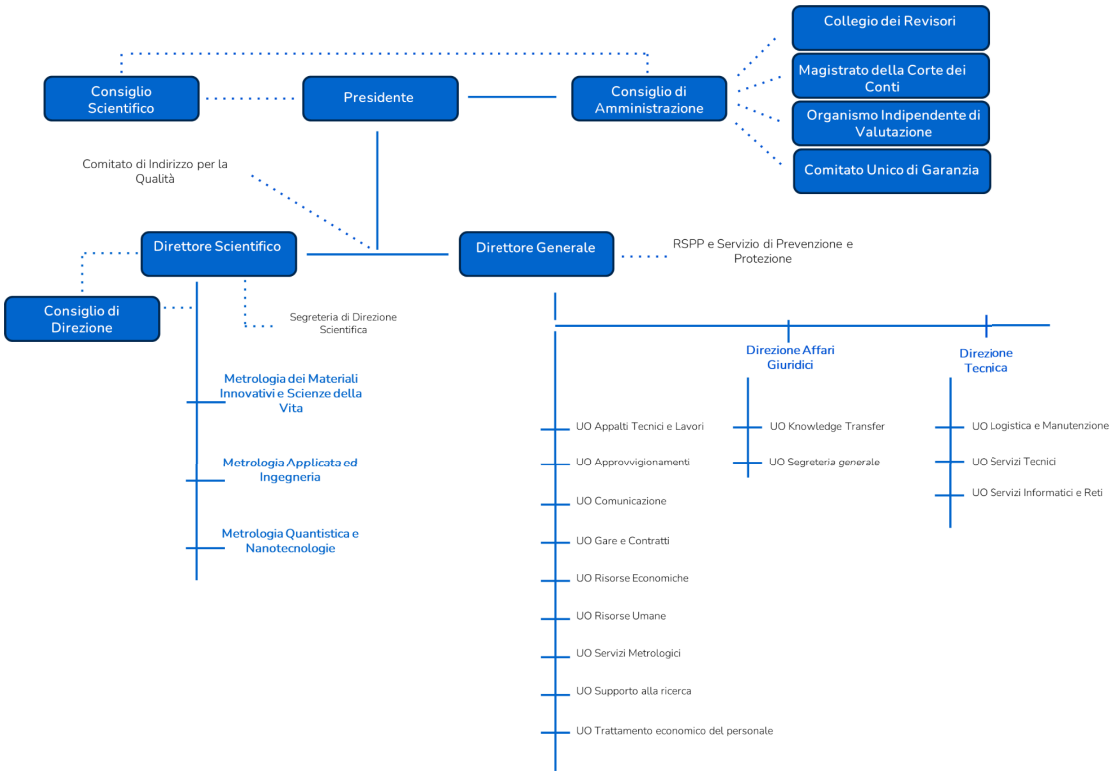


Figura 2 - Organigramma dell'Ente

La Direzione Generale è sovraordinata a due uffici dirigenziali, la Direzione Affari Giuridici, alla quale è preposto un dirigente amministrativo, e la Direzione Tecnica, attualmente in capo al Direttore Generale *ad interim*.
Sia la Direzione Generale sia i due uffici dirigenziali sovrintendono unità organizzative, ciascuna delle quali presidiata da un Responsabile.
La struttura amministrativa, pertanto, si compone complessivamente di un Direttore Generale, un Dirigente Amministrativo, 14 Responsabili di U.O. e un responsabile di Servizio.
Sia la macrostruttura della Direzione Generale che la Direzione Affari Giuridici sono state riorganizzate al fine di assicurare un maggior presidio di ambiti ritenuti strategici per l'Ente, ovvero di rafforzare la gestione di tematiche che presentavano qualche criticità.
Nel primo caso, si è proceduto alla creazione: 1) dei Servizi Metrologici, in sostituzione del Servizio gestione qualità, non più in linea con la mission istituzionale dell'Istituto; della U.O. Knowledge Transfer, che copre gli ambiti di tutela della proprietà industriale e di promozione e valorizzazione della ricerca.
Nel secondo caso, la U.O. Reclutamento è stata accorpata alla U.O. Sviluppo Risorse Umane, dando vita alla U.O. Risorse Umane che presidia tutti gli ambiti giuridici relativi al personale. La Segreteria Generale è stata assegnata alla Direzione Affari Giuridici, con lo scopo di rivedere e migliorare i processi gestiti, tra cui l'attività di supporto agli organi dell'ente. Alla stessa Direzione sono state assegnate anche le funzioni in materia di affari legali, anticorruzione, privacy, performance e formazione, attualmente non assegnate a specifiche U.O.

L'intera struttura organizzativa dell'INRiM è disponibile nella sezione "Organigramma" del portale www.inrim.it (alla pagina https://www.inrim.it/it/chi-siamo/organizzazione/organigramma) oppure utilizzando la sezione "Amministrazione Trasparente" (https://trasparenza.inrim.it/it/home/organizzazione).

1.3 - L'ARTICOLAZIONE TERRITORIALE E LE INFRASTRUTTURE

L'INRiM ha sede nella città di Torino e ha in Strada delle Cacce 91 la sua sede legale e il sito operativo principale, mentre in Corso M. D'Azeglio 42 si trova la sede storica che fu dello IEN.

La sede principale dell'INRiM è situata nel quartiere Mirafiori Sud, in un campus di 130 000 m^2, un'area verde all'interno del parco Colonnetti che ospita gli uffici e i laboratori dell'Istituto. Il campus è composto da 13 edifici fuori terra e da una struttura completamente interrata (galleria), che sviluppano nel loro complesso una superficie utile di 37.000 m^2. La proprietà dell'intera area è del Comune di Torino e il diritto di superficie scadrà nel 2077. I laboratori adibiti alle diverse attività di ricerca e ai servizi di taratura, misura, prova e certificazione coprono il 70% della superficie utile. Il restante 30% è destinato a uffici, biblioteca, amministrazione, officine, servizi e infrastrutture di supporto alle attività.

La sede storica di Corso Massimo D'Azeglio (al confine con il parco del Valentino, nel quartiere San Salvario) ha una superficie di 11.000 m^2, dedicati a numerosi uffici e laboratori, oltrechè alla Biblioteca Storica. Qui svolgono la loro attività, all'interno del Laboratorio alte tensioni e forti correnti (LATFC), alcune unità di personale dell'INRiM; alcuni locali invece sono stati concessi in "locazione" all'Università di Torino mentre altri in "comodato d'uso" al Politecnico di Torino.

Altre strutture dell'Istituto sono dislocate presso l'Università di Pavia - Dip. di Chimica, dove l'INRiM ha acquisito, in concessione, alcuni locali destinati ad attività scientifiche.

Dal 2023 l'Istituto ha avviato, attraverso specifiche convenzioni, un progetto, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, per la costituzione di due nuove sedi operative: una a Firenze, presso il Campus Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino, dove, da alcuni anni, opera personale dell'INRiM; l'altra a Matera, presso il Centro di Geodesia Spaziale dell'ASI. Le nuove sedi sono da considerarsi sedi operative che fanno quindi riferimento all'attuale struttura organizzativa dell'ente – in particolare alle Divisioni scientifiche ed alla Direzione scientifica – e non avranno autonomia amministrativa, legale o scientifica.

Al fine di perseguire con efficacia gli obiettivi della programmazione strategica è necessario che l'Istituto si doti di nuove infrastrutture di ricerca, innanzitutto attraverso una radicale riqualificazione e implementazione delle strutture edilizie e impiantistiche del suo campus principale. Nel 2023 l'Istituto si è impegnato nell'attuazione del programma *"Double Axe"- "Nuove basi per la ricerca metrologica fondamentale e supporto alla transizione energetica"*, con il quale ha ottenuto un finanziamento destinato a investimenti infrastrutturali per l'edilizia

dedicata alla ricerca: il programma è articolato su cinque progetti e si propone di recuperare - attraverso mirate operazioni di ristrutturazione e rifunzionalizzazione - quelle parti del patrimonio edilizio e impiantistico del campus di Strada delle Cacce che, per mutate esigenze della ricerca e per naturale obsolescenza delle strutture, non risultano adeguate alle nuove sfide scientifiche. Il programma è frutto di un'attenta analisi che ha integrato gli aspetti tecnici e scientifici, individuando gli edifici che presentano maggiore potenziale di utilizzo e necessità di intervento, anche dal punto di vista della sicurezza. Si auspica che l'investimento infrastrutturale "Double Axe" sia utilizzato anche per creare infrastrutture che attirino soggetti esterni e che diano opportunità di collaborazioni e sinergie non solamente in ambito metrologico e con una durata nel lungo periodo oltre il 2030.

1.4 – OVERVIEW SUI NUMERI DEL 2023 E STATO DELLE RISORSE UMANE DELL'ENTE



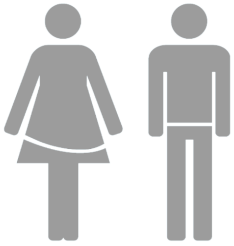
- Dal 2006, Ente di ricerca unico in Italia a svolgere la funzione di Istituto Metrologico Primario
- Vigilato dal Ministero dell'Università e della Ricerca



- **61** progetti attivati nel 2023 (*176 progetti attivi totali*):
  41 di ricerca scientifica
  13 di Knowledge Transfer
  7 NMI
- **36 M€** il valore complessivo per i progetti ad ora attivi nel 2023



- **1910** certificati di taratura emessi
- **32** confronti chiave e internazionali
- **84** relazioni di ILC



- 2 Dirigenti
- 170 Ricercatori/Tecnologi
- 117 Tecnici/Amministrativi
- 12 Assegnisti

33%.....67%..... **301**



- 1 Campus, 130.000 mq
- 1 Sede storica, 11.000 mq
- 17 Edifici
- 144 Laboratori di ricerca
- 3 Sedi, e 1 Sede operativa

1.5 PERSONALE IN SERVIZIO AL 31.12.2023

All'interno dell'Ente opera personale con profilo di:
Ricercatore (I-II-III livello), Tecnologo (I-II-III livello), Dirigente Amministrativo (II fascia), Funzionario di Amministrazione (IV-V livello), Collaboratore Tecnico (IV-V-VI livello), Collaboratore di Amministrazione (V-VI-VII livello), Operatore Tecnico (VI-VII-VIII livello) e Operatori di Amministrazione (VII-VIII livello).
I Ricercatori operano unicamente all'interno della sezione scientifica, mentre il Dirigente e i Funzionari Amministrativi operano unicamente all'interno della sezione tecnico-amministrativa.
Il Consiglio di Amministrazione INRiM approva il Contratto Collettivo Integrativo per il personale Ricercatore e Tecnologo (livelli III÷I) e per il personale Tecnico e Amministrativo (livelli VIII÷IV).

Al 31/12/2023 INRiM conta 288 dipendenti, di cui 24 a tempo determinato, 12 assegnisti di ricerca.

Riguardo le risorse umane, le attività in costante crescita dell'INRiM hanno portato all'approvazione di un Piano del Fabbisogno 2023-2025 consistente, con riferimento sia all'Area scientifica che a quella tecnico-amministrativa. La programmazione del personale, accanto all'importante operazione di reclutamento, ha varato anche un rilevante piano di valorizzazione del personale, ricercando un equilibrio tra nuove immissioni e spazio alle progressioni di carriera. A questo documento, approvato dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 15 febbraio 2023, si fa rinvio per una puntuale descrizione delle esigenze organizzative dell'INRiM e delle azioni previste a loro copertura.
Il Piano del Fabbisogno 2024, in fase di stesura, non modifica l'impostazione del Piano precedente, limitandosi a proseguire nell'azione di valorizzazione del personale e prevedendo piccole integrazioni di dettaglio.
La distribuzione del personale TI e TD dell'INRiM è riportata nella tabella sottostante al 31/12/2023.

Tabella - Distribuzione personale TI e TD per profilo al 31/12/2023

PROFILO	TI	TD	TOTALE
C.T.E.R.	58	8	66
COLLABORATORE AMMINISTRAZIONE	21	1	22
DIRIGENTE DI RICERCA	8	1	9
DIRIGENTE II FASCIA	1	-	1
DIRIGENTE TECNOLOGO	2	-	2
FUNZIONARIO AMMINISTRAZIONE	12	2	14
OPERATORE AMMINISTRAZIONE	4	-	4
OPERATORE TECNICO	10	1	11
PRIMO RICERCATORE	34	-	34
PRIMO TECNOLOGO	12	-	13
RICERCATORE	72	9	81
TECNOLOGO	30	2	32
TOTALE COMPLESSIVO			288

Nella tabella non è incluso il Direttore generale.

Ampiezza media delle unità organizzative

La distribuzione del personale nelle strutture dell'area M&S al 31/12/2023 è rappresentata nella Tabella che segue.

Tabella - Distribuzione del personale nell'Area Management & Service al 31/12/2023

Struttura	Unità di personale
Direzione Generale *(Direttore generale)*	
U.O. Risorse economiche	**10**
U.O. Trattamento economico del personale	**6**
U.O. Risorse umane	**3**
U.O. Comunicazione	**1**
U.O. Gare e contratti	**1**
U.O. Approvvigionamenti	**3**
U.O. Acquisti tecnici e lavori	**2**
U.O. Supporto alla ricerca	**4**
U.O. Servizi metrologici	**6**
Servizio di Prevenzione e Protezione	**3**
Direzione Affari Giuridici *(Dirigente amministrativo)*	
Direzione Affari Giuridici	**3**
U.O. Segreteria generale	**7**
U.O. Knowledge transfer	**1**
Direzione Tecnica (Direttore Generale *ad interim*)	
U.O. Servizi Tecnici	**7**
U.O. Logistica e Manutenzioni	**13**
U.O. Servizi Informatici e Reti	**5**
Totale	*75 (nel totale non è compreso il Direttore Generale)*
Consistenza media U.O.	*4,68*

La distribuzione del personale nella Direzione scientifica, al 31/12/2023, è rappresentata nella Tabella sottostante.

Tabella - Distribuzione del personale nell'Area Research & Knowledge Transfer al 31/12/2023

Direzione Scientifica (Direttore Scientifico)			
RICERCATORI (dirigente di ricerca, ricercatore, primo ricercatore)	**TECNOLOGI (dirigente tecnologo, primo tecnologo, tecnologo)**	**Collaboratori/Operatori**	**Totale**
Direzione Scientifica (Direttore Scientifico)			
1	**-**	**3**	**4**
Divisione Metrologia Quantistica e Nanotecnologie (QN) *(Responsabile di Divisione)*			
46	**14**	**12**	**72**
Divisione Metrologia Dei Materiali Innovativi e Scienze della Vita (ML) *(Responsabile di Divisione)*			
44	**8**	**12**	**64**
Divisione Metrologia Applicata e Ingegneria (AE) *(Responsabile di Divisione)*			
32	**16**	**24**	**72**
		Totale	***212****
		Consistenza media Divisioni	***69***

**nel totale non è compreso il Direttore Scientifico*

Il personale afferente alla sezione di Research & Knowledge Transfer corrisponde a 212 unità (73,4%) mentre il personale afferente alla sezione Management & Service corrisponde a 76 unità (26,6%). Considerando all'interno della sezione R&KT anche il personale titolare di assegni di ricerca, il personale afferente alla sezione di Research & Knowledge Transfer raggiunge il 74,4% mentre il personale afferente alla sezione Management & Service il 25,6%.
In Figura 1 è riportata la ripartizione del personale, al 31.12.2023, in funzione della fascia d'età, suddivisa per area di afferenza: Research & Knowledge Transfer, Management & Services e Assegni di ricerca.
Analizzando la distribuzione e considerando solo il personale a tempo indeterminato e determinato, si trova una maggioranza di personale (32 %) nella fascia 50-59, il 29 % del personale appartiene alla fascia 40-49, il 23 % alla fascia 30-39. Alle due fasce più esterne < 30 e > 60 risulta rispettivamente il 4 e il 12 % del personale.
Si osserva pertanto una prevalenza di personale all'interno delle fasce 40-49 e 50-59. Anche considerando i titolari di assegno di ricerca la situazione rimane pressocchè invariata per le tre fasce

centrali (25%, 28%, 31%). Come per l'esercizio precedente, il 2023 vede nuovamente il maggior numero di personale concentrato nella fascia 50-59.

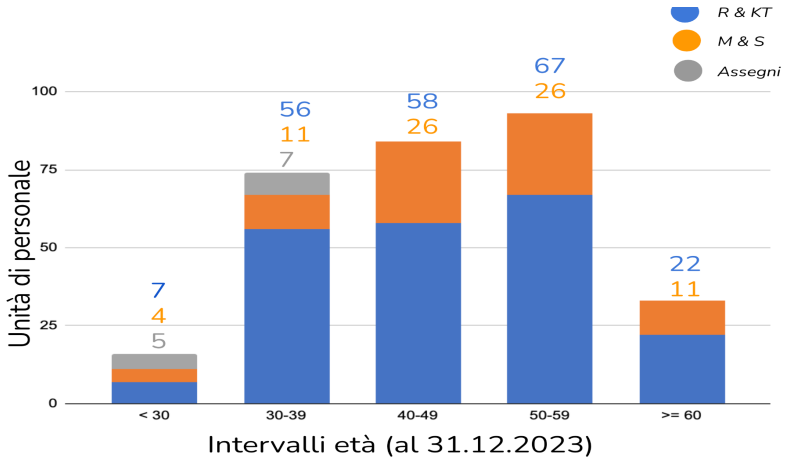


FIGURA 1 - RIPARTIZIONE DEL PERSONALE IN FUNZIONA DELLA FASCIA D'ETÀ, DIVISO PER AFFERENZA

In Figura 2 è riportata la suddivisione del personale rispetto al genere e alla tipologia contrattuale. Il personale femminile rappresenta circa il 33% dell'organico presente in Istituto. Le unità di personale con contratto a tempo determinato e i titolari di assegno di ricerca sono a maggioranza maschile (23 M, 13 F), proporzionalmente incidono praticamente in ugual misura tra donne e uomini, rappresentando rispettivamente l'11% (M) e il 13% (F) del totale.
Il bilancio di genere non presenta variazioni rispetto l'esercizio 2022, in cui il personale di genere femminile era composto da 93 unità mentre quello maschile da 193, rispettivamente il 33 e il 67 %.

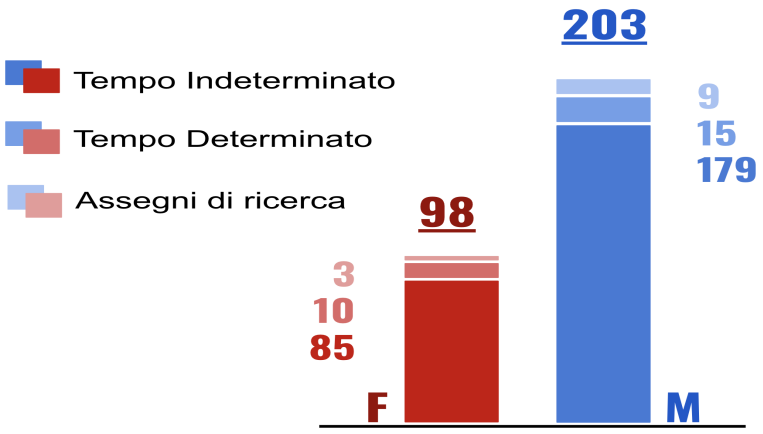


FIGURA 2 – SUDDIVISIONE DEL PERSONALE PER GENERE E TIPOLOGIA CONTRATTUALE AL 31.12.2022

In Tabella 2 è riportata la ripartizione del personale per profilo ricoperto al 31.12.2023. Inoltre, il personale di genere femminile è suddiviso equamente tra R&KT (53 u.d.p.) e M&S (45 u.d.p.), mentre il personale di genere maschile è impiegato maggiormente nel comparto scientifico (172 u.d.p. su 203 totali).

TABELLA 2 - RIPARTIZIONE DEL PERSONALE AL 31.12.2023

PROFILO	UNITÁ AL 31.12.2023	DI CUI DI GENERE F	DI CUI DI GENERE M
Direttore Generale	1	-	1
Dirigente di II fascia	1	1	-
Dirigente di Ricerca	9	-	9
Primo Ricercatore	34	8	26
Ricercatore	81	25	56
Dirigente Tecnologo	2	1	1
Primo Tecnologo	12	3	9
Tecnologo	32	11	21
Collaboratore tecnico	66	8	58
Operatore tecnico	11	1	10
Funzionario amministrativo	14	13	1
Collaboratore amministrativo	22	20	2
Operatore amministrativo	4	4	-
Assegnista di ricerca	12	3	9
TOTALE	301	98	203

In Tabella 3 è riportata sia la ripartizione del personale (dipendenti a tempo indeterminato, determinato e assegnisti) in funzione della fascia d'età che la ripartizione del personale per genere. I dati in grassetto riportano il numero di unità totali per fascia d'età, i dati in rosso e in blu riportano rispettivamente la suddivisione per genere.

TABELLA 3 - RIPARTIZIONE DEL PERSONALE AL 31.12.2023 IN FUNZIONE DELLA FASCIA D'ETÀ E DEL GENERE

Totale	16	74	84	93	33
F	1	23	35	28	11
M	15	51	49	65	22
Fasce d'età	< 30	30-39	40-49	50-59	>60

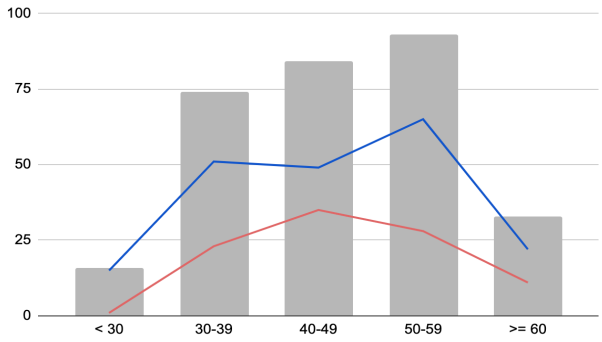


FIGURA 3 – ANDAMENTO DEL PERSONALE IN FUNZIONE DELLA FASCIA D'ETÀ E DEL GENERE AL 31.12.2022 (BLU - M, ROSSO - F, GRIGIO - TOTALI)

Tutto il personale afferente all'Istituto è selezionato con procedure concorsuali per cui non è possibile predeterminare il genere.

2 – RESOCONTO TRASVERSALE DELLA DIREZIONE SCIENTIFICA

Nel 2023 sono state ristabilite le modalità usuali di lavoro, dopo la graduale uscita dalla pandemia mondiale dovuta alla malattia da coronavirus (COVID-19).

Il punto di riferimento della Direzione Scientifica rimane il documento decennale di visione strategica dell'INRiM (https://www.inrim.it/it/chi-siamo/descrizione-dellente/documento-di-vision) con le sei aree prioritarie (dette anche *focal points*). Il documento decennale di visione strategica di INRiM è il frutto di un lungo ed articolato percorso, che ha coinvolto tutte le anime dell'Istituto ed ha ricevuto una forte connotazione strategica da parte del Presidente. Il documento di visione sottolinea l'importanza della metrologia per l'industria, la società e la scienza in generale, con una particolare attenzione alla sfida rappresentata dalla disseminazione del nuovo Sistema Internazionale (SI) delle unità di misura. Nella traduzione operativa dei suoi principi ispiratori, il documento di visione evidenzia sei aree strategiche:

- monitorare l'ambiente e supportare lo sviluppo di tecnologie pulite;
- promuovere la conversione sostenibile dell'energia ed il suo immagazzinamento pulito;
- sostenere la qualità della vita e della salute;
- accelerare la trasformazione digitale e supportare le relative transizioni industriali;
- sviluppare la tecnologia per le applicazioni spaziali e la relativa ricerca;
- migliorare la qualità e l'impatto della ricerca scientifica fondamentale.

Senza la presunzione di fornire un quadro esaustivo né definitivo, di seguito si riportano alcuni importanti risultati ottenuti nel 2023 per la realizzazione di questa visione strategica di INRiM, in relazione alle sei aree prioritarie enunciate prima.

- **Monitorare l'ambiente e supportare lo sviluppo di tecnologie pulite**:
    - azione continuativa tesa a cogliere le opportunità in ambito "Mirror Copernicus", per le quali l'INRiM ha finalizzato un accordo quadro di collaborazione con il Ministero delle Imprese e del Made in Italy.
- **Promuovere la conversione sostenibile dell'energia ed il suo immagazzinamento pulito**:
    - infrastruttura PNRR di ricerca iENTRANCE@ENL (https://www.ientrance.eu, infrastructure for ENergy TRANsition and Circular Economy @ EuroNanoLab), discussa di seguito con maggiore dettaglio;
    - l'infrastruttura tecnologica PNRR di innovazione CoSyET (Components and Systems for Energy Transition), in collaborazione con l'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) che sta lavorando alla definizione del contesto industriale;
    - avvio del progetto ministeriale continuativo #2 intitolato «Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per l'accumulo di energia elettrica per la transizione energetica e l'economia circolare».
- **Sostenere la qualità della vita e della salute**:
    - infrastruttura PNRR di ricerca Metrofood-RI (Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the AgriFood).
- **Accelerare la trasformazione digitale e supportare le relative transizioni industriali**:
    - azione continuativa tesa a dare attuazione alla digitalizzazione dei servizi metrologici (incluso il *Digital Calibration Certificate*, DCC).

- **Sviluppare la tecnologia per le applicazioni spaziali e la relativa ricerca**:
    - partecipazione al partenariato esteso Space-It-Up (Digital twin and sustainable development of the planet), che è stato valutato positivamente e che si tradurrà nel 2024 nella costituzione della S.c.a.r.l. SPACE IT UP.
- **Migliorare la qualità e l'impatto della ricerca scientifica fondamentale**:
    - azione continuativa del progetto ministeriale continuativo #1 intitolato «Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche».

Sul fronte nazionale, la più dirompente novità è rappresentata dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), che si articola in sei Missioni e 16 Componenti. Le sei Missioni del Piano sono: digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo; rivoluzione verde e transizione ecologica; infrastrutture per una mobilità sostenibile; istruzione e ricerca; inclusione e coesione; salute. Il Piano è in piena coerenza con i sei pilastri del NGEU e soddisfa largamente i parametri fissati dai regolamenti europei sulle quote di progetti "verdi" e digitali. Il Governo stima che gli investimenti previsti nel Piano avranno un impatto significativo sulle principali variabili macroeconomiche. Nel 2026, l'anno di conclusione del Piano, il prodotto interno lordo sarà di 3,6 punti percentuali più alto rispetto all'andamento tendenziale. Nell'ultimo triennio dell'orizzonte temporale (2024-2026), l'occupazione sarà più alta di 3,2 punti percentuali. Gli investimenti previsti nel Piano porteranno inoltre a miglioramenti marcati negli indicatori che misurano i divari regionali, l'occupazione femminile e l'occupazione giovanile. Il programma di riforme potrà ulteriormente accrescere questi impatti. Nel 2023 l'Istituto ha partecipato ad alcune proposte PNRR che sono state coronate da successo, in particolare quelle elencate nella tabella seguente:

	INRiM budget
iENTRANCE@ENL, Research Infrastructure, "infrastructure for ENergy TRANsition and Circular Economy @ EuroNanoLab"	6.338.680 €
Metrofood-RI, Research Infrastructure, "Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the AgriFood"	820.000 €
SPACE-IT-UP, Partnership, Digital twin and sustainable development of the planet	700.000 €

Tra queste, l'iniziativa PNRR che avrà il maggiore impatto, come dotazione strumentale ma soprattutto come esempio di nuova modalità di lavoro per promuovere la collaborazione tra i gruppi dell'Istituto, è data dall'infrastruttura PNRR di ricerca ***iENTRANCE@ENL*** (https://www.ientrance.eu, **infrastructure for ENergy TRANsition and Circular Economy @ EuroNanoLab**). iENTRANCE@ENL, si propone di diventare l'infrastruttura di ricerca di riferimento a livello italiano per la ricerca su:

- Nanomateriali per l'energia;
- Processi e dispositivi per la produzione di energia verde, stoccaggio e gestione;
- Caratterizzazione e metrologia su micro e nanoscala;
- Tecnologie per la realizzazione di dispositivi e sistemi.



L'infrastruttura, coordinata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), è formata da INRiM, Politecnico di Torino, Università di Bologna, Università di Roma La Sapienza, Università di Roma Tre ed è strutturata in 6 nodi geografici (Bologna, Torino, Roma, Napoli, Potenza e Catania) riconosciuti a livello internazionale in aree di ricerca complementari coordinati da un unico hub centrale. In particolare, l'INRiM metterà a disposizione le competenze metrologiche nello studio delle proprietà magnetiche, elettriche, ottiche e termodinamiche della materia, che si integrano per la realizzazione di standard quantistici delle unità di misura, nonché per materiali innovativi e dispositivi nanostrutturati tipici delle tecnologie emergenti, come la fotonica, la spintronica e la nanoelettronica. La sinergia tra il Politecnico di Torino e l'INRiM si esprime nel laboratorio congiunto di micro e nano fabbricazione PiQuET (https://piquetlab.it/) impiegato nel potenziamento della ricerca per la transizione energetica. Questa infrastruttura PNRR è la palese dimostrazione del grosso potenziale rappresentato dalla convenzione trilaterale firmata nel 2021 tra INRiM, Politecnico di Torino ed Università di Torino per attività di ricerca e trasferimento tecnologico e per la realizzazione e la gestione di laboratori condivisi per tecnologie micro-nano e quantistiche.

Su tematiche affini, si innesta anche la grande opportunità dei progetti ministeriali continuativi (concessi all'Istituto per la prima volta nella sua storia). In particolare, nel 2023, l'INRiM ha portato avanti il progetto ministeriale continuativo #1 intitolato «***Next-Generation Metrology***: Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche». Le tecnologie micro-nano e quantistiche – per la sintesi dei materiali, l'integrazione dei sistemi e la caratterizzazione metrologica di materiali e sostanze – sfruttano potenzialità sorprendenti (es. entanglement) per padroneggiare fotoni, elettroni, atomi o molecole e promettono di raggiungere i limiti fisici di manipolazione e di misura, migliorando di ordini di grandezza le attuali prestazioni in termini di precisione e accuratezza, con importanti ricadute applicative e commerciali (si veda anche il PNR 2021-2027). L'utilizzo di sensori basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche migliorerà anche il controllo di precisione di processi industriali complessi, inclusa la loro sicurezza, contribuendo agli obiettivi di sostenibilità della transizione energetica e dell'economia circolare. L'INRiM è all'avanguardia nella metrologia basata su tecnologie micro-nano e quantistiche per la sostenibilità, anche grazie alle nuove infrastrutture PiQuET ed IMPreSA (https://infrastrutturaimpresa.it/). Entrambe queste infrastrutture sono strumenti unici nel panorama nazionale, e per certi versi europeo, per lo sviluppo di nuova metrologia, in linea con le migliori prescrizioni internazionali, e nuovi sensori al servizio del Paese, con una forte ricaduta anche sul panorama regionale piemontese, come dimostra la recente convenzione trilaterale siglata da INRiM, Politecnico di Torino ed Università di Torino. Il presente progetto intende potenziare tale ecosistema nazionale e territoriale mediante linee di azione specifiche e concrete, ossia mediante dei veri e propri casi studio, con una chiara valenza anche applicativa.

Per quanto riguarda la tematica dell'energia, nel 2023, l'INRiM ha avviato il progetto ministeriale continuativo #2 intitolato «**Better measurements for energy storage**: Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per l'accumulo di energia elettrica per la transizione energetica e l'economia circolare». L'accumulo di energia elettrica è un elemento essenziale per garantire l'affidabilità del sistema di distribuzione dell'energia elettrica in presenza delle discontinuità tipiche delle fonti

rinnovabili di energia. È necessario sviluppare protocolli metrologici migliori per caratterizzare le tecnologie attuali per l'accumulo di energia elettrica e quelle nuove basate su batterie ibride, supercondensatori e materiali a conduzione mista ionica-elettronica. In particolare, è necessario caratterizzare, con la maggiore affidabilità metrologica possibile, nuovi materiali e nuove tecnologie per batterie ad alta capacità, batterie ibride e assistite da fotovoltaico. Inoltre, in questo contesto è essenziale caratterizzare metrologicamente anche l'impatto ambientale delle nuove batterie con materiali facilmente reperibili e di cui sia possibile il recupero e riutilizzo nell'ottica di un'economia circolare (si veda anche il PNR 2021-2027). L'INRiM presidia le migliori capacità di misura secondo gli standard internazionali (le cosiddette Calibration and Measurement Capability – CMC) anche per (i) la metrologia elettrica, per (ii) la metrologia termica e per (iii) la metrologia ambientale, che potrebbero essere ulteriormente sviluppate proprio per assistere un uso sempre più pervasivo dell'accumulo di energia elettrica nell'ottica della transizione energetica e dell'economia circolare. Quest'azione al servizio del Paese ha anche una forte ricaduta sul panorama regionale piemontese, di cui fanno parte alcuni centri molto attivi su queste tematiche (Environment Park, Center for Sustainable Future Technologies di IIT, CO2 Circle Lab, SEASTAR Competence Center, Politecnico di Torino anche tramite Energy Center, Università di Torino). Il presente progetto intende potenziare tale ecosistema nazionale e territoriale mediante linee di azione specifiche e concrete, ossia mediante dei veri e propri casi studio, con una chiara valenza anche applicativa.

Le azioni condotte nel 2023 si possono riassumere nel seguente schema.

FOCAL POINT del documento decennale di visione strategica (https://www.inrim.it/it/chi-siamo/descrizione-dellente/documento-di-vision)	**PROGRAMMA E/O PROGETTO SPECIFICO**
Monitorare l'**ambiente** e supportare lo sviluppo di tecnologie pulite	• "**Mirror Copernicus**", in collaborazione con il Ministero delle Imprese e del Made in Italy
Promuovere la conversione sostenibile dell'**energia** ed il suo immagazzinamento pulito	• infrastruttura PNRR di ricerca **iENTRANCE@ENL** (https://www.ientrance.eu, infrastructure for ENergy TRANsition and Circular Economy @ EuroNanoLab) • avvio del progetto ministeriale continuativo #2 intitolato « **Better measurements for energy storage**: Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per l'accumulo di energia elettrica per la transizione energetica e l'economia circolare».
Sostenere la **qualità della vita** e della salute	• infrastruttura PNRR di ricerca **Metrofood-RI** (Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the AgriFood)
Accelerare la **trasformazione digitale** e supportare le relative	• digitalizzazione dei servizi metrologici (incluso il Digital Calibration Certificate, DCC)

transizioni industriali	
Sviluppare la tecnologia per le **applicazioni spaziali** e la relativa ricerca	• partecipazione al partenariato esteso **Space-It-Up** (Digital twin and sustainable development of the planet)
Migliorare la qualità e l'impatto della **ricerca scientifica fondamentale**	• progetto ministeriale continuativo #1 intitolato «***Next-Generation Metrology***: Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche»

Oltre ai progetti già citati, al fine di promuovere ulteriormente l'apertura verso i soggetti istituzionali, nel 2023, l'Istituto ha avviato un ambizioso progetto, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, che si propone di creare due nuove sedi INRiM, a Firenze (presso il Campus Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino) ed a Matera presso il Centro di Geodesia Spaziale dell'ASI, per aprire la strada a nuove e fattive collaborazioni e linee di ricerca essenziali alla crescita dell'Ente, alla diffusione delle competenze metrologiche, ed alla piena realizzazione della sua dimensione nazionale. Le nuove sedi sono da considerarsi sedi operative che fanno quindi riferimento all'attuale struttura organizzativa dell'ente – in particolare alle Divisioni scientifiche ed alla Direzione scientifica – e non avranno autonomia amministrativa, legale o scientifica. Le sedi saranno dotate di un referente per gli aspetti amministrativi.



INRiM@FIRENZE

INRiM collabora ormai da alcuni anni con le principali realtà della ricerca fiorentina, come l'Università degli Studi di Firenze (UniFi), il Laboratorio Europeo di Spettroscopia Non Lineare (LENS) ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) dislocando presso il Campus Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino 5 ricercatori, un tecnico ed alcuni assegnisti. Questa proficua collaborazione ha spinto ad individuare in Firenze, e nello specifico nel Campus sopracitato, un'ottima dislocazione per la nuova sede INRiM al centro Italia. Nello specifico, considerate le attuali sfide della ricerca, le competenze dei ricercatori INRiM e delle altre realtà in gioco, risulta di estremo interesse attivare un'unità INRiM presso UniFi che comporti l'allestimento di due laboratori tematici (1) per lo studio e la strutturazione di materiali intelligenti e (2) per la simulazione e la computazione quantistica. Si intende anche perseguire una terza linea di attività rivolta (3) al potenziamento ed alla disseminazione dei servizi metrologici dell'Ente, con una particolare attenzione agli aspetti del trasferimento tecnologico.



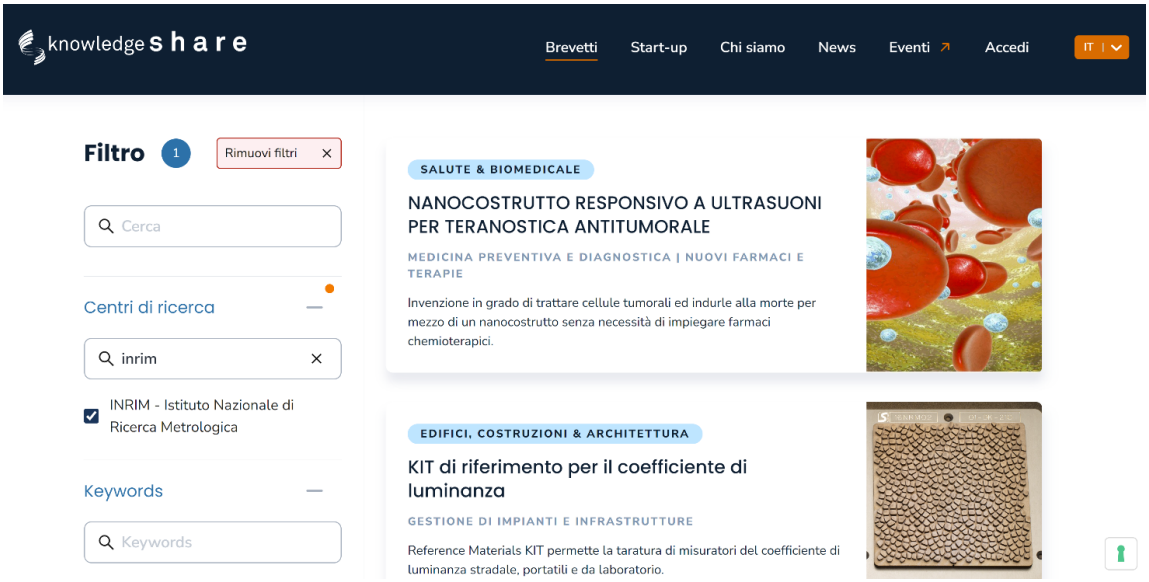
INRiM@MATERA

Nel quadro ampio dei contributi di INRiM all'aerospazio trova posto la collaborazione istituzionale con l'EPR dedicato all'aerospazio, ossia l'Agenzia Spaziale Italiana ASI, che ha sede a Roma e ha due centri operativi in Italia, presso il Sardinia Radio Telescope a Cagliari e il Centro di Geodesia Spaziale Bepi Colombo a Matera.

Il quadro precedente, che denota una progettualità molto articolata e quindi molto sfidante, non può prescindere dal fatto che l'Istituto si doti di strumenti moderni di monitoraggio e valutazione anche delle attività tecnico-scientifiche. Ovviamente l'introduzione di strumenti avanzati di monitoraggio dell'efficacia dell'attività scientifica rappresenta una consistente sfida di modernizzazione per l'Istituto. In questo senso, nel 2023, si è proceduto a dare seguito ad un processo molto lungo ed articolato, di cui si riassumono qui i passi essenziali. In particolare, il Presidente, in osservanza all'art. 8 comma 7 dello Statuto, ha chiesto al Consiglio Scientifico (CS) di definire una metodologia per valutare l'impatto delle missioni dell'Ente. In particolare, l'idea chiave è quella di avere una fotografia della situazione dell'Ente per dare attuazione al nuovo documento decennale di visione strategica (https://www.inrim.it/vision), che è stato approvato a luglio 2020. Il CS ha dato mandato ad una commissione di alto livello scientifico di definire una procedura e fissare i criteri oggettivi (i cosiddetti ***Key Performance Indicators*, KPI**) per questo scopo. La procedura consiste di due fasi: (i) una prima fase in cui si analizzano le attività dell'Istituto mediante i KPI principali (9, in totale) e (ii) una fase successiva di approfondimento con il personale coinvolto, per un sotto-insieme dei sotto-gruppi analizzati, al fine di evidenziare le attività che presentano i maggiori margini di miglioramento, che richiederanno la definizione - insieme al personale - di un piano di miglioramento concordato. In particolare, nella seduta del 20 settembre 2021 (https://www.inrim.it/it/chi-siamo/governance/consiglio-scientifico/convocazioni-e-comunicati/2021) il CS ha approvato il documento della commissione internazionale in merito ai KPI di INRiM. Nella seduta del 7 febbraio 2022, il CS ha fornito parere favorevole ad incaricare il Direttore Scientifico per l'implementazione dell'analisi del comparto scientifico basata sui KPI. Nella seduta del 27 aprile 2022 del CS, sono state illustrate le modalità per la raccolta e l'organizzazione dei dati e le criticità riscontrate sulle quali è stato raccolto il parere del CS, che ha ribadito che i KPI sono stati decisi con l'intento di coprire tutte le attività INRiM e ricercare una semplice applicazione. Nella seduta del 9 settembre 2022, è stato discusso l'avanzamento dell'analisi KPI. Infine, nella seduta del 20 dicembre 2022, è stata approvata la prima versione completa dell'analisi KPI (v1.0). L'analisi KPI fornisce un primo utile strumento di valutazione che potrà poi essere affinato, anche considerando quali indicatori possano essere più significativi. Questa analisi intende superare un elemento di debolezza storico dell'Istituto, ossia la sua frammentazione ed il suo impegno su troppi fronti, sia di ricerca che metrologici. Nel 2023, si è proceduto a dare attuazione al secondo passo della procedura che prevede un approfondimento con il personale coinvolto, per un sotto-insieme dei sotto-gruppi analizzati. Purtroppo questa procedura, pur essendo stata lungamente discussa, ha sollevato una forte resistenza da parte del personale, che ha chiesto la sospensione del processo. L'analisi KPI è stata dunque nuovamente sottoposta al Consiglio Scientifico durante la riunione di insediamento dei nuovi

membri del 1 dicembre 2023. Il Consiglio ha concordato sul fatto che la valutazione mediante KPI debba essere completata e migliorata, con una più attenta comunicazione e discussione col personale sulle motivazioni, gli obiettivi e le modalità. Si spera che il 2024 possa essere finalmente l'anno in cui si potrà dotare l'Ente di uno strumento di gestione moderno.

L'impegno sul fronte delle proposte progettuali si sposa anche con l'impegno dell'Istituto a promuovere la diffusione dei risultati della ricerca mediante il modello della Scienza Aperta tramite il Gruppo di Lavoro Open Science, che è stato fondato nel 2020. In particolare, la *Policy di Istituto sull'Accesso Aperto (Open Access)* alle pubblicazioni scientifiche è stata approvata dal Consiglio di Amministrazione dell'INRiM ed è entrata in vigore dal 1° gennaio 2021 (https://www.inrim.it/sites/default/files/2022-03/policy_open_access.pdf). L'INRiM adotta i principi dell'accesso aperto alla letteratura scientifica e promuove la diffusione gratuita dei risultati della ricerca prodotti in Istituto. Nel documento viene ribadita l'importanza di potenziare l'accessibilità dei risultati della ricerca, sotto forma di pubblicazioni, dati e software open source per creare la Scienza Aperta che promuove una ricerca responsabile e collaborativa. Vengono moltiplicate le opportunità di analisi, validazione e riutilizzo dei risultati della ricerca scientifica, si valorizza e preserva il patrimonio culturale scientifico. L'Istituto si avvale di un archivio istituzionale, METRICA (METRology Institutional CAtalog) per l'attuazione della presente policy. La gestione operativa di METRICA è effettuata tramite un modulo del Sistema Informatico per la Ricerca Istituzionale, ovvero il Catalogo della Ricerca - IRIS. Il Gruppo Open Science dell'INRiM ha prodotto anche la *Policy sulla gestione dei dati della ricerca*, adottata dall'Istituto a supporto dell'attività di ricerca (https://www.inrim.it/sites/default/files/2022-03/policy_sulla_gestione_dei_dati_della_ricerca_inrim.pdf); in seguito, il gruppo ha censito le abitudini del personale ricercatore o tecnologo dell'INRiM nella gestione dei dati di ricerca. Al questionario hanno risposto 77 unità di personale tecnico/scientifico. I dati sono stati analizzati per favorire la transizione verso una gestione ancora più corretta e più aperta dei dati di ricerca. Sono state delineate delle indicazioni per una corretta gestione e quali sono i passaggi necessari per implementarla. Uno dei passaggi importanti è l'adeguato supporto del singolo da parte dell'ente con delle linee guida operative e formazioni, e il gruppo Open Science si impegna per dare un suo contributo. In particolare sono necessari una maggiore sensibilizzazione per l'argomento e il coinvolgimento del personale tecnico/scientifico nella realizzazione di un ambiente scientifico sostenibile che riconosce l'importanza fondamentale dei dati di ricerca in quanto sono la base di ogni valido risultato scientifico. Nel 2023 si sono poste le basi per l'attivazione di una consulenza in materia di Data Stewardship, a cui dovrebbe seguire l'assunzione di un Data Steward.



Tra le modalità con cui rendere fruibili i risultati della ricerca, c'è sicuramente anche la Terza Missione dell'Istituto mediante le attività di valorizzazione economica della ricerca. Al fine di promuovere queste attività, è stato costituito l'Ufficio di Trasferimento Tecnologico (UTT) coordinato da un Funzionario di Trasferimento Tecnologico (TTO – *Technology Transfer Officer*). Durante il 2023, è stato rafforzato il rapporto con NetVal, il Network per la valorizzazione della Ricerca (https://netval.it/). In particolare, sono state portate avanti le azioni per caricare il portafoglio INRiM sulla piattaforma Knowledge Share (https://www.knowledge-share.eu/), piattaforma che raccoglie i brevetti di Università ed EPR ideata per promuoverne lo sfruttamento presso industrie ed altri soggetti, con il sostegno economico dell'Ufficio Brevetti e Marchi. Questa è un'attività onerosa in termini di tempo, perché non si tratta di semplice lista, ma è richiesta per ciascuno una presentazione più strutturata che richiede attenzione e lavoro, in collaborazione con gli inventori. La piattaforma conta circa 1 750 brevetti e ha generato circa 150 contatti con imprese per il loro sfruttamento e si candida a diventare la vetrina ufficiale della ricerca pubblica italiana con l'aggiunta del database degli spin off e di tecniche di intelligenza artificiale. Nel 2023 i brevetti di INRiM pubblicati su questa piattaforma sono ulteriormente aumentati (passando da 10 a 14).

Un altro modo di rendere fruibili i risultati della ricerca è rappresentato dalla Terza Missione dell'Istituto mediante le attività di valorizzazione sociale della ricerca. In particolare, INRiM ha aderito nel 2021 ad APEnet, la Rete italiana degli Atenei ed Enti di Ricerca per il Public Engagement (http://www.apenetwork.it/it). In particolare, nel 2023, INRiM ha proseguito a partecipare al gruppo di lavoro APEnet #2 dedicato al Monitoraggio e Valutazione, con l'intento di migliorare le attività dell'Istituto nel tema della terza missione. Lo scopo è quello di avvalersi di uno strumento di monitoraggio condiviso del Public Engagement.

3 – I KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI) E L'ANALISI DELLE ATTIVITÀ TECNICO SCIENTIFICHE DELL'INRIM

Ad aprile 2021, il Presidente dell'INRiM ha nominato una Commissione (Decreto n. 29/2021) con il compito di definire gli indicatori che saranno utilizzati per una valutazione interna delle attività tecnico scientifiche dell'INRiM. La commissione, costituita dai due membri interni del Consiglio scientifico (CS) dell'INRiM e da tre membri esterni internazionali (J.T. Janssen – NPL, G. Rietveld – VSL, C. Salomon – Lab. Kastler Brossel/Ecole Normale Supérieure), ha terminato i propri lavori a settembre 2021 con la redazione del documento "INRiM Key Performance Indicators" (disponibile alla pagina https://www.inrim.it/sites/default/files/2022-04/inrim_committee_for_the_kpis_final_proposal.pdf del sito dell'INRiM).

La Direzione Scientifica ha provveduto, a seguito dell'incarico ricevuto dal CS, a raccogliere e organizzare, sulla base degli indicatori definiti, i dati relativi alle attività tecnico scientifiche indicate nel documento, relativamente agli anni 2019, 2020 e 2021.

L'analisi ha riguardato i 3 seguenti ambiti, considerati prioritari per la prima fase dell'esame:

1) Research (Pubblicazioni indicizzate, Progetti di ricerca, Plenary/Keynote Talks)
2) NMI function (Calibration and Measurement Capabilities, Confronti Chiave e Supplementari, reddito dei servizi NMI)
3) Impact (reddito da consulenza e formazione, corsi di formazione erogati, partecipazione a Comitati di organismi normativi)

Come richiesto nel documento "INRiM Key Performance Indicators", è stata individuata la dimensione (in termini di unità di personale) di ciascuno dei Sottogruppi considerati, distinguendo tra personale a tempo indeterminato e il resto del personale (Tempi Determinati, Assegnisti, Borsisti, Dottorandi, Associati).

Ad aprile 2022 è stata presentata al CS la prima versione dell'analisi, che è stata successivamente rivista e sottoposta nuovamente al Consiglio Scientifico, dopo opportune modifiche, a settembre 2022.

Il CS, a seguito di ulteriori rimodulazioni operate nell'autunno 2022, ha definitivamente espresso il proprio parere favorevole nella riunione del dicembre 2022, sottolineando come l'analisi realizzi quanto stabilito dalla commissione, fornendo un primo utile strumento di valutazione che potrà poi essere affinato.

Terminata la raccolta dei dati, si è inteso dunque passare alla seconda fase dell'analisi, tramite un approfondimento con il personale coinvolto, per un sotto-insieme dei casi analizzati, al fine di evidenziare le attività che presentano delle criticità e che quindi potrebbero richiedere la definizione, insieme al personale, di un Piano di Azione di Miglioramento (PAM).

A valle della riunione del Consiglio Scientifico del 15 marzo 2023, e dell'incontro del Presidente con il personale del 20 marzo 2023, gli esiti dell'analisi KPI sono stati trasmessi ai Responsabili di Settore per una loro diffusione all'interno dei rispettivi Settori. Ai sottogruppi che hanno evidenziato maggiori margini di miglioramento è stata comunicata l'opportunità - su base volontaria - di partecipare ad un incontro tecnico-scientifico con il Direttore scientifico, per analizzare la situazione e, ove opportuno, concordare un piano di miglioramento.

L'analisi, che avrebbe dovuto portare alla definizione del Piano di Azione di Miglioramento (PAM) da declinare opportunamente nel presente Piano Triennale di Attività, è stata temporaneamente sospesa a seguito dell'intervento delle RSU dell'INRiM (nota della RSU del 29 marzo 2023), che hanno contestato il processo di analisi su diversi punti. Il Direttore Scientifico ha sospeso gli incontri, in attesa di indicazioni da parte del Consiglio di amministrazione. Il Consiglio di amministrazione, dopo ampia discussione, preso atto del lavoro svolto, ha proposto di portare l'analisi all'attenzione del nuovo Consiglio Scientifico, per un parere conclusivo sul processo.

L'analisi KPI è stata dunque sottoposta al Consiglio Scientifico durante la riunione di insediamento dei nuovi membri del 1 dicembre 2023. Il Consiglio ha concordato sul fatto che la valutazione mediante KPI debba essere completata e migliorata, con una più attenta comunicazione e discussione col personale sulle motivazioni, gli obiettivi e le modalità.

4 – PARI OPPORTUNITÀ E BILANCIO DI GENERE: IL COMITATO UNICO DI GARANZIA (CUG)

Il Comitato Unico di Garanzia (CUG) dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica è stato costituito con il DDG n. 213/2019 del 20/12/2019 e, ai sensi della normativa, è a servizio di tutto il personale operante nell'Istituto, con mandato di quattro anni. Si compone di tre membri di nomina sindacale e di tre membri nominati dal Direttore Generale, nel rispetto della parità di genere; a ciascun membro effettivo è affiancato un supplente.

Il riferimento interno di avvio delle attività del CUG INRiM per il 2023 è la proposta di PAP 2023-2025, redatto in ottemperanza al D.Lgs 198/2006 "Codice delle pari opportunità tra uomo e donna", allo scopo di produrre programmi, azioni concrete e iniziative tese a prevenire ogni forma di discriminazione e a rimuovere gli ostacoli alla piena ed effettiva parità di opportunità; il documento è confluito quasi integralmente nel PIAO 2023-2025.

Coerentemente con i suoi compiti di natura propositiva, consultiva e preventiva sulle materie di competenza e di verifica (secondo quanto previsto dal Regolamento di Funzionamento e dal PAP, ai sensi della Direttiva emanata dai Dipartimenti della Funzione Pubblica e per le Pari Opportunità del 4 marzo 2011), le azioni 2023 del CUG hanno avuto la seguente natura propositiva:

- Azioni atte a favorire condizioni di benessere lavorativo;
- Azioni positive, interventi e progetti, quali indagini di clima, codici etici e di condotta idonei a prevenire o rimuovere situazioni di discriminazioni o violenze sessuali, morali o psicologiche - mobbing - nell'amministrazione pubblica di appartenenza;
- Diffusione delle conoscenze ed esperienze sui problemi delle pari opportunità e sulle possibili soluzioni adottate da altre amministrazioni o enti, anche in collaborazione con la Consigliera di parità del territorio di riferimento e la Rete dei CUG, cui il CUG INRiM appartiene;
- Analisi e programmazione di genere che considerino le esigenze delle donne e quelle degli uomini (es bilancio di genere);
- Raccolta e analisi dei dati legati alla direttiva 2/2019.

consultiva:

- Orario di lavoro, forme di flessibilità lavorativa (smart working), mobilità sostenibile e interventi di conciliazione;
- Piani di formazione del personale;
- Analisi dei risultati dell'indagine Stress da Lavoro Correlato e proposta di azioni correttive alcune delle quali già inserite nel PAP.
- Procedura di selezione Consigliera di Fiducia

e di verifica:

- Stato di attuazione del Piano triennale di azioni positive con focus sui risultati conseguiti, progetti e buone pratiche in materia di pari opportunità;
- Interazione e reportistica intermedia verso Organismo Indipendente di Valutazione;
- Interazione e reportistica verso la Rete Nazionale dei CUG.

Per questi fini nel corso del 2023 il CUG si è riunito in sedute ordinarie e in sedute operative per Commissioni (in modalità a distanza) con cadenza pressoché mensile, ha partecipato al gruppo di valutazione dello Stress Lavoro Correlato e contribuito al processo di analisi dei risultati della stessa.

È proseguita la divulgazione di messaggi al personale con l'intento di stimolare una riflessione sulle tematiche relative alle discriminazioni, al benessere organizzativo ed all'equilibrio di genere: "Pillole di CUG".

Il CUG ha redatto e presentato a tutto il personale in un evento formativo il "Documento di Rassegna e Guida sul Benessere Organizzativo, sui Fenomeni Discriminatori, sul Mobbing e sulle Violenze o Molestie sul Luogo di Lavoro". Questo documento è il risultato di un lavoro di approfondimento che il CUG ha svolto a partire dalla

sua costituzione a dicembre 2019, e di percorsi formativi ai quali i membri del CUG hanno aderito. Esso mira a promuovere un ambiente di lavoro sano, equo e rispettoso, in cui ciascuno di noi possa esprimere appieno il proprio potenziale. La rassegna offre una panoramica dettagliata sui temi del benessere organizzativo, della discriminazione, del mobbing e delle violenze o molestie sul luogo di lavoro, fornendo informazioni chiare, linee guida pratiche e risorse utili per affrontare tali questioni. In modalità individuale i membri del CUG hanno seguito seminari ed eventi formativi sulle tematiche della discriminazione, mobbing, molestie, convenzione ILO (n.190), organizzate dalla Rete dei CUG e da organizzazioni sindacali.

5 – IL GRUPPO DI LAVORO PER L'OPEN SCIENCE (OS)

La Scienza Aperta promuove una ricerca responsabile e di qualità, collaborativa e trasparente in tutti i suoi stadi - dalla produzione dei risultati alla validazione, disseminazione e valutazione degli stessi – grazie alla condivisione della conoscenza sempre più immediata e ampia resa possibile dalle tecnologie digitali. Fare scienza aperta moltiplica le opportunità di analisi, validazione e riutilizzo dei risultati della ricerca scientifica, favorendone la riproducibilità e l'interdisciplinarietà e accelerandone il progresso. Potenziare l'accessibilità dei risultati della ricerca - sotto forma di pubblicazioni, dati e software open source - valorizza e preserva il patrimonio culturale scientifico, crea le condizioni per una scienza più inclusiva ed equa, può facilitare il trasferimento tecnologico. L'INRiM intende dare un forte impulso alla cultura e alla pratica della Scienza Aperta da parte della sua comunità.

A questo scopo è stato istituito nel 2020 il Gruppo di lavoro Open Science, a cui è assegnato il compito di definire proposte alle Direzioni dell'Ente in merito alle politiche di promozione, sensibilizzazione e sostegno all'apertura delle pubblicazioni scientifiche, dei dati e del software.

Il Gruppo di lavoro OS, coordinato da un Ricercatore dell'Ente, è composto da personale scientifico e personale tecnico-amministrativo dell'INRiM, con specifiche competenze nel campo della ricerca e della sua valutazione, dell'informatica e della biblioteconomia; opera in sinergia con le U.O. dell'Amministrazione e della Direzione Scientifica dedicate al supporto alla ricerca e al trasferimento tecnologico, alla valutazione e ai servizi informatici, avvalendosi, ove necessario, di professionalità aggiuntive.

Il Gruppo di lavoro OS si propone di svolgere i seguenti compiti:

- formulare proposte per l'attuazione del principio dell'Accesso Aperto;
- intrattenere rapporti con le istituzioni esterne che promuovono l'Accesso Aperto;
- provvedere alla revisione e all'aggiornamento della "Policy di Istituto sull' Accesso Aperto alle pubblicazioni scientifiche" e delle linee guida operative; curare il monitoraggio dello stato di attuazione della policy;
- provvedere alla revisione e all'aggiornamento della "Policy sulla gestione dei dati della ricerca" e delle linee guida operative; verificare lo stato di attuazione della policy;
- curare il deposito, la validazione, la gestione dei diritti e la pubblicazione dei prodotti nell'Archivio Istituzionale METRICA (IRIS/Cineca);
- predisporre linee guida operative di ausilio alle Autrici e agli Autori e supportarli nella gestione dei diritti d'autore;
- formulare proposte in merito all'Archivio Istituzionale dell'INRiM, al fine di renderlo più performante rispetto alle richieste di Accesso Aperto provenienti da istituzioni nazionali ed europee;
- definire e supportare le attività per la promozione e il sostegno alla pubblicazione ad Accesso Aperto;
- definire e supportare le iniziative di formazione e sensibilizzazione sull'Accesso Aperto;
- suggerire linee guida per la sottoscrizione di contratti editoriali di abbonamento a risorse bibliografiche di interesse per INRiM in accordo con i principi dell'Open Access e dell'Open Science.

Nel 2023 le attività del Gruppo di lavoro OS si sono concentrate su molteplici obiettivi, raggiungendo i seguenti risultati:

- scambio di informazioni e confronto con i gruppi di istituzioni esterne che promuovono l'Accesso Aperto, in particolare col Politecnico di Torino;
- partecipazione al progetto EURAMET TC-IM 1449 "Research data management and the European Open Science Cloud"; in particolare è stato adattato il tool "RDMO" per la preparazione dei Data

Management Plan" per i progetti EPM Euramet e si è iniziata la stesura di linee guida per il research data management nell'ambito della metrologia;

- preparazione dei testi per una nuova pagina web del Gruppo per l'Open Science, sul sito dell'INRiM, al fine di fornire al personale dell'Istituto le informazioni utili per una corretta pratica dell'Open Science e dell'Open Access;
- traduzione in inglese della "Policy INRiM sull'Accesso Aperto alle pubblicazioni scientifiche" e della "Policy sulla gestione dei dati della ricerca";
- pubblicazione delle "Linee Guida della Policy sulla gestione dei dati della ricerca" (anche in lingua inglese), che costituiranno il documento operativo della Policy al quale dovrà fare riferimento il personale dell'Istituto;
- revisione delle "Linee Guida sul software della ricerca" (anche in lingua inglese), che fanno da complemento alle "Linee guida per la gestione dei dati della ricerca";
- avvio delle procedure per l'attivazione di una consulenza in materia di Data Stewardship, a cui dovrebbe seguire l'assunzione di un Data Steward che possa supportare il personale nelle operazioni di progettazione e compilazione dei Data Management Plans;
- formulazione di proposte per incentivare pubblicazioni di impatto in vista della VQR;
- analisi delle novità di Horizon Europe in merito all'Open Science e proposte di informazione/formazione per il personale dell'INRiM.

6 – LE POLITICHE DI FORMAZIONE DEL PERSONALE DELL'AREA RESEARCH AND KNOWLEDGE TRANSFER

La formazione nel 2023 si è articolata, in continuità con gli anni precedenti, su tre livelli definiti,

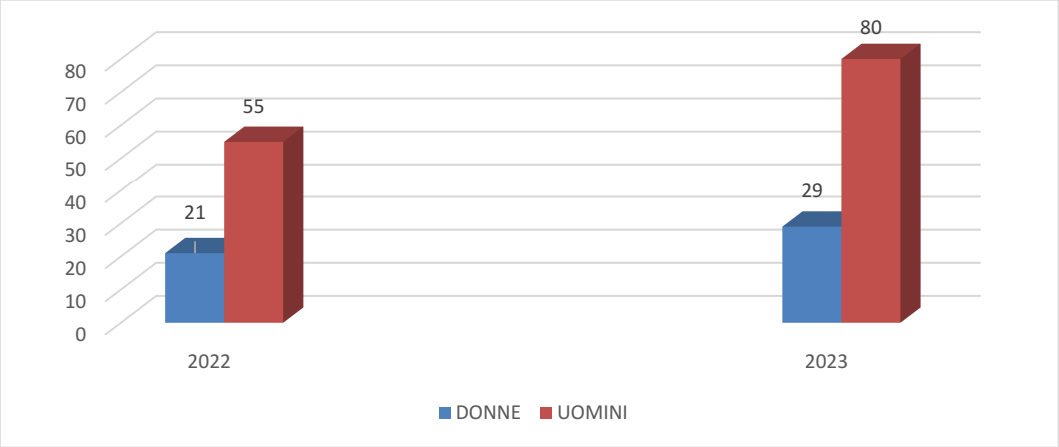
- I livello: competenze manageriali e di alta specializzazione;
- II livello: competenze tecnico-specialistiche;
- III livello: competenze generali trasversali.

Fatta eccezione per due percorsi formativi, uno di I e uno di III livello, tutti i corsi erogati al personale di cui sopra sono stati di II livello, quindi finalizzati ad acquisire o rafforzare competenze tecnico-specialistiche, comprese le competenze informatiche.

Per quanto concerne il personale afferente all'area *Research and Knowledge Transfer*, la formazione erogata, per profilo coinvolto, risulta distribuita come segue:

Formazione erogata per profilo - totale INRiM / Research & Knowledge Transfer

PROFILO	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	ORE	SPESA (euro)
Assegnista di ricerca	2	2	4	10,00	0,00
CTER	27	3	30	451,30	4.651
Dirigente di ricerca	3	0	3	31,30	1.008
Operatore tecnico	0	0	0	0,00	0,00
Primo ricercatore	9	3	12	130,30	10.077
Primo tecnologo	3	0	3	33,00	2.519
Ricercatore	26	14	40	561	6.980
Tecnologo	10	7	17	212	2.678
TOTALI	**80**	**29**	**109**	**1428,90**	**27.913**



Rispetto alla Struttura di appartenenza, si evidenzia la seguente distribuzione:

Formazione erogata /AE Metrologia applicata e ingegneria

PROFILO	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	ORE	SPESA (euro)
Assegnista di ricerca	1	0	1	1,30	0
CTER	12	0	12	171	1978
Dirigente di ricerca	0	0	0	0,00	0,00
Operatore tecnico	0	0	0	0,00	0,00
Primo ricercatore	1	2	3	26,00	2.054
Primo tecnologo	2	0	2	17,00	1.370
Ricercatore	4	3	7	110	1.462
Tecnologo	4	2	6	97	1.351
TOTALI	24	7	31	422.30	8.215

Formazione erogata / ML Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita

PROFILO	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	ORE	SPESA (euro)
Assegnista di ricerca	0	1	1	1,30	0,00
CTER	5	0	5	127	989
Dirigente di ricerca	1	0	1	16	0,00
Operatore tecnico	0	0	0	0	0,00
Primo ricercatore	3	0	3	36	2.116
Primo tecnologo	1	0	1	12	1.008
Ricercatore	5	4	9	147	1.008
Tecnologo	2	2	4	24	0,00
TOTALI	17	7	24	363,30	5.121

Formazione erogata / QN Metrologia quantistica e nanotecnologie

PROFILO	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	ORE	SPESA (euro)
Assegnista di ricerca	1	1	2	7,00	0,00
CTER	10	0	10	106	544
Dirigente di ricerca	2	0	2	15,30	1.008
Operatore tecnico	0	0	0	0,00	0,00
Primo ricercatore	5	1	6	72,30	6.048
Primo tecnologo	0	0	0	0,00	0,00
Ricercatore	17	6	23	360	4.429
Tecnologo	4	3	7	23,00	400,00
TOTALI	39	11	50	583,60	12.429

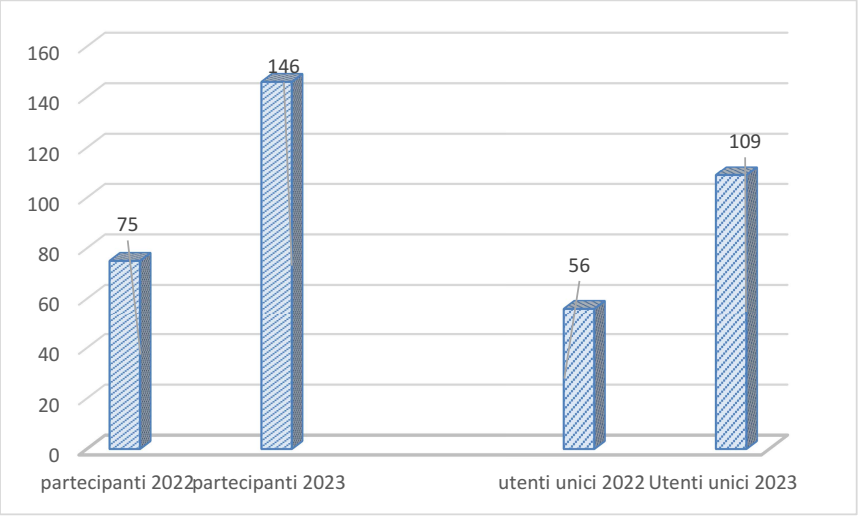
Formazione erogata / Segreteria Direzione scientifica

PROFILO	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	ORE	SPESA (euro)
Assegnista di ricerca	0	0	0	0,00	0,00
CTER	0	3	3	47,30	1.140,00
Dirigente di ricerca	0	0	0	0,00	0,00
Operatore tecnico	0	0	0	0,00	0,00
Primo ricercatore	0	0	0	0,00	0,00
Primo tecnologo	0	0	0	0,00	0,00
Ricercatore	0	1	1	12,00	1.008,00
Tecnologo	0	0	0	0,00	0,00
TOTALI	0	4	4	59,30	2.148,00

Progetti formativi

PROGETTO	N.CORSI	LIVELLO	N.RO PARTECIPANTI	UTENTI UNICI
Cultura di genere	1	III	64	48
Percorso di valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo	2	II	28	28
Sviluppo delle competenze tecnico- specialistiche	16	I	54	33
TOTALE	**19**		**146**	***109***

Dal confronto dei dati sui “Progetti formativi” degli anni 2022-2023, emerge un crescente coinvolgimento del personale dell’Area Research and Knowledge Transfer nelle attività formative gestite dalla Direzione Affari Giuridici:



Nella tabella seguente è riportato il riepilogo dei progetti formativi erogati nell'anno 2023 per il personale appartenente all'Area *Research and Knowledge Transfer*:

	LIVELLO	PROGETTO	CORSI 2023	FORMATORE
1	I	SVILUPPO COMPETENZE MANAGERIALI E DI ALTA SPECIALIZZAZIONE	Percorso di valorizzazione del personale ricercatore e tecnologo	SALEF
2	II	SVILUPPO DELLA COMPETENZA INFORMATICA E TELEMATICA	Introduzione all'elettroacustica - Modulo 3	FOIT
3	II	SVILUPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	Modifiche al Codice della Proprietà Industriale e implicazioni per i Regolamenti IP delle Università, Enti pubblici di ricerca e IRCSS	NETVAL - NETWORK PER LA VALORIZZAZIONE DELLA RICERCA UNIVERSITARIA
4	II	SVILUPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	La tutela della Proprietà Industriale in Italia dopo la Legge102/2023: novità e spunti di riflessione	NETVAL - NETWORK PER LA VALORIZZAZIONE DELLA RICERCA UNIVERSITARIA
5	II	SVILUPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	La Scienza Aperta in pratica: uno sguardo alle policy per la gestione dei dati della ricerca	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
6	II	SVILUPPO DELLA COMPETENZA INFORMATICA E TELEMATICA	Software Arduino – Base e Avanzato	Forte chance Piemonte
7	II	SVILUPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	Summer school Digital Library: evoluzione, strutture, progetti	ALAM MATER STUDIORUM BOLOGNA
8	II	SVILUPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	Biblioteche per l'Open Science	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
9	II	SVILUPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	IRIS: La gestione dell'archivio istituzionale e il lavoro degli amministratori – Le funzionalità amministrative con IRIS6	CINECA CONSORZIO UNIVERSITARIO
10	II	SVILUPPO DELLA COMPETENZA INFORMATICA E TELEMATICA	Magnetismo nei materiali e misure magnetiche	COMSOL s.r.l.
11	II	SVILUPPO DELLA COMPETENZA INFORMATICA E TELEMATICA	COMSOL Multiphysics® Intensive Course	COMSOL s.r.l.
12	II	SVILUPPO DELLA COMPETENZA INFORMATICA E TELEMATICA	Training course - Analisi RF, a microonde e ottiche	COMSOL s.r.l.
13	II	SVULIPPO DELLE COMPETENZE TECNICO SPECIALISTICHE	Standard FFF Seminar EAC	EAC
14	II	SVILUPPO DELLA COMPETENZA INFORMATICA E TELEMATICA	Springer Nature Author Workshop	Springer Nature Customer
15	III	FORMAZIONE TRASVERSALE	Cultura di genere	ETICAE

Tra i corsi erogati nel corso dell'anno 2023, si evidenziano i corsi in house:

- Software Arduino – Base e Avanzato: i due corsi, rispettivamente di 28 e 24 ore complessivo, si sono tenuti tra la fine di gennaio e l'inizio di marzo del 2023, con il coinvolgimento di n. 28 discenti;
- Percorso di valorizzazione del personale Ricercatore e Tecnologo: è stato realizzato come evento formativo residenziale. Nelle due edizioni tenutesi nel 2023, entrambe a Baveno (VB), le persone coinvolte nella formazione sono state complessivamente n. 32.

La formazione obbligatoria in materia di sicurezza è curata dal Servizio di Prevenzione e Protezione (SPP).

7 – LE RISORSE DI BILANCIO

I ricavi dell'esercizio sono riassunti nella seguente tabella.

Valore della produzione	Anno 2023
1 Ricavi e proventi per l'attività istituzionale	3.744.558
2 Variazioni delle rimanenze di prodotti in corso di lavorazione, semilavorati e finiti;	-
3 Variazioni dei lavori in corso su ordinazione;	-
4 Incrementi di immobilizzazioni per lavori interni	-
5 Altri ricavi e proventi, con separata indicazione dei contributi in conto esercizio	40.925.584
Totali	**44.670.143**

I "ricavi delle vendite e delle prestazioni" sono costituiti dall'attività di prove e tarature oltre ai proventi derivanti da contratti per la realizzazione di contratti di ricerca industriale, dettagliati come segue:

- Proventi da attività di certificazione: euro 1.664.066
- Proventi da ricerche commissionate: euro 2.080.492

Rispetto all'esercizio precedente, i proventi da attività di certificazione subiscono una riduzione del 7,6%, mentre i ricavi da ricerche commissionati risultano incrementati del 7,34%.

La voce "Altri ricavi e proventi con separata indicazione dei contributi in c/e" risulta essere così composta:

Descrizione	Anno 2023
Altri ricavi e proventi	3.339.176
Trasferimenti correnti da MUR (FOE)	23.616.873
Trasferimenti correnti da MUR (valenza internazionale)	5.030.000
Trasferimenti correnti da MUR (progettualità di carattere continuativo)*	1.570.000
Trasferimenti correnti da MUR (valorizzazione personale ricercatore/tecnologo)	839.336
Premialità VQR 2015 – 2019**	221.593
Trasferimenti correnti da altri ministeri	61.031
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi da EURAMET	2.467.413
Proventi da ricerche con finanziamenti competitivi	6.823.952
Contributi agli investimenti	255.205
Totale	***40.925.584***

* le quote non contribuiscono al risultato di esercizio in quanto, essendo destinate alla realizzazione di progetti specifici, vengono riscontate all'esercizio successivo secondo il metodo della commessa completata.
**quota integralmente riscontata al 2024

Per un dettaglio circa la composizione delle singole voci si rimanda alla Nota integrativa al bilancio consuntivo.

Per quanto concerne invece i costi della produzione, gli stessi risultano così suddivisi:

Costi della produzione	**Anno 2023**
Materie prime, sussidiarie, di consumo e merci	1.002.979
Costi per servizi	8.598.222
Costi per godimento di beni di terzi	729.543
Spese per il personale	17.648.815
Ammortamenti e svalutazioni	5.159.025
Variazioni delle rimanenze di materie prime, sussidiarie di consumo e di merci	-
Accantonamenti per rischi	173.432
Altri accantonamenti	3.793.813
Oneri diversi di gestione	5.807.489
Totale	**42.913.318**

I costi di esercizio risultano complessivamente aumentati di circa il 19% rispetto al 2022. Gli aumenti più significativi si registrano sui servizi, principalmente per via dei rincari delle utenze, sui costi del personale, sugli accantonamenti e sugli oneri di gestione.

A questi si aggiungono 1.148.242 euro di imposte sul reddito dell'esercizio. I proventi ed oneri finanziari ammontano invece a 3.657 euro.

Complessivamente, nell'esercizio 2023 è stato conseguito un **utile** pari a **612.240 euro**.

Per quanto concerne invece gli **investimenti**, nell'anno 2023 si evidenzia il proseguimento di grandi opere su fondi propri dell'Ente, che costituiscono al momento "immobilizzazioni in corso" e l'acquisto di importante strumentazione scientifica, in particolare per i progetti PNRR.

Per una descrizione dettagliata, si rimanda alla nota integrativa al bilancio di esercizio.

8 – LE INFRASTRUTTURE DI RICERCA

8.1 - EURAMET – European Partnership on Metrology (EPM)

Obiettivi: integrazione europea e finanziamento della ricerca metrologica.

EURAMET (European Association of National Metrology Institutes) è la rete europea per la promozione della collaborazione per la ricerca e lo sviluppo tecnologico nel campo della metrologia. Non dispone né realizza infrastrutture proprie, ma promuove l'utilizzo comune, coordinato e sinergico delle infrastrutture metrologiche nazionali. Nella prospettiva di convergenza della metrologia europea in una struttura integrata, l'obiettivo dell'INRiM è creare opportunità per la realizzazione in Italia di un istituto sempre più all'avanguardia nei campi della ricerca metrologica ed integrato nella realtà europea.

EURAMET gestisce i programmi di ricerca EMPIR (European Metrology Programme for Innovarion and Research) inquadrato in Horizon 2020 che terminerà nel 2024 ed EPM (l'European Partnership on Metrology), inquadrato in Horizon Europe, che ha visto i primi progetti finanziati nel 2022. Entrambi i programmi sono co-finanziati dall'Unione Europea e dagli stati aderenti attraverso l'art. 185 del trattato europeo di Lisbona. Il programma EMP promuove la ricerca e lo sviluppo nel campo della scienza delle misure (anche per applicazioni nei settori emergenti dell'energia, ambiente e salute) per l'integrazione dei laboratori nazionali e l'innovazione di prodotti e processi di produzione

INRiM coordina la partecipazione italiana al programma EPM. Il valore di EPM è circa 650 M€: 350 M€ da risorse nazionali dei paesi aderenti al programma e 300 M€ dall'Unione Europea. Oltre il 30% del finanziamento comunitario è destinato alla partecipazione di industrie, università e istituti di ricerca non metrologici. Il valore del cofinanziamento nazionale italiano alla Partnership è pari a 49M€, e rappresenta circa il 12,5 % dei contributi nazionali. Un significativo incremento rispetto alla cifra stabilita a suo tempo per il programma EMPIR, dove il cofinanziamento nazionale era pari a 24M€, pari a circa il 7,5 % dei contributi nazionali. I suddetti valori cambieranno nel corso del 2024 dopo l'entrata dell'UK nel programma EPM, a seguito alla sua adesione ad Horizon Europe.

Gli obiettivi del programma EPM sono molteplici: i) sviluppare conoscenze e soluzioni appropriate e integrate atte a promuovere l'innovazione e la competitività attraverso la ricerca fondamentale e quella industriale; ii) sviluppare tecnologie di misura indirizzate alle sfide poste dai problemi della doppia transizione (ecologica e digitale) e della salute; iii) creare un sistema di ricerca integrato con adeguata massa critica e impegni a livello nazionale, europeo e internazionale; iv) realizzare infrastrutture metrologiche europee per fare fronte alla nuove aree di sviluppo metrologico; v) fornire un fondamento metrologico al sistema normativo e regolamentare europeo.

Attività svolta

INRiM partecipa attivamente ad EURAMET ed a tutti i suoi organismi operativi. Esprime un rappresentante nel Board of Directors, nel comitato EMPIR, nel sub-comitato ricerca, e partecipa a tutti i Comitati Tecnici di propria competenza. Inoltre INRiM partecipa a vario titolo nei nascenti organismi denominati European Metrology Network, all'interno dei quali esprime anche tre Chairperson (EMN for Quantum Technologies, EMN for Mathematics and statistics e EMN for Safe and Sustainable Food).

Risultati ottenuti

Nell'ambito della terza call del programma EPM, ricercatori INRiM hanno partecipato alle varie fasi della formulazione di progetti di ricerca sulle tematiche previste per il 2023 (Industry, Fundamental Metrology e Normative). INRiM ha ottenuto finanziamenti per circa 4.5 M€, e il coordinamento di quattro progetti di ricerca. I progetti di ricerca finora finanziati nell'ambito programma EMPIR e della Partnership hanno permesso di consolidare sempre di più collaborazioni con industrie ed altre istituzioni di ricerca in ambito nazionale, così come con partner metrologici ed accademici europei.

8.2 - EURAMET – EUROPEAN METROLOGY NETWORKS (EMN)

Nel corso del 2023, l'INRiM ha contribuito allo sviluppo delle attività di otto European Metrology Networks (EMN), reti approvate alla General Assembly di EURAMET del 2018 che costituiscono lo strumento necessario per affrontare le sfide future nelle scienze della misurazione e fornire un valore aggiunto per l'Europa.

Le EMN si propongono di analizzare i bisogni di metrologia europea e globale e di rispondere a tali esigenze in modo coordinato, formulando strategie comuni in ambiti quali la ricerca, le infrastrutture, il trasferimento di conoscenze e lo sviluppo di servizi. Le reti ambiscono ad essere strutture strategiche e sostenibili, che rappresenteranno il punto di riferimento per i rispettivi specifici ambiti metrologici fornendo informazioni, contribuendo ai processi di regolamentazione e standardizzazione, promuovendo la creazione e la diffusione della scienza delle misure.

Il 30 settembre 2023, nel corso dell'Assemblea Generale di EURAMET, è stata approvata la creazione della European Metrology Network per le Energie Rinnovabili (EMN for Clean Energy). La rete si occuperà inizialmente di metrologia applicata alla produzione, distribuzione e stoccaggio di energia rinnovabile, tra cui:

- energia generata da impianti eolici e fotovoltaici;

- energia convertita in gas prima di essere distribuita;

- energia stoccata per mezzo di batterie.

L'INRiM ha contribuito alla creazione della nuova rete, coordinando le attività di impact e di selezione di istituzioni e imprese del settore interessate, collaborando alla definizione di percorsi strategici di sviluppo della metrologia per le energie rinnovabili (Strategic Agenda) e delle attività di ricerca di supporto necessarie (Strategic Research Agenda).

Le European Metrology Networks a cui l'INRiM ha dato il suo contributo nel 2023 sono le seguenti:

EMN FOR QUANTUM TECHNOLOGIES

La rete europea di metrologia per le tecnologie quantistiche (European Metrology Network for Quantum Technologies -EMN-Q-) ambisce a diventare il punto di riferimento Europeo per le tecnologie di misura a supporto dello sviluppo dell'industria quantistica. L'EMN-Q ha come obbiettivo lo sviluppo di un'infrastruttura metrologica efficiente e coordinata in grado di rispondere alle esigenze di misura delle tecnologie quantistiche oltre che di sviluppare innovative tecniche di misura basate sulle peculiari proprietà dei sistemi quantistici.

La EMN-Q è coordinata dall'INRiM ed ambisce a soddisfare le esigenze in rapida crescita dell'industria e degli istituti di ricerca in questo campo. Alcune grandi aziende hanno già iniziato a sviluppare dispositivi quantistici o hanno iniziato a integrarli nei loro prodotti. L'industria europea necessita di avere un punto di riferimento univoco per le proprie necessità metrologiche relative alle nuove tecnologie quantistiche, in particolare verso le attività di standardizzazione. La rete soddisferà queste esigenze fornendo un coordinamento attivo delle attività di ricerca metrologica europee, contribuendo a mantenere la competitività europea nel campo delle tecnologie quantistiche. La EMN-Q concentrerà i propri sforzi su attività coerenti con gli obbiettivi della EC Quantum Flagship europea e con le necessità industriali che si paleseranno, fornendo un efficace contributo allo sviluppo delle tecnologie quantistiche europee.

Il Communication Working Group dell'EMN-Q, coordinato da INRiM, ha sviluppato è messo online con il supporto di EURAMET il portale web dell'EMN-Q.

Nel corso del 2023 l'EMN-Q ha pubblicizzato la sua Strategic Research Agenda, ora disponibile e scaricabile dalla piattaforma web dell'EMN-Q.

In collaborazione con EURAMET si è completata una consultazione web che andrà online presumibilmente nel 2024 per diffondere la Strategic Research Agenda e per aumentare la notorietà dell'EMN-Q presso la comunità Quantum (l'attività è in ritardo rispetto alle aspettative).

Il progetto EMPIR 19NET02 "EMN-Quantum" (coordinato dall'INRiM) che ha come obbiettivo finanziare la fase iniziale di sviluppo e di messa in piena operatività della EMN-Q: cominciato nel giugno 2020, è pienamente

operativo e contribuisce all'avanzamento dello sviluppo dell'EMN-Q in modo estremamente efficacie.

L'EMN-Q, grazie anche all'attività di ricercatori INRiM, ha contribuito in modo costante ed incisivo all'attività del Focus Group sulle Quantum Technologies di CEN-CENELEC contribuendo alla pubblicazione del documento che contiene le roadmap per la standardizzazione delle diverse tecnologie quantistiche, ed oggi diversi ricercatori dell'EMN-Q fanno parte del comitato tecnico "quantum" di CEN-CENELEC (JTC-22).

L'EMN-Q con un importante contributo dei ricercator INRiM ha partecipato alla principale conferenza europea sulle tecnologie quantistiche (EQTC 2023 a Hannover dal 16 al 20 ottobre 2023) con uno spazio espositivo dedicato e con diversi contributi orali.



Delegazione dell'EMN-Q alla conferenza EQTC 2023.

EMN FOR SMART ELECTRICITY GRIDS

La trasformazione del nostro sistema energetico, in buona parte ancora basato sulla produzione di energia da combustibili fossili, in un sistema che fa uso di sorgenti rinnovabili con ridotte o nulle emissione di gas serra, non può prescindere da un aumento dell'elettrificazione dei consumi finali di energia. In questa prospettiva, le reti di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica svolgono un ruolo nevralgico. In particolare le *Smart Grids*, assicurando flessibilità e interconnessione nelle diverse condizioni operative, possono contribuire in modo significativo al miglioramento dell'efficienza della fornitura elettrica, garantendo l'affidabilità e continuità del sistema in presenza di quote crescenti di generazione da fonti rinnovabili. In questo contesto, la *European Metrology Network for Smart Electricity Grids* (EMN *Smart Electricity Grids*), che raggruppa 21 enti tra istituti metrologici nazionali e designati e università, si propone come punto di riferimento per gli *stakeholder* del settore, fornendo supporto e *know-how* necessari per affrontare le sfide metrologiche conseguenti alla transizione energetica in corso, in termini di miglioramento della qualità e efficienza delle reti elettriche e di integrazione dei sistemi per la digitalizzazione dell'infrastruttura.



Nel corso del 2023 sono state completate le attività previste dal progetto 18NET03 SEG-net, finalizzate al raggiungimento della piena operatività della EMN *Smart Electricity Grids*. Tra i risultati ottenuti si segnala la pubblicazione prima edizione della *Strategic Research Agenda* (SRA). Il documento, frutto di un'approfondita consultazione con gli stakeholder e gli esperti del settore, definisce una strategia di ricerca condivisa su un arco temporale di 5-10 anni. L'SRA individua le tematiche di maggiore interesse e, per ciascuna di esse, evidenzia le relative sfide metrologiche da affrontarsi nell'arco del prossimo decennio. Per ognuno dei temi individuati è riportata inoltre una *roadmap,* che colloca da qui al 2030 le problematiche metrologiche da affrontare e l'arco temporale ipotizzato per la loro risoluzione. Il documento è consultabile sulla piattaforma della EMN *Smart Electricity grids* al link https://www.euramet.org/smart-electricity-grids/strategy/strategic-research-agenda. Con riferimento all'ottimizzazione e integrazione delle attività di disseminazione degli istituti metrologici europei, si è definito un quadro delle attuali capacità di misura (CMC) degli NMI, delle CMC di cui si prevedono lo sviluppo e l'implementazione nei prossimi anni, delle infrastrutture disponibili e dei campi di applicazione. Sempre nell'ambito del progetto SEG-net, è stata completata la piattaforma web, per la disseminazione di tutte le informazioni riguardanti le attività della rete, con focus specifici sui progetti di ricerca congiunti in corso e completati.



Obiettivi e strategie della EMN *Smart Electricity Grids*, e il contributo metrologico all'implementazione del *Green Deal* europeo, sono stati presentati dall'INRiM alla 21esima edizione del Congresso Internazionale di Metrologia (CIM 2023, Lyon, France) come *key-note speech* nella sessione *AC/DC Electricity*. L'INRiM ha inoltre curato la preparazione e la presentazione del primo stand congiunto dell'EURAMET dedicato alle EMN attive nell'ambito delle tematiche Energia e Ambiente (Smart Grids, Energy Gases, Clean Energy, Climate and Ocean Observation, Pollution monitoring), allestito nell'ambito dell'esposizione industriale Global Industrie associata all'Evento CIM 2023.

EMN FOR CLIMATE AND OCEAN OBSERVATION

La comprensione della portata e dell'impatto dei cambiamenti climatici è uno dei temi più critici e importanti al momento attuale, che richiede una collaborazione interdisciplinare a livello globale. L'osservazione delle variabili climatiche essenziali (ECV) si basa su misurazioni ripetute in lunghi intervalli temporali che richiedono elevate accuratezze, per poter discriminare e quantificare gli effetti imputabili ai cambiamenti climatici dalle normali fluttuazioni meteorologiche. In questo ambito, la metrologia può e deve dare il suo contributo per garantire la confrontabilità dei dati nel tempo e nello spazio, attraverso la documentata riferibilità ai campioni delle unità di misura di interesse e il supporto nella valutazione delle incertezze.

Coordinata da NPL, la EMN *for Climate and Ocean Observation (COO)* si propone di costituire una rete collaborativa in grado di fornire competenza metrologica per i numerosi *stakeholder* che effettuano e utilizzano misure per le osservazioni in ambito climatologico e oceanico. La rete conta 26 istituti membri ed è suddivisa in tre sezioni tematiche: *Atmosphere Observation*, *Ocean Observation*, *Land and Earth Observation*, coordinate rispettivamente da METAS, LNE, NPL. Il progetto EMPIR 18NET04 ForClimateOcean, a supporto della EMN, vede come *partner* interni finanziati esclusivamente i coordinatori della EMN e delle tre sezioni (NPL, LNE, METAS).

Tra gli obiettivi principali dell'EMN si annoverano l'applicazione dei principi metrologici alle misure *in situ* e in remoto, la definizione e la messa in opera di opportune tecniche di misura e campioni di riferimento per garantire la riferibilità metrologica dei risultati.

In questo contesto, l'INRiM si propone di fornire un contributo alla rete sia nel suo complesso, sia articolato nelle tre sezioni, mediante attività di servizi metrologici e disseminazione, partecipazione attiva alle iniziative della rete, rappresentanza negli organismi internazionali rilevanti ai temi di interesse della rete, mantenendo e rafforzando le collaborazioni con i vari *stakeholder* sia a livello nazionale sia a livello internazionale. L'INRiM ha inoltre una rappresentanza all'interno dello *strategy group* dell'EMN e, nel corso dell'anno, ha contribuito attivamente ai lavori del gruppo.

Al fine di massimizzare l'impatto e fornire un unico ed efficace punto di contatto nei settori di pertinenza, i partecipanti all'EMN hanno condotto un lavoro di identificazione preliminare dei principali *stakeholder*, sia a livello globale per l'intera rete, sia all'interno di ciascuno dei tre pilastri tematici. Un'indagine dedicata a tutti i membri delle comunità attive nei settori del clima e delle osservazioni oceaniche ha permesso di identificare le necessità e le priorità. Sulla base delle informazioni ottenute, sono state predisposte le *Strategic Research Agenda* (SRA) sia per le singole sezioni, sia per la rete nel suo complesso, nelle quali INRiM ha dato il proprio contributo. Nel 2023 è stato attivato un blog della EMN (https://www.euramet.org/climate-and-ocean-observation/climate-and-ocean-blog) relativo alle attività di ricerca e ai progetti degli istituti membri, in cui possono venire evidenziate anche eventuali opportunità per collaborare con la rete da parte di coloro che operano sul campo.

Nel corso del 2023 sono stati organizzati eventi a carattere generale della rete, ai quali l'INRiM ha garantito un'attiva partecipazione. Rappresentanti della EMN hanno preso parte alla GA di EURAMET e alle riunioni dei TC pertinenti, presentando le attività della EMN. Nei giorni 14 e 15 giugno 2023 si è tenuta l'assemblea generale annuale (AGM) della EMN. La riunione, ospitata dal METAS (Svizzera) si è tenuta in modalità ibrida. Una parte importante della AGM è stata dedicata alla presentazione di idee in vista della call EPM *Green Deal* 2024. Il 4 e il 12 dicembre 2023 si sono tenuti, in modalità *online*, due *Multi-EMN Brainstorming Meeting in preparation of the Green Deal Call 2024*, organizzati in modo congiunto tra tutte le reti attivamente coinvolte nella call *Green Deal*, tra cui COO, POLMO, Energy Gases, Clean Energy, SmartGrids, Mathmet. In tale occasione sono state presentate e condivise possibili proposte di progetti, anche trasversali a più EMN.

L'INRiM ha garantito la rappresentanza negli organismi metrologici europei e internazionali per le grandezze di rilevanza per la rete, oltre alla partecipazione alle attività di *stakeholder* di rilevanza internazionale.

EMN FOR MATHEMATICS AND STATISTICS

Gli obiettivi della EMN *for Mathematics and Statistics* (*Mathmet*) sono:

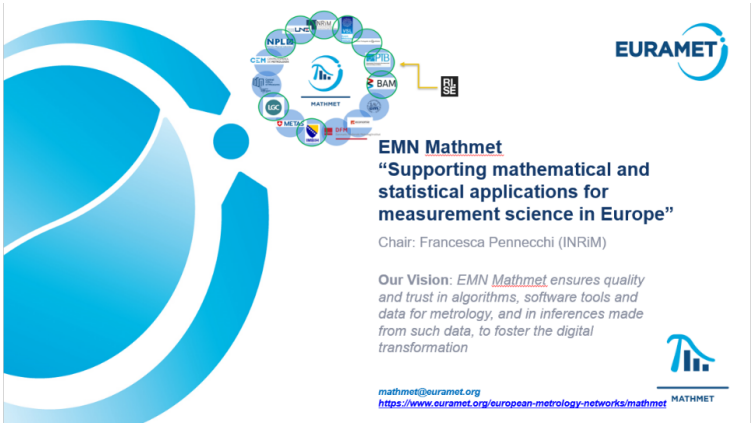
- costituire un punto di riferimento per gli istituti metrologici, gli enti normatori, il mondo accademico e l'industria, sui temi della matematica e della statistica in metrologia, fornendo linee-guida, sviluppando codici di calcolo, incentivando la collaborazione all'interno di progetti scientifici e favorendo la disseminazione della conoscenza attraverso pubblicazioni, convegni dedicati e materiale didattico.
- ottemperare agli impegni previsti nell'ambito del progetto EMPIR 18NET05 MATHMET, finalizzato a favorire la rapida implementazione della rete.
- svolgere attività di ricerca, formazione e consulenza sui temi di pertinenza della rete.

Il progetto EMPIR 18NET05 è terminato a maggio del 2023. Per dare visibilità internazionale ai prodotti della rete (la *Strategic Research Agenda*, approvata da Euramet a luglio 2023, ed i *Quality Assurance Tools*), nonché per presentare i risultati ottenuti dai progetti di ricerca condotti in seno a Mathmet, l'INRiM ha organizzato, in collaborazione con la *European Network for Business and Industrial Statistics* (ENBIS) e il Politecnico di Torino (DISMA), la terza edizione del workshop *"Mathematical and Statistical Methods for Metrology"* (MSMM 2023). Il workshop ha visto la partecipazione, in presenza, di 72 persone provenienti da istituti metrologici e di ricerca, università e aziende di tutta Europa; con un supporto di 30 membri internazionali nel comitato scientifico, l'evento ha ospitato 2 presentazioni ad invito, 44 presentazioni orali, 7 poster, nonché 6 sessioni organizzate su tematiche specifiche inerenti a progetti EMPIR ed EPM.



Logo del "Mathematical and Statistical Methods for Metrology Workshop"

Nel ruolo di coordinamento della rete, l'INRiM ha partecipato alla riunione dei *Joint Meeting* BoD / TC-C / EMN-C / WG *Convenors,* al *workshop* per gli EMN *chairs* e alla *General Assembly* di Euramet (presentando gli *highlights* della EMN). Inoltre è stato invitato in rappresentanza di Mathmet alle riunioni di altri TC ed EMN (TC-F, TC-M, AdvManu EMN).



Presentazione Mathmet alla EURAMET GA di giugno 2023.

L'INRiM ha organizzato l'*Annual General Meeting* della rete e le prime riunioni congiunte dello *Steering Committee* insieme alle persone di contatto identificate per coordinare le diverse attività dopo la fine del JNP; ha finalizzato l'*Executive Summary*, che sarà poi recepito come *Strategic Agenda*, e ha supervisionato

l'aggiornamento della lista dei progetti di pertinenza della rete. In preparazione per le *call* della EPM 2024, l'INRiM ha organizzato e co-organizzato una serie di incontri di *brainstorming*:

- un evento Mathmet per la NRM *call*,
- due eventi congiunti Mathmet/TC-IM W4D per la DIT *call*,
- due multi-EMN eventi per la GRD *call*.

Ha inoltre prodotto un lavoro di indirizzo strategico della EMN, pubblicato nella sezione *Orientation Sessions* delle *call* sul sito della EPM.

Il 2023 ha visto il proseguimento dell'attività di rete "Measurement uncertainty training", finalizzata al miglioramento della qualità, efficienza e disseminazione di attività formative sul tema della valutazione dell'incertezza di misura. L'INRiM, come leader del *Work Package* sull'impatto, ha curato la diffusione dei risultati prodotti dall'attività, tenendone aggiornato il sito, promuovendola con l'organizzazione di una sessione speciale "*Measurement uncertainty*" alla Conferenza ENBIS 2023, e contribuendo alla pubblicazione di una news story di Euramet e di un articolo su Acta IMEKO.



Sessione speciale "Measurement uncertainty" alla Conferenza ENBIS 2023.

Infine, nel corso dell'anno, è continuata l'attività di tutoraggio rivolta a studenti di vario livello e sono stati erogati diversi corsi di formazione. Sul piano della ricerca, sono state svolte numerose attività scientifiche e tecniche in ambito matematico, statistico e modellistico, censite nelle schede dei settori scientifici sulla base dell'afferenza del personale coinvolto.

I risultati ottenuti nel 2023 sono i seguenti:

- Finalizzazione delle attività del progetto 18NET05;
- Erogazione di corsi di formazione a contenuto matematico e/o statistico declinato in prospettiva metrologica;
- Tutoraggio di studenti di vario livello, su tematiche di ricerca negli ambiti matematico, statistico e

modellistico;
- Sviluppo e validazione di nuovi strumenti di calcolo con cui eseguire esperimenti virtuali in diversi settori scientifici, e disponibilità dei relativi *dataset* di risultati;
- Sviluppo di modelli statistici per la taratura virtuale di grandi lotti di sensori e l'armonizzazione degli approcci per i confronti interlaboratorio di proprietà qualitative di sostanze e materiali.

EMN FOR TRACEABILITY IN LABORATORY MEDICINE

La *EMN for Traceability in Laboratory Medicine*, coordinata dal PTB, si propone di costituire una rete di riferimento europeo per i laboratori clinici che operano nel contesto della medicina di laboratorio e della diagnostica *in vitro*, con riferimento alla nuova Regolamentazione EU (European In-Vitro Diagnostic Device Regulation (IVDR) 2017/746), che richiede la riferibilità delle misure e dei materiali di riferimento. L'INRiM è inoltre coinvolto nel progetto JNP 18NET02 TraceLabMed, finalizzato a favorire la rapida implementazione della EMN.

La EMN si è incontrata con cadenza trimestrale al fine di lavorare e progredire in modo condiviso. Tutti i partner sono partecipanti attivi dei meeting: PTB, BAM, NPL, NML, NIBSC, LNE, TÜBITAK, EXHM, VSL, METAS, MIRS/NIB/FITO ed INRiM. I membri hanno lavorato per affrontare le seguenti tematiche:

- Stakeholder interaction
- Demonstrator Comparison
- Prioritization

Relativamente all'interazione con gli stakeholder, è stato raccolto e presentato il contributo della rete alla "European Partnership on Metrology EPM calls in 2024" in merito al tema "metrological traceability for 'omics-based diagnostics". Lo scopo è di dare supporto alla ISO 17511 attraverso l'interazione con il CEN/TC 140 "In vitro Diagnostic systems".

Relativamente alla "demonstrator comparison", sono stati proposti diversi analiti su cui organizzare la comparison, tra cui: Urea, Digitossina, Emoglobina totale, Sodio, Potassio, Litio, Magnesio, Calcio.

Il confronto tra i membri permette, con un contributo attivo di tutti, di creare documenti condivisi, tra cui la Strategic Agenda, che è in fase di sviluppo.

I membri utilizzano da sempre uno sharepoint per condividere documenti e lavorare insieme.

Nel 2023, quinto anno di attività della EMN, si è lavorato per continuare a dare supporto al JNP 18NET02 a sostegno di un'infrastruttura che implementa i requisiti dell'IVDR attraverso la cooperazione di NMI/DI, dei fornitori di EQA e dei produttori di IVD, e a sostegno di una strategia su come stabilire e aggiornare un elenco di misurandi clinici prioritari per i quali dovrebbero essere sviluppate catene di riferibilità e raccomandazioni per ulteriori misurandi candidati. C'è stato un Workshop online con EQALM (organizzato nel 2022) e un sondaggio sugli EQA schemes e sui produttori di IVD.

In agosto 2023 è stato firmato il MoU tra il JRC ed EURAMET su EMN TraceLabMed.

A settembre è stato organizzato al PTB a Berlino un Workshop sulla NGS nell'ambito del progetto GenomeMET che trova ampi collegamenti con gli scopi delle rete. Sembra al PTB, ma nella sede di Braunschweig è stato organizzato un Workshop sul calcolo dell'incertezza di misura dell'HbA1c per laboratori di taratura e fornitori di EQA (INSTAND, RfB, MHH).

E' stato organizzato il meeting annuale "EMN Traceability in Laboratory Medicine Annual General Meeting" attraverso piattaforma MSTeams per gennaio 2024.

Per INRiM hanno preso parte ai meeting della rete Carla Divieto, Ezio Dragone e Jessica Petti.



EMN TraceLabMed – Kick off.

EMN FOR ENERGY GASES

La European Metrology Network for Energy Gases a cui l'INRiM aderisce si pone come punto di riferimento europeo nel settore delle misure dei gas per l'energia, a supporto dell'Infrastruttura per la Qualità europea in un ambito in cui le infrastrutture metrologiche necessarie sono così complesse da non essere alla portata dei singoli Stati Membri. Questa rete metrologica prevede di supportare, in modo coordinato, gli organismi governativi di regolazione del mercato, quelli europei e internazionali di normazione, i produttori di strumentazione, i fornitori servizi TIC e gli utenti finali nella catena del valore.

INRiM è di recente entrato a far parte dello *Steering Committee* della EMN for Energy Gases, coordina il gruppo di lavoro "*Funding opportunities*" e partecipa al gruppo di lavoro "*Stakeholder engagement and standardisation*". La EMN ha sviluppato un piano di lavoro per il 2024 e aggiornato l'agenda strategica di ricerca (SRA Rev.3) in collaborazione con gli Stati Membri e con il proprio *Stakeholder Council* che annovera le principali associazioni europee dei gas per l'energia, tra cui Hydrogen Europe, Hydrogen Europe Research, GERG, ERIG, EBA, Marcogaz, CO2Value Europe. La SRA è ora disponibile al seguente link:

https://www.euramet.org/european-metrology-networks/energy-gases/strategy

In linea con l'ambizioso percorso di riduzione della dipendenza energetica dai paesi extra-Europei e al contempo di decarbonizzazione della propria produzione di energia intrapreso dalla Commissione europea, la EMN for Energy Gases, a sostegno di questa transizione, ha recentemente lanciato una piattaforma di servizi gratuita per promuovere la diffusione e il trasferimento di conoscenze dei servizi metrologici nel settore dei gas per l'energia. Tale piattaforma è stata creata nel 2022 per consentire di trovare le informazioni sui servizi forniti dai diversi Stami Membri della EMN. Attraverso questa piattaforma, con un unico *entry point* di facile utilizzo, la EMN for Energy Gases propone agli utilizzatori l'accesso ad un ampio ventaglio di servizi di misura disponibili in tutta Europa relativi ai gas per l'energia. Il sito web pubblicizza i servizi di misurazione, taratura e certificazione, compresi quelli sviluppati nei precedenti programmi di ricerca metrologica europea (EMRP ed EMPIR):

https://www.euramet.org/european-metrology-networks/energy-gases/service

La piattaforma di servizi mira a supportare l'intera catena del valore dei gas per l'energia, compresi i produttori, i distributori e gli utenti di gas per l'energia che necessitano di servizi di misura e taratura, in particolare quelli europei, ma per la sua unicità anche quelli internazionali. La piattaforma si propone anche di supportare i laboratori di prova, ispezione e certificazione (TIC) che potrebbero, ad esempio, richiedere confronti

interlaboratorio o verifiche della riferibilità metrologica. I servizi sono elencati per tipologia di gas: gas naturale, biogas/biometano, idrogeno, anidride carbonica, gas naturale liquefatto (GNL)/biogas liquefatto (LBG) e miscele idrogeno/gas naturale. Per ogni tipologia di gas, i servizi sono suddivisi nelle seguenti categorie principali: analisi gas, materiali di riferimento certificati, flusso, prove materiali, densità, umidità e temperatura, dati materiali, corsi di formazione, confronto inter-laboratorio e campionamento.

Attualmente i servizi sono forniti dai membri della rete specializzati in diverse aree e settori della metrologia dei gas per l'energia. I fornitori di servizi sono: BAM, BFKH, CEM, LNE Cesame-Exadebit, GUM, INRiM, IPQ, JV, LNE, METAS, IMBIH, NEL, NPL, PTB, RISE, TUBITAK, VSL e VTT. Attraverso una mappa interattiva è, inoltre, possibile individuare velocemente dove è erogato un determinato servizio. In alternativa, è possibile utilizzare i filtri di ricerca per trovare il servizio richiesto.

EMN FOR ADVANCED MANUFACTURING

La manifattura avanzata è stata riconosciuta dalla CE come una delle sei KET (*Key Enabling Technology*). Il suo ruolo pare fondamentale per l'economia europea dei prossimi lustri. La manifattura avanzata, come e di più di quella più tradizionale, ha grande necessità di metrologia; in alcuni settori, la capacità produttiva è limitata proprio da quella di misura e controllo. Sono molti i settori industriali in cui la manifattura avanzata si manifesta, dalla tradizionale produzione meccanica a quella elettronica, dalle nanotecnologie alla scienza dei materiali.

Lo scopo della EMN è quello di creare una rete europea stabile e sostenibile fra istituti di metrologia, altri enti di ricerca, università, e realtà industriali soprattutto innovative, per affrontare le sfide che la manifattura avanzata pone. Fra queste, di grande rilievo sono quelle legate alla sostenibilità ambientale: la normazione cogente aiuta *obbligando*, ma tocca alla scienza e ricerca aiutare *proponendo* soluzioni praticabili e attraenti. Si vogliono affrontare e dare risposte metrologiche adeguate ai bisogni provenienti da tutti i settori industriali, a partire da quelli di provenienza dei membri attuali.

Essendo parte strutturale di Euramet, le EMN (*European Metrology Network*), e quindi AdvanceManu, ha il compito di rappresentare la voce della metrologia europea nel settore, e di contribuirne all'indirizzo.

Il progetto quadriennale EMPIR 19NET01 AdvManuNet, che ha il compito di sostenere economicamente la costituzione e i primi passi dalla EMN, terminerà a maggio 2024. È necessario gestire la transizione da struttura iniziale e finanziata (seppur minimamente) a organismo permanente e autosostenuto.

EURAMET

ADVANCED MANUFACTURING



La visione per la manifattura avanzata di *zero difetti, zero ritardi, zero sorprese e zero sprechi* richiede un contributo significativo della metrologia. È quello che si propone AdvanceManu.

L'INRiM coordina la Sezione 3 *Manufactured Components and Products*, assumendo la vicepresidenza della EMN.

Il primo e più importante risultato della EMN è la SRA (*Strategic Research Agenda*). Essa è un affresco della domanda di metrologia nella manifattura avanzata, con l'obbiettivo di orientare la ricerca nel settore. La SRA è di grande importanza non solo interna, ma anche come fonte autorevole di orientamento delle prossime chiamate a progetti del programma *European Metrology Partnership*, in particolare delle chiamate *Industry needs* (2023 e 2026). La prima bozza della SRA, ancora in forma di trasparenze (presentazione), fu pubblicata a dicembre 2022, in tempo per contribuire all'orientamento della chiamata *Industry* 2023. Nel corso del 2023 tale bozza s'è trasformata in un testo completo, raccogliendo ed integrando i suggerimenti provenuti dagli stakeholder, e dal Consiglio degli Stakeholder in particolare. Al termine dell'anno la bozza era quasi pronta per essere inviata in approvazione ad Euramet.

Poiché il documento è corposo (più di 70 pagine), è introdotto da un Sommario esecutivo, di cui elemento pregiato sono due tabelle sinottiche dei contenuti descritti nel documento. Esso sono dedicate rispettivamente ai KISs (*Key Industrial sectors*) e ai CCTs (*Cross Cutting Topics*) individuati nella SRA. Ciascuno (per colonna) è valutato secondo una serie di attributi (per riga) quanto alla limitazione allo sviluppo imposta da inadeguatezza della metrologia.

Overview on prefilled example that guides you through the survey

	Key industry sectors												
	Metrology equipment & service	Machine tools & robotics	Digitalised & integrated manufacturing systems	Advanced materials & processing	Energy generation, transmission & storage	Nano- & microelectronics	Nano- & microtechnology	Optics & photonics	Land & sea-based mobility	Aerospace	Complex infrastructure & civil engineering	Life science technology	Defence & security
Cheap	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Easy	✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓	✓	✓✓✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓
Fast	✓	✓	✓	✓✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
Precise	✓	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓	✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓
Safe	✓✓✓	✓	✓	✓	✓	✓✓✓	✓	✓✓✓	✓	✓	✓✓	✓	✓
Sustainable	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓	–	✓	✓✓✓	–
Traceable	✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓✓	✓

✓ Very limiting ✓✓ Limiting ✓✓✓ Not limiting – Not applicable (skip answer)

Overview on prefilled example that guides you through the survey

	Cross-Cutting Topics							
	Intelligent product design	Advanced materials	Smart manufacturing & assembly	Quality control & testing	Digitalisation & vertical metrology integration	Legislation & standardisation	Health & safety, environment & sustainability	Knowledge-transfer & accessibility
Cheap	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓
Easy	✓✓	✓✓	✓	✓✓	✓	–	✓	✓✓
Fast	✓	–	✓	✓	✓✓✓	–	✓✓✓	✓✓
Precise	✓✓	✓✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	–
Safe	✓	✓	✓	✓✓✓	✓✓	✓	✓	✓✓✓
Sustainable	✓	✓	✓	✓✓✓	–	✓	✓	–
Traceable	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓	–

✓ Very limiting ✓✓ Limiting ✓✓✓ Not limiting – Not applicable (skip answer)

Per mantenere aperto il dialogo con tutti i membri e stakeholder, si è predisposto un questionario on-line che ricalca le due tabelle e chiede di suggerire valori diversi nelle celle su cui chi compila ha competenza o interesse.

La preparazione della SA (*Strategic Agenda*), il documento in cui si delineano l'assetto e le attività futuri della EMN, è stata avviata ma è ancora agli inizi. Altre EMN si sono già trovate in questa condizione di passaggio, da progetto finanziato ad entità che si autosostiene, perché i loro progetti finanziati sono iniziati, e quindi terminati, un anno prima. Vi è dunque un esempio da cui partire.

EMN FOR SAFE AND SUSTAINABLE FOOD

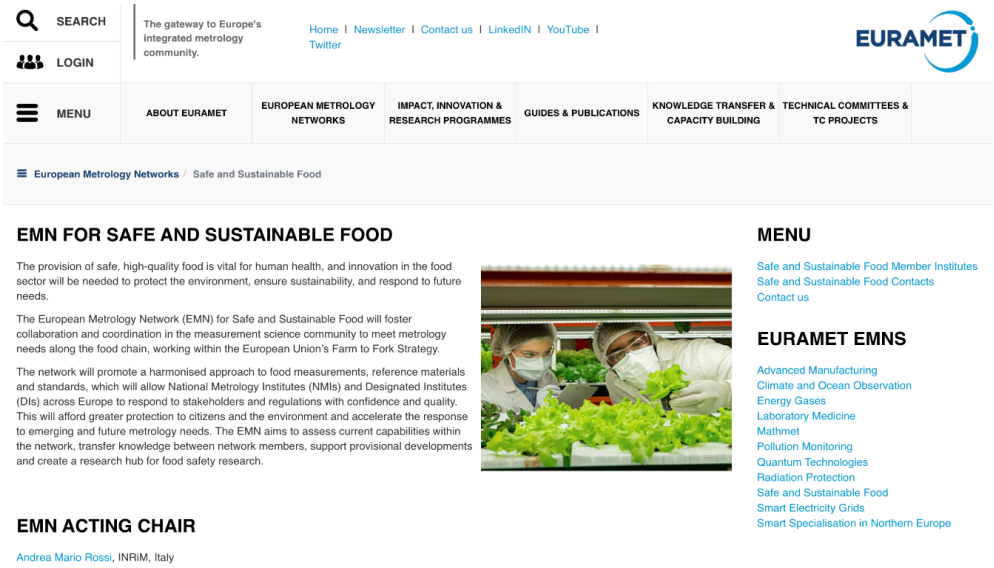
La fornitura di alimenti sicuri e di alta qualità è vitale per la salute umana, e l'innovazione nel settore alimentare sarà necessaria per proteggere l'ambiente, garantire la sostenibilità e rispondere alle esigenze future.

EURAMET, l'associazione degli istituti nazionali di metrologia (NMI) in Europa, ha approvato nel maggio 2022 la rete europea di metrologia (EMN) per alimenti sicuri e sostenibili (EMN Food) che ha iniziato la sua attività ufficialmente a settembre 2022, quando si è raggiunta il numero soglia di 3 NMI firmatari del Memorandum of Understanding

Questa rete promuove azioni dirette allo sviluppo di un approccio armonizzato per garantire la tracciabilità delle misure negli alimenti, nei materiali di riferimento in matrice e negli standard di calibrazione. Ciò consentirà agli istituti nazionali di metrologia (NMI) e agli istituti designati (DI) di tutta Europa di rispondere alle esigenze dei soggetti preposti al controllo della sicurezza e qualità degli alimenti. Inoltre, l'EMN Food mira a valutare le attuali capacità all'interno della rete, a trasferire le conoscenze tra i membri della rete e a sostenere lo sviluppo

per la creazione di un centro di ricerca per la sicurezza e sostenibilità alimentare.

Il sostegno a nuove opportunità di business e innovazione nel campo della sicurezza alimentare aumenterà la competitività EU del mercato, garantendo sostenibilità e riducendo l'impatto ambientale.



Sono di seguito riportate le attività nel network per l'anno 2023:

- riunioni mensili per il coordinamento e la gestione delle attività fra i membri e partner del Network. A dicembre 2023 si registra un numero di membri pari a 16 (4 in più rispetto a dicembre 2022) e la l'adesione di **EUROLAB** (Federazione Europea delle Associazioni Nazionali di Laboratori di Misurazione, Test e Analis, con sede in Blegioi) come partner.

  Di seguito sono elencati i 16 membri: **INRiM** (Italia), **LNE** (France), **BAM** (Germania), **JSI** (Slovenia), **NIB** (Slovenia), **METAS** (Svizzera), **TUBITAK UME** (Turchia), **EXHM/GSCL-EIM** (Grecia); **GUM** (Polonia), **ZRS Koper** (Slovenia), **LGC** (UK), **IMBiH** (Bosnia-Erzegovina), **IW** (Bosnia-Erzegovina), **UT** (Estonia), **DFM** (Danimarca), **PTB** (Germania), **METAS** (Svizzera).

  Nelle riunioni mensili del 2023 gli argomenti principali su cui membri e partner del network si sono confrontati sono stati:

  - definizione della Strategic Research Agenda (SRA) - responsabile Nives Ogrinc (JSI)
  - input necessari alla finalizzazione del sito del network - responsabile Roland Becker (BAM)
  - elaborazione di una strategia coordinata nell'ambito dei materiali di riferimento (che è uno dei pillar del network).

    Quest'ultimo punto è cruciale anche nell'ambito della definizione della SRA e una serie di iniziative sono state intraprese (interazione con stakeholder e con partner di altri progetti in cui i membri/partner del network sono coinvolti) per raccogliere le priorità europee ed internazionali nell'ambito delle necessità di RM e CRM. Sono state organizzate riunioni specifiche su questo punto e si ha l'obiettivo di finalizzare la SRA e la strategia per i materiali di riferimento nel corso del 2024.

- organizzazione della prima **General Assembly** del Network organizzata al METAS (Berna - CH) il 6 settembre 2023. In occasione della GA sono stati nominati (a seguito di votazione elettronica) i seguenti ruoli:

Chair EMN Food: Andrea M. Rossi (INRiM)
Vice-chair: Nives Orginc (JSI)
Secretary: Chiara Portesi (INRiM)

A valle della GA è stato anche confermato EUROLAB come partner (votazione elettronica)

- Si è tenuto il primo Stakeholder council (13 dicembre 2023), di cui fanno parte: i) Joris Van Loco - direttore operativo @Sciensano e Chair del TC23 - Metrology in Food and Nutrition; ii) Luana Bontempo – responsabile dell'unità di ricerca sulla tracciabilità @ Edmund Mach ; iii) Claudia Zoani – coordinatrice di METROFOOD RI e METROFOOD IT, ricercatrice @ENEA
  E' stata l'occasione per discutere delle priorità degli stakeholders nell'ambito della sicurezza e della sostenibiltà alimentare, e per ricevere input nella definizione della Strategic research Agenda.

- attività di divulgazione e networking relative al Network nelle seguenti occasioni: **Training Course on Metrological determination of Micro and nano Contaminants in Foods** (05-06 settembre 2023) di cui è di seguito riportata la locandina.



Nella prima mezza giornata, esperti del settore hanno illustrato le tecniche (sia consolidate sia in fase di validazione) per la misura di micro e nanoparticelle. Nella seconda mezza giornata si è parlato di approcci analitici per la misura di micro e nano contaminanti in matrici alimentari.
L'evento è stato organizzato in modalità ibrida ed ha coinvolto più di 200 partecipanti provenienti da laboratori di riferimento, istituzioni private e pubbliche, centri di ricerca e università in 48 diversi paesi del mondo

Il network ha inoltre partecipato in maniera coordinata a diversi eventi organizzati da varie istituzioni (BIPM, VAMAS) in occasione del **World Metrology Day 2023,** il cui tema era "Measurements supporting the global food system".

Le attività dell'EMN sono state poi anche presentate sia in occasione del CIM (Lione, 7-10 marzo 2023) e della conferenza IMEKOFOODS (25-27 ottobre 2023, Parigi (F). Quest'ultima è stata l'occasione per interagire con i seguenti organismi: IMEKO, EFSA e WHO.

8.3 - GALILEO TIMING RESEARCH INFRASTRUCTURE

L'INRiM partecipa da circa 20 anni allo sviluppo del sistema di navigazione satellitare europeo Galileo, grazie alle sue competenze di metrologia del tempo. Le competenze sviluppate in questo ambito, insieme a quelle maturate nella realizzazione della scala di tempo nazionale italiana, fanno dell'INRiM uno dei laboratori di riferimento in Europa per le attività legate ai sistemi di navigazione e allo spazio.

L'infrastruttura Galileo, sviluppata in INRiM, promuove le capacità di ricerca e lo sviluppo di tecnologie per applicazioni spaziali, in accordo con i Focal Points individuati nel documento decennale di Visione Strategica dell'INRiM (Documento di Vision 2020: *Metrology towards 2030*).

Tale infrastruttura costituisce:

1) una struttura di riferimento metrologico per la validazione e monitoring in tempo reale del segnale di Galileo, degli orologi di bordo e di terra, della scala di tempo di riferimento del sistema, e dell'informazione di ora esatta disseminata dai satelliti Galileo;
2) un incubatore e "test bed" per algoritmi, elementi di timing di terra e di bordo, servizi con dimostrazione e validazione end-to-end, l'aggiornamento tecnologico del sistema, lo sviluppo di applicazioni tecniche e scientifiche;
3) un centro di formazione e addestramento sia a livello scientifico (con un programma di Dottorato ed un Master di II livello del Politecnico di Torino), sia a livello industriale.

L'attività legata a tale infrastruttura si articola in programmi:

Definizione, operazione e miglioramento del sistema di timing di Galileo ed EGNOS

L'INRiM è responsabile degli aspetti scientifici del Galileo Time Service Provider, la principale infrastruttura di tempo di Galileo, dedicata alla sincronizzazione del tempo di Galileo con l'ora esatta internazionale. L'INRiM ha coordinato lo sviluppo dell'infrastruttura, che è ora operativa presso i centri di controllo di Galileo. In aggiunta, l'INRiM coordina gli istituti metrologici europei che contribuiscono al Galileo Time Service Provider e partecipa inviando regolarmente prodotti di riferimento basati sulla scala di tempo nazionale UTC(IT), che vengono utilizzati a livello di sistema per la generazione e per la validazione della scala di tempo di riferimento di Galileo.

Inoltre, l'INRiM supporta la valutazione delle prestazioni degli orologi di bordo e della scala di tempo di Galileo, e delle informazioni di tempo disseminate dai satelliti Galileo (nello specifico, la differenza fra il tempo di Galileo e l'ora esatta internazionale, e la differenza fra il tempo di Galileo ed il tempo GPS) nell'ambito di un contratto con Thales Alenia Space Italia e l'Agenzia Spaziale Europea. Opera dal 2006 presso il laboratorio di Radio Navigazione una Galileo Experimental Sensor Station, che contribuisce al sistema Galileo mediante l'invio regolare di prodotti in tempo reale (nell'ambito di un contratto con GMV e l'Agenzia Spaziale Europea).

Come contributo degli Stati Membri dell'UE, nell'ambito del contratto "GEMOP" con l'Agenzia Spaziale Francese e con l'Agenzia Europea per i Sistemi di Navigazione Satellitare, l'INRiM invia regolarmente al Galileo Reference Center prodotti per la valutazione delle performance degli orologi spaziali di Galileo e prodotti di confronto fra il tempo disseminato da Galileo e la scala di tempo nazionale italiana, e contribuisce inoltre alla validazione degli aspetti di timing di EGNOS (il sistema europeo di completamento al GPS).

Infine, l'INRiM supporta lo sviluppo e la realizzazione di una soluzione basata su algoritmi in tempo reale con soluzioni hardware integrate, per la generazione di una scala di tempo robusta ed ultra-stabile - nell'ambito di un contratto con Thales Alenia Space Italia e l'Agenzia Spaziale Europea.



L'INRiM collabora da 20 anni allo sviluppo del sistema satellitare europeo Galileo, grazie alle sue competenze di metrologia del tempo (Image: ESA)

Studio e sperimentazione di servizi di disseminazione dell'ora esatta

INRiM ha coordinato nel 2015-2016 il progetto DEMETRA, progetto dell'Agenzia Europea per i Sistemi di Navigazione Satellitare. Con DEMETRA, l'INRiM ha realizzato il primo dimostratore europeo per la fornitura di servizi di tempo basati sul segnale Galileo. Galileo infatti, oltre a fornire informazioni di posizione fornisce anche l'ora esatta che diffonde ai suoi utenti attraverso il messaggio di navigazione. Alcuni dei 9 servizi di tempo sperimentati sono attualmente attivi ed operativi presso INRiM, in particolare: il servizio di disseminazione in fibra ottica, grazie al quale INRiM fornisce il tempo alla Borsa Italiana, e il servizio di taratura e monitoraggio di ricevitori multi-GNSS di timing, grazie al quale INRiM garantisce un controllo in tempo reale dei dati ricevuti dall'utente rispetto all'ora esatta italiana UTC(IT).

INRiM contribuisce per gli aspetti scientifici alla commercializzazione di nuovi servizi di tempo, basati su Galileo e su metodi alternativi, che possano rispondere alle esigenze dei diversi utenti di timing. L'obiettivo è rendere sempre più efficiente la disseminazione dell'ora esatta. In particolare, si porterà avanti la sperimentazione della disseminazione di UTC(IT) via fibra ottica in ambito Galileo, per poter testare ed abilitare nuovi servizi e funzionalità a livello di Sistema.



L'INRiM offre servizi di tempo per la disseminazione dell'ora esatta.

Per quanto riguarda le risorse umane, annualmente l'Ente dedica all' infrastruttura 72 mesi uomo all'anno di personale strutturato.

8.4 - ITALIAN QUANTUM BACKBONE (IQB) – DORSALE QUANTISTICA ITALIANA

L'infrastruttura Italian Quantum Backbone (IQB) nasce dalla distribuzione di Tempo e Frequenza su Fibra (progetto LIFT) che distribuisce con stabilità e accuratezza senza precedenti segnali di tempo e frequenza campione usando fibre ottiche commerciali. Sulla stessa fibra, sono stati avviati successive possibilità scientifiche, in particolare il sensing quantistico e gli esperimenti in campo reale di comunicazione quantistica con protocolli di Quantum Key Distribution.



Gli obiettivi di IQB sono: i) distribuire stabilmente i segnali campione INRiM in fibra ai centri italiani e transfrontalieri per l'accesso alle reti europee; ii) creare un sistema che dalla dorsale arrivi in siti secondari, per costruire una piattaforma tempo/frequenza di qualità superiore in Italia; iii) offrire un'infrastruttura per la ricerca di eccellenza su metrologia, informazione (crittografia) e sensing quantistici in campo reale iv) usare in modo innovativo le tecniche inteferometriche, per esempio con Twin Field QKD e con la rivelazione sismologica; v) per metrologia primaria, costituire una rete stabile tra i quattro NMI europei principali (PTB, LNE-SYRTE, NPL e INRiM) per il confronto ripetuto di orologi ottici, nell'ottica della ridefinizione del secondo SI e della creazione di scale internazionali di tempo più accurate vi) contribuire attivamente alle iniziative delle reti europee della Quantum Communication Infrastructure e alla rete europea di link per tempo e frequenza.

IQB ha distribuito segnali di riferimento degli orologi atomici dell'INRiM con tecniche coerenti e per i segnali di time-stamping anche in modulazione di ampiezza (PTP e White Rabbit-PTP); la ricerca elabora metodi innovativi, in particolare in coesistenza con le tecniche di trasmissione ottica dei dati, in particolare tramite la collaborazione con Politecnico di Torino, Fondazione Links di Torino. Le radiazioni laser ultrastabili, il controllo del rumore di fase ottico sulla fibra e del rumore di polarizzazione permettono anche di supportare distribuzioni quantistiche di entanglement e QKD, oltre a sviluppare la sensoristica quantistica e classica (geodesia relativistica, sismologia). LIFT/IQB è idonea per la ricerca e la distribuzione di singoli fotoni anche a lunga distanza, con i primi risultati pubblicati nel 2019.

LIFT/IQB ha continuato la collaborazione nell'iniziativa della Commissione Europea di una European Quantum Communication Infrastructure[1]. LIFT/IQB inoltre continua a pubblicare i primi risultati su QKD e distribuzione di entanglement in collaborazioni internazionali con Austria, Malta e Italia[2]. Inoltre, è stato completato il primo esperimento su IQB che usa la tecnica di TF-QKD per scambiare chiavi quantistiche a lunga distanza (qui circa 200 km)[3]. Questa tecnica permette la convergenza tra la distribuzione di segnali coerenti T/F e la QKD, garantendo un uso contemporaneo di IQB per queste due finalità.

Nel 2023, INRiM ha avviato il progetto QUID (Quantum Italy Deployment), realizzazione nazionale della EuroQCI, la European Quantum Communication Infrastructure della Commissione Europea. QUID (2023-2025) è un progetto del Digital European Program, DEP, del valore di 10 Meuro, coordinato da INRiM e che coinvolge 18 partner, 9 pubblici e 9 industriali, tra i protagonisti in Italia e in Europa delle Comunicazioni Quantistiche. Questa attività è stata sicuramente quella maggiormente caratterizzante per IQB, con i collegamenti a Napoli e a l'Aquila.

---

1 *https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/future-quantum-eu-countries-plan-ultra-secure-communication-network*

2 *S. Wengerowsky, et al., "Passively stable distribution of polarisation entanglement over 192 km of deployed optical fibre", NPJ Quantum Information, 6, 5 (2020)*

3 *C. Clivati et al., "Coherent phase transfer for real-world twin-field quantum key distribution", arXiv:2012.15199*

Tuttavia, anche nel 2023 sono continuate le attività di NMI per la distribuzione del segnale degli orologi atomici, in particolari nei progetti internazionali per la radioastronomia con collaborazioni con INAF e con l'omologo di INRiM e INAF in Sud Corea.

Nel 2023 le campagne sismologiche attraverso l'uso di IQB e dei segnali campione di fase ottica sono continuate e INRiM ha raccolto due anni di dati e le analisi quantitative dell'osservatorio sismologico permanente fondato sulla tecnica interferometrica coerente mutuata dalla metrologia di tempo e frequenza.

Nel 2023, si è intensificata la progettualità per il collegamento con Matera e con il Centro di Geodesia Spaziale di Matera, sia in ambito Tempo e Frequenza, che per la Comunicazione Quantistica e la Geodesia radioastronomica.

8.5 - NANOFACILITY PIEMONTE

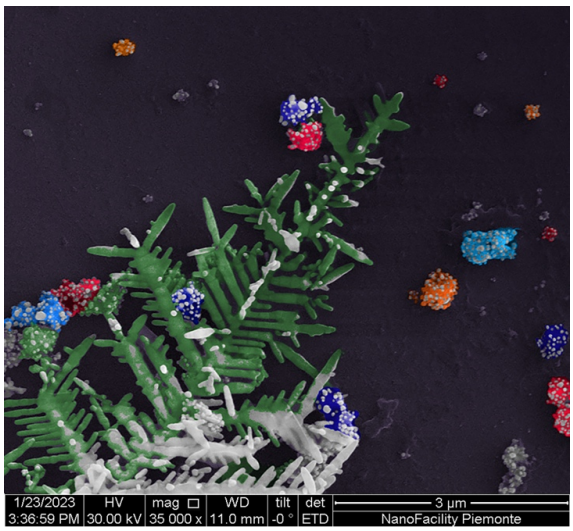


Immagine al microscopio elettronico di un nanocristallo d'argento accresciuto in fase liquida e applicando un elevato potenziale elettrico tra due microelettrodi. Questi sistemi di crescita vengono utilizzati per esperimenti di memristive switching, in cui l'elettromigrazione ionica tipica di alcuni metalli, quando sottoposti ad elevati potenziali, forma e distrugge filamenti conduttivi dando origine a dispositivi di memoria. In ambito metrologico si utilizzano alcune condizioni di lavoro particolari dei memristor per lo sviluppo di standard di resistenza a temperatura ambiente e senza l'ausilio di elevati campi magnetici.
L'immagine, dal titolo "Silver Xmas Xstallite NanoTree" ha vinto il terzo premio della mostra internazionale "NanoArtography: The Art of Capturing Beauty at the Nanoscale".
NanoArtography è un concorso internazionale di immagini scientifiche che unisce nanoscienza e arte, ideato e organizzato dal Prof. Babak Anasori, Purdue University. Il concorso nel 2023 ha visto 306 concorrenti, provenienti da 36 paesi diversi.

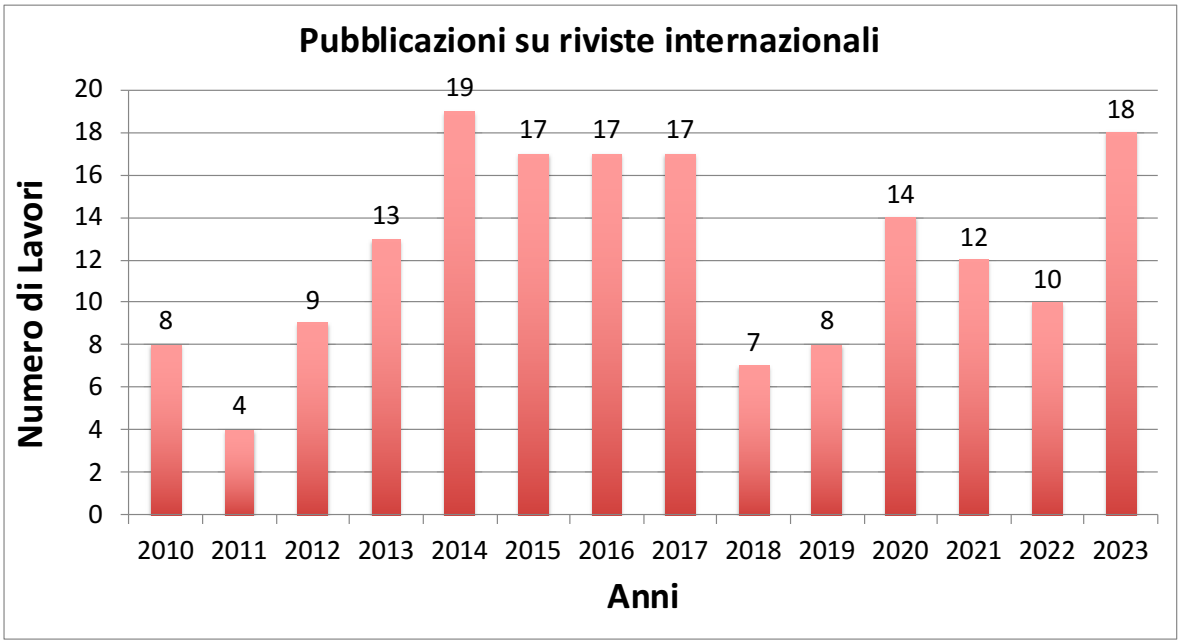
L'INRiM è tuttora uno dei due Istituti Nazionali di Metrologia in Europa, insieme al PTB, a possedere un proprio centro di micro e nanofabbricazione. L'istituto vanta una pluriennale esperienza nel campo della litografia, sia ottica che laser, nella nanolitografia a fascio elettronico e mediante self-assembly, nella crescita e deposizione di film sottili e nell'attacco chimico liquido e gassoso dei materiali.

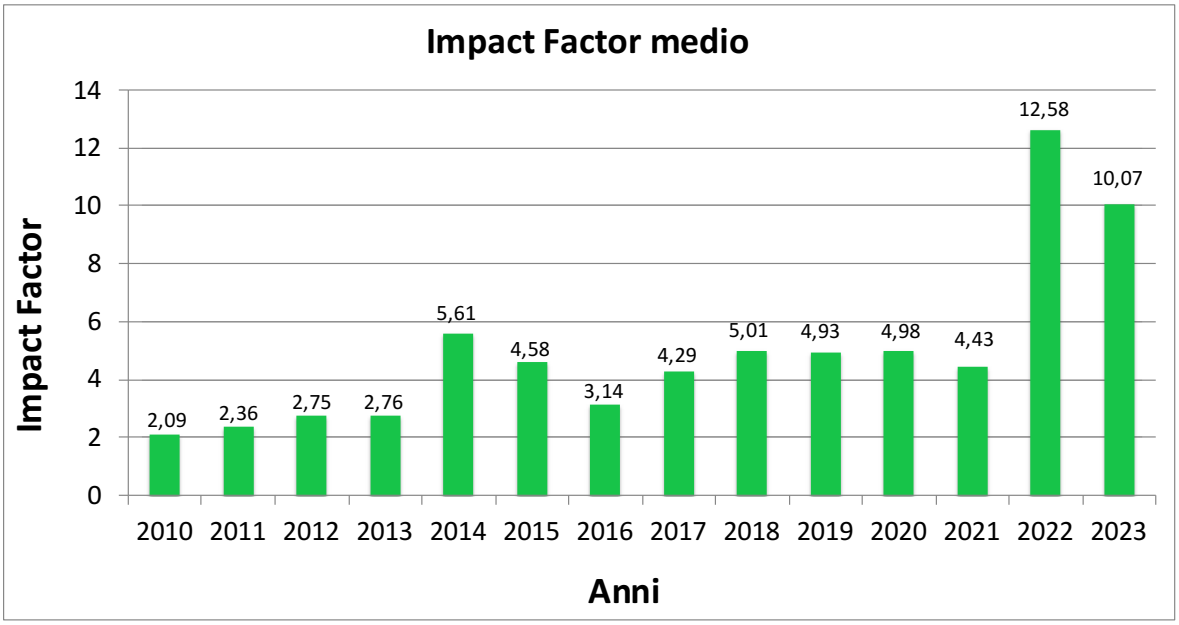
Grazie ad un contributo della Compagnia di San Paolo, dal gennaio 2010 è attivo il laboratorio Nanofacility Piemonte (www.nanofacility.it), dedicato alla nanofabbricazione mediante microscopia elettronica e ionica. La struttura tecnologica è aperta ai ricercatori di enti pubblici, accademici e del mondo industriale, e offre servizi avanzati per la ricerca nel campo della nanofabbricazione sulla base di collaborazioni scientifiche. Dallo stesso anno è anche attivo un servizio di prenotazione per l'accesso alla struttura tecnologica.

Nanofacility vanta oggi al suo attivo migliaia di ore di funzionamento per servizi alla ricerca e in metrologia sul territorio, e sviluppa, allo stato dell'arte, le seguenti tecnologie: Electron Beam Lithography per ogni tipo di geometrizzazione su scala nanometrica, Ion beam Sculpting per la fabbricazione di dispositivi nanoSQUIDs, dispositivi basati su whisker e nanowire, ottiche diffrattive e metalenti, nanostrutture per la plasmonica e la fotonica, preparative per microscopia elettronica in trasmissione e per spettroscopie a raggi X (GISAX, NEXAFS, ecc.). Inoltre, mediante la combinazione di tecniche quali FIB, EBL e RIE, si eseguono anche lavorazioni sul diamante per la realizzazione di nanostrutture superficiali di estrazione di radiazione dai centri di luminescenza tramite nanolenti, lenti di Fresnel, nanopillars e guide d'onda. Queste tecniche, accoppiate alla litografia ottica e a quella per self-assembly di nano-oggetti su larga area, garantiscono una risoluzione che va da alcuni centimetri sino ai dieci nanometri.

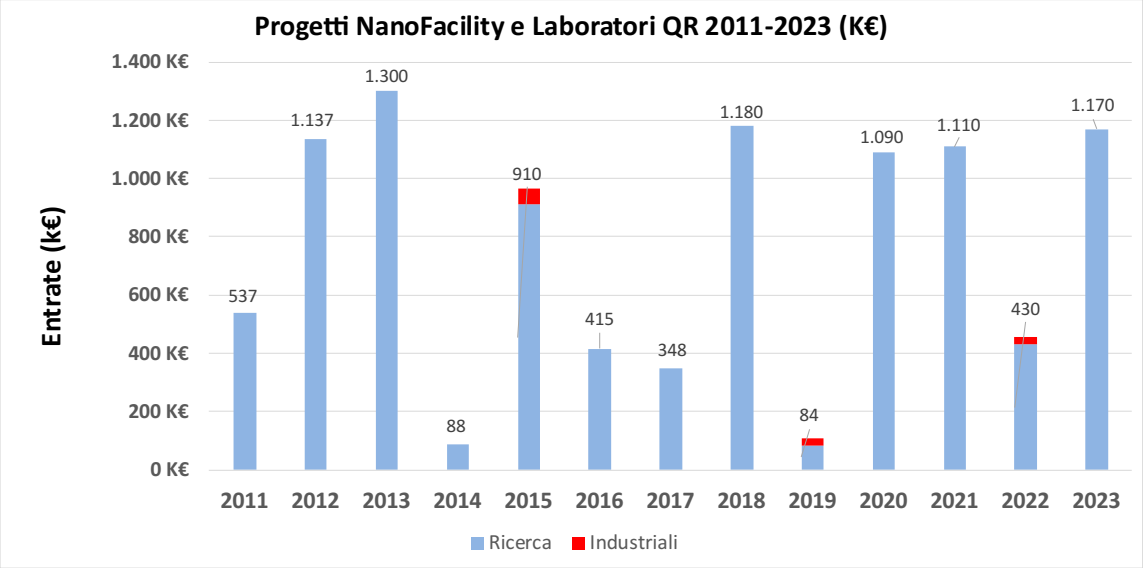
In questi ultimi anni, l'impegno del personale INRiM e delle risorse di micro e nanofabbricazione di Nanofacility nei progetti EMRP e EMPIR ha ottenuto un impatto di alto livello sulla comunità metrologica europea. Da questo, ne è conseguita una forte richiesta da parte dei principali NMI europei nella fabbricazione di dispositivi, modelli e campioni di riferimento alla nanoscala. Con l'evoluzione delle tematiche di ricerca, alcune attività del laboratorio si sono orientate su memristive switching per la computazione neuromorfica, gli standard quantistici di conduttanza e sui metamateriali e sulla generazione di singoli fotoni.

Alcuni indicatori: i successivi tre grafici riassumono alcuni indicatori significativi dell'impatto del laboratorio Nanofacility Piemonte INRiM nel periodo 2010-2023. Il numero di pubblicazioni scientifiche internazionali, l'impact factor delle riviste su cui i manoscritti sono stati pubblicati, che è legato alla diffusione e alla citazione internazionale, e ai fondi che sono stati conseguiti mediante progetti nazionali ed europei che prevedevano l'utilizzo di NanoFacility e del laboratorio QR.





Il grafico seguente mostra le quote di tutti i progetti conseguiti dagli utenti della Nanofacility nei 14 anni di attività del laboratorio.


Progetti NanoFacility e Laboratori QR 2011-2023 (K€)
Entrate (k€)
1.400 K€
1.200 K€
1.000 K€
800 K€
600 K€
400 K€
200 K€
0 K€
537
1.137
1.300
88
910
415
348
1.180
84
1.090
1.110
430
1.170
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
Ricerca
Industriali

8.6 - PIEMONTE QUANTUM ENABLING TECHNOLOGIES (PIQUET)

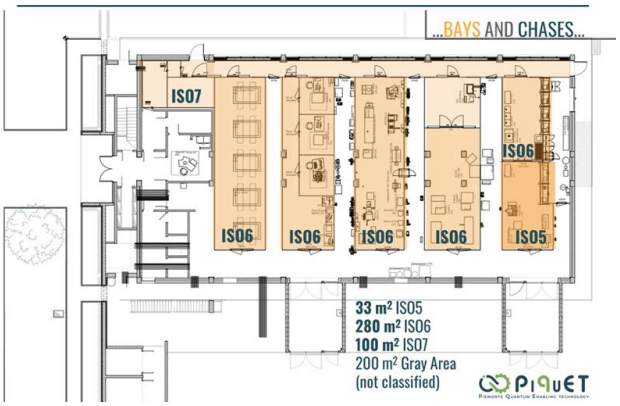


Nel 2023 continua a crescere l'Infrastruttura di Ricerca Piemonte Quantum Enabling Technologies, PiQuET, partecipata da INRiM, Politecnico (PoliTO) e Università (UniTO) di Torino, nata con il progetto coordinato da INRiM e co-finanziato dal Programma Operativo Regionale Piemonte Fesr 2014/2020 attraverso il Bando "INFRA-P Sostegno a progetti per la realizzazione, il rafforzamento e l'ampliamento di IR pubbliche".

PiQuET offre un'IR moderna, centralizzata e condivisa per la nanofabbricazione di sensori, dispositivi e materiali e la loro integrazione; un'IR sul territorio per la metrologia e la comunicazione quantistica, che si avvale del polo di nano fabbricazione; la collaborazione tra Centri di ricerca e industria, favorendo un forte trasferimento tecnologico.

Elemento centrale di PiQuET è l'impianto di camera pulita (6 ambienti ISO6, 1 ambiente ISO5, ambienti tecnici) ad alto controllo della qualità ambientale e dei contaminanti, secondo i moderni criteri ISO 14644-1, completata a fine 2020 e avviata nel 2021.

La camera pulita si compone di 400 m2 in ambiente a controllo particellare (33 m2 ISO5, 280 m2 ISO6, 100 m2 ISO7) e 200 m2 circa in ambiente "grigio" per collocare le macchine tecniche (per es. sistemi di pompaggio per il vuoto) e svolgere manutenzioni. L'ambiente a controllo classificato è diviso in aree funzionalizzate: Tecnologie Quantistiche, Litografia Ottica, Litografia Elettronica, Deposizione, Etching, Packaging, Processi Chimici.



Nel 2023, INRiM ha completato diverse attività nel progetto PNRR di Infrastruttura di Ricerca "iEntrance@ENL", l'Infrastruttura PNRR più grande tra quelle finanziate dal MUR nel PNRR. iEntrance arricchisce il parco macchine di Piquet e guarda all'uso delle nanotecnologie per la transizione energetica: Nel corso del 2023 l'IR ha aggiunto una decina di macchine nuove funzionali allo sviluppo di iEntrance e delle attività fondamentali della metrologia INRiM in quest'ambito.

Sempre nel 2023, sono continuate le attività di ricerca nella cornice del finanziamento ministeriale "NEXT-GENeration Metrology", con le 12 proposte innovative di ricerca che con Piquet svilupperanno nuova sensoristica a livello metrologico con tecnologie MEMS e guardando anche qui alla transizione energetica.

Piquet è parte del cluster IT-Fab, che si propone il coordinamento delle migliori realtà di nanofabbricazione in Italia; è censita nel Piano Nazionale delle Infrastrutture di Ricerca, sia come IR autonoma, sia come ITFab nella sua vocazione di ESFRI europea (EuroNanolab).

8.7 - INFRASTRUTTURA METROLOGICA PER LA SICUREZZA ALIMENTARE (IMPRESA)

IMPreSA ha l'obiettivo di supportare le aziende e gli enti di ricerca nel campo della sicurezza alimentare garantendo il rispetto delle normative internazionali. L'infrastruttura si propone di perseguire questo obbiettivo sviluppando e validando metodiche analitiche innovative, robuste e sensibili e supportando le aziende nello sviluppo e nel controllo di materiali innovativi per l'imballaggio alimentare. IMPreSA intende diventare un punto di riferimento come infrastruttura di supporto ai soggetti attivi nel settore che devono rispondere sia alle richieste di verifica da parte delle autorità di controllo sia alla tutela del consumatore.

Le due macro-aree d'interesse sono:

- controllo e sicurezza: ricerca di contaminanti in matrici alimentari (e.g. Persistent Organic Polluttants e allergeni di natura peptidica) e determinazione di sostanze non intenzionalmente aggiunte nel materiale di imballaggio (NIAS, Non-Intentionally Added Substances) e della loro possibile migrazione negli alimenti;
- sviluppo di nuovi materiali: sviluppo di materiali di imballaggio attivi per aumentare la shelf-life dei prodotti e garantire la sicurezza alimentare.

INRiM come ente capofila del progetto ha messo a disposizione spazi e impianti per realizzare l'infrastruttura, e darà il supporto metrologico. INRiM coordina i diversi partecipanti del progetto (Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte Liguria e Valle d'Aosta (IZSPLV). Centro ricerca per l'enologia e viticoltura (CREA-VE) Istituto per la Prevenzione e la Salute delle Piante (IPSP-CNR) e Istituto di scienze delle produzioni alimentari (ISPA-CNR) sia dal punto di vista scientifico/tecnologico sia dal punto di vista finanziario, garantendo lo svolgimento del progetto e la verifica dei risultati ottenuti.

Per la realizzazione del progetto IMPreSA erano previsti l'adeguamento dei locali adibiti a laboratorio per ospitare l'infrastruttura e quattro procedure di acquisto di nuova strumentazione, rispettivamente:

- spettrometro di massa ad alta risoluzione con plasma accoppiato induttivamente SP-ICP-HRMS
- spettrometro a risonanza magnetica nucleare, NMR
- spettrometro di massa liquida, HPLC-HRMS
- spettrometro di massa per misura di abbondanze isotopiche EA-GC-IRMS

Nel corso del 2023 le attività tecnico - scientifiche relative ad IMPreSA sono state le seguenti:

- INAUGURAZIONE INFRASTRUTTURA IMPreSA: 18 maggio 2023. L'inaugurazione è stata celebrata tramite un evento a carattere tecnico scientifico dal titolo "Qualità, sicurezza e tracciabilità in campo agroalimentare". Sono intervenute all'evento le seguenti figure istituzionali: Dr. Mauro Centritto Direttore scientifico CNR-IPSP, Responsabile della UOS di Torino - CNR-ISPA, Dr. Riccardo Velasco Direttore CREA-VE, Dr. Angelo Ferrari, Direttore IZSPLV, Dr. Giovanni Amateis Responsabile del Settore Sistema universitario, diritto allo studio, ricerca e innovazione - Regione Piemonte e Ing. Dario Vallauri, Responsabile - Polo Agrifood. Ad essi si sono accostati esponenti del mondo scientifico come l'Ing. Rosalba Mugno Direttore del Dipartimento Laboratori di Taratura – ACCREDIA e la Dr. Maria Scognamiglio Funzionario Tecnico del Dipartimento Laboratori di prova – ACCREDIA che hanno portato un contributo sulle misure affidabili in campo alimentare. La Dr. Luana Bontempo, Responsabile dell'Unità tracciabilità - Fondazione Edmund Mach ha concluso la giornata intervenendo sulla tracciabilità degli alimenti e la difesa del Made in Italy.
- Formazione presso l'unità di tracciabilità della Fondazione E.Mach (Rif. Luana Bontempo). Hanno partecipato alla formazione Francesco Romaniello (QN3), Matteo Berruto (QN1), Giovanna Esposito IZSPLV). Scopo della formazione è stato prendere confidenza con la strumentazione IRMS e sviluppare una capacità critica sulla qualità del dato ottenuto.



Figura 1 Save the date INAUGURAZIONE IMPreSA

Attività di ricerca:

- Progetto INRiM NextGen 12b: “Sviluppo e validazione di sensore miniaturizzato per la determinazione di nanocontaminanti polimerici in matrici alimentari” con lo scopo di sviluppare un sensore formato dall’accoppiamento di una cella dielettreroforetica (DEP) miniaturizzata e di uno spettrometro Raman, in grado di concentrare localmente le particelle nella zona di esposizione del fascio laser, consentendone una loro identificazione chimica. L’infrastruttura fornirà supporto strumentale nella fase di separazione delle micro e nano-particelle tramite AF4 e nella fase di caratterizzazione chimica tramite SP-ICP-MS”. Principal Investigator: Andrea M. Giovannozzi. Personale INRiM coinvolto: Federico Ferrarese Lupi (ML), Francesca Pennecchi (AE), Alessio Sacco, Chiara Portesi, Matteo Berruto (QN). Stakeholder del progetto: Proplast SrL e Horiba Italia. Budget 50k€/anno. Infrastruttura di riferimento: IMPreSA;

- Progetto INRiM NextGen 13b: “Nuovi approcci metrologici e sensori per lo sviluppo di food packaging sostenibile a supporto dell’economia circolare”; il progetto si propone di sviluppare sensori di temperatura in grado di rilevare il mantenimento della catena del freddo e di sviluppare prototipi di materiali di imballaggio attivi con proprietà anti-ossidanti e antibatteriche. La strumentazione di IMPreSA sarà utile a verificare l’efficacia di molecole naturali estratte da scarti della catena produttiva alimentare, tramite HPLC-MS e NMR e caratterizzare la sicurezza degli stessi tramite lo studio dei NIAS. Principal Investigator: Chiara Portesi (QN). Personale INRiM coinvolto: N. De Leo, M. Fretto (ML), A. Merlone, G. Coppa, C. Musacchio (AE), A.M. Giovannozzi, C. Schiavone (QN). Stakeholder del progetto: INNOVHUB SSI. Budget 50k€/anno. Infrastruttura di riferimento: IMPreSA;

- Partecipazione al Supplementary Comparison EURAMET.QM-S15 “Measurement of PAHs in Protein Matrix” organizzato dal METAS. Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA o PAHs) sono una classe di sostanze chimiche, costituite da idrocarburi con almeno due sistemi di anelli aromatici condensati. Possono essere prodotti durante la trasformazione di prodotti alimentari, come l'affumicatura. Poiché possono avere effetti negativi sulla salute - sono associati al cancro e ad altre malattie - sono stati fissati valori soglia per gli IPA. In questo confronto gli IPA target sono Benz(a)antracene (Baa), benzo(a)pirene (BaP), benzo(b)fluorantene (bbf) e crisene (Chr) in matrice ricca di proteine. Il supplementary comparison ha richiesto lo sviluppo e la validazione di una metodica di estrazione degli IPA dalla matrice proteica tramite QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) e lo sviluppo e validazione metrologica di un metodo di quantificazione tramite HPLC-FLUO

- Durante il 2023 è stata presa in carico e conclusa una consulenza tecnica per la ditta Diasorin s.p.a

dal titolo “determinazione di aminoacidi in terreni di coltura per il monitoraggio del processo produttivo”. La consulenza tecnica ha richiesto lo sviluppo di un metodo quantitativo, tramite HPLC-HRMS/MS, per la determinazione di aminoacidi in terreni di coltura per la produzione di proteine ricombinanti. In seno a questo lavoro è stata elaborata anche una metodica preparativa di purificazione tramite Solid Phase Extraction (SPE), scrittura della relazione tecnica (23-0922-01);

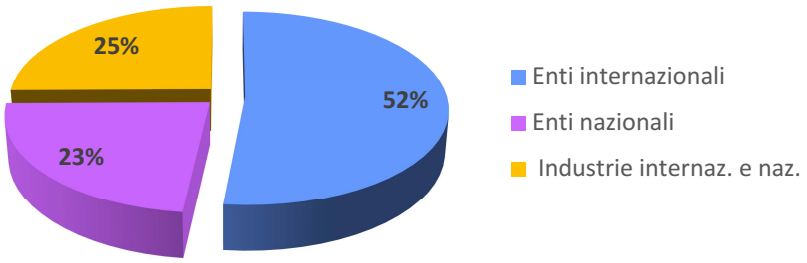
- Misure di estratti di carne per valutazione del livello di ossidazione in seguito a conservazione in imballaggi attivi (con proprietà antiossidanti) prodotti a livello prototipale in INRiM utilizzando antiossidanti sintetici e naturali. L’attività si inquadra nel filone di ricerca relativa allo sviluppo di food packaging innovativo basato sul riutilizzo di scarti alimentari. L'attività è svolta in collaborazione con InnovHub SSI;
- Supporto scrittura del progetto “23IND13 ScreenFood Metrology for food safety in the circular economy: targeted and screening methods for contaminants in food and recycled packaging. Obiettivo generale del progetto è quello di sviluppare strategie analitiche e materiali di riferimento a sostegno delle industrie alimentari e produttrici di packaging alimentare nella fornitura di prodotti sicuri e sostenibili conformi alla legislazione. Il progetto creerà una rete metrologica in grado di fornire, in collaborazione con i centri di ricerca e le industrie, norme armonizzate innovative, riconosciute a livello internazionale, finalizzate all'individuazione e alla quantificazione di contaminanti negli alimenti, con particolare attenzione a quelli che potrebbero migrare da materiali di imballaggio per alimenti vergini e riciclati.
- Supporto scrittura del progetto “f11 ProMET” Fundamental protein metrology to support the definition of measurands, analytical targets, and their associated measurement uncertainty. L'obiettivo generale del progetto è quello di sviluppare strategie per comprendere meglio l'influenza della struttura proteica sulla misura e sulla funzione e stabilire un quadro metrologico per una migliore descrizione della misura proteica, gli obiettivi analitici e la loro influenza sull'incertezza di misura.
- Svolgimento delle attività relative alla caratterizzazione di digeriti triptici del latte in modalità shotgun per l’identificazione di allergeni tramite UHPLC-HRMS, in collaborazione con CNR-ISPA che ha provveduto alla preparazione dei campioni digeriti per generare i peptidi in seguito analizzati allo spettrometro di massa;
- Messa a punto del metodo di identificazione e quantificazione di PFAS (molecole alchiliche perfluorurate di difficile degradazione, conosciuti come contaminanti a livello alimentare e ambientale, per i quali l'attenzione della comunità scientifica è in costante aumento) con approccio metrologico in soluzione e in matrici reali (riso, uova, latte, mais) tramite UHPLC-HRMS.
- Avvio di un progetto in collaborazione con IZSPLV sulla genuinità del miele tramite IRMS. Il progetto finanziato tramite un bando CRT si pone come obiettivo di implementare e validare un metodo per la valutazione della genuinità del miele tramite la determinazione del rapporto isotopico 12C/13C delle proteine presenti nel miele.
- Svolgimento delle attività relative all’individuazione di frodi in ambito enologico tramite NMR. Il progetto di ricerca in collaborazione tra INRiM e CREA-VE ha avuto lo scopo di mettere a punto un metodo di screening, basata sulla risonanza magnetica nucleare, capace di discriminare tra vini invecchiati in botte (come da regolamento regionale) e simulando un invecchiamento in botte tramite chips di legno in vasche di acciaio. Questa procedura, accettata in altri paesi, viene considerata frode a livello italiano.
- Svolgimento delle attività relative alla caratterizzazione di paste fortificate con vinacce. La ricerca è una collaborazione tra IMPreSA e CNR-ISPA (Sede di Lecce). CNR-ISPA ha prodotto, su un modello di economia circolare, un prototipo di pasta fortificata con vinacce di uve rosse (lambrusco) e bianche (arneis) ricche in composti antiossidanti (antociani e polifenoli). In seguito, i campioni di pasta sono stati sottoposti a un processo di digestione simulata secondo il protocollo INFOGEST. Tramite HPLC-HRMS si è provveduto ad identificare e quantificare le molecole bioattive rimanenti dopo il processo di digestione.

9 – IL QUADRO DELLE COLLABORAZIONI ED EVENTUALI INTERAZIONI CON LE ALTRE COMPONENTI DELLA RETE DI RICERCA

Nel 2023 l'INRiM ha registrato circa 260 collaborazioni, avviate con diverse tipologie di organismi sia a livello internazionale che nazionale.

Si tratta di collaborazioni significative, che si sono consolidate attraverso la stipula di convenzioni/contratti formalizzati o tramite la partecipazione a comuni progetti di ricerca, nonché attraverso la realizzazione di prodotti della ricerca quali pubblicazioni, brevetti, confronti internazionali o altre attività legate alla missione NMI / trasferimento tecnologico dell'Istituto.

Il grafico e la tabella a seguire riportano la percentuale e il numero di organismi, distinti per tipologia, con i quali l'INRiM ha collaborato nel 2023, distinguendo tra enti internazionali, enti nazionali e industrie; la tabella mostra anche il confronto con i dati relativi al 2022.

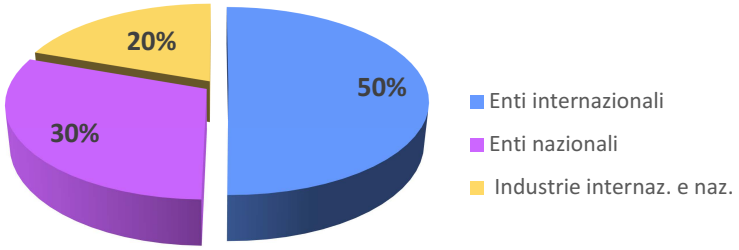


Distribuzione percentuale, per tipologia, degli organismi con cui l'INRiM ha collaborato nel 2023.

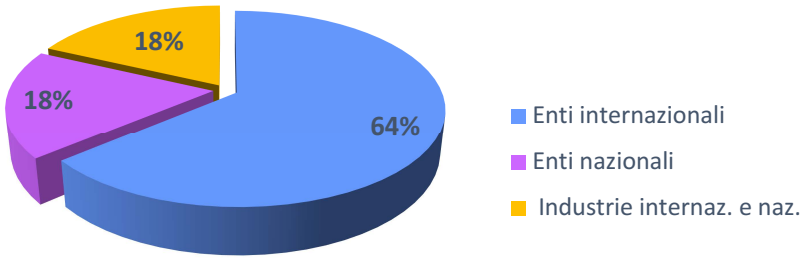
Tabella 1 – Gli organismi con cui l'INRiM ha collaborato: confronto dati 2022 e 2023

Organismi	2022	2023
Enti internazionali	224	255
Enti nazionali	105	114
Industrie internazionali e nazionali	76	124
TOT	**405**	**493**

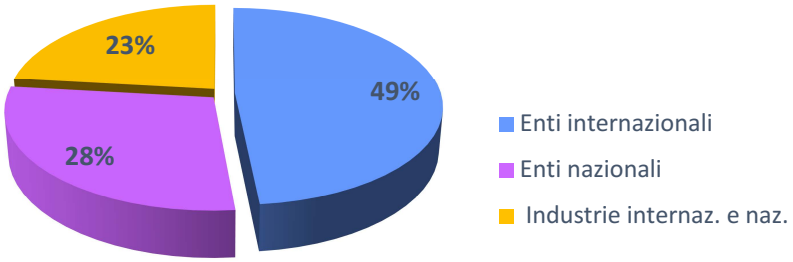
I grafici a seguire riportano il quadro degli organismi coinvolti a livello di Divisione.



ML - Distribuzione degli organismi per tipologia.



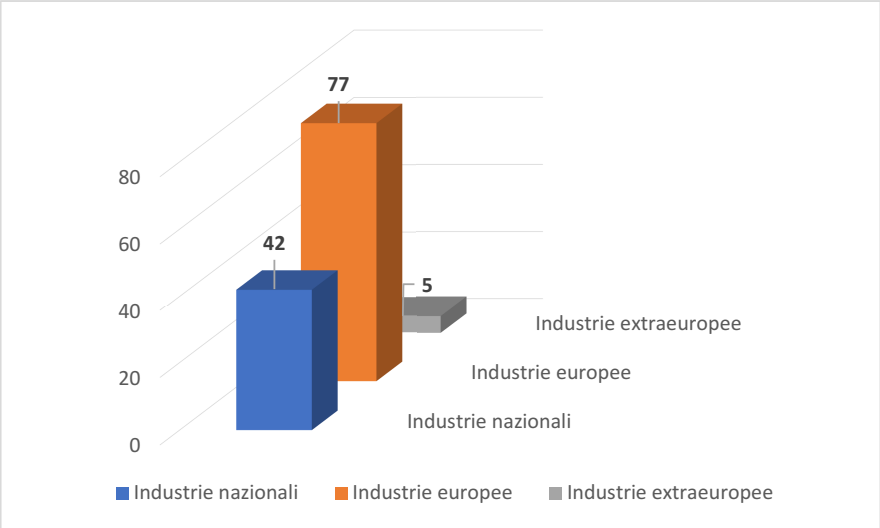
AE - Distribuzione degli organismi per tipologia.



QN - Distribuzione degli organismi per tipologia.

La tabella e i grafici evidenziano che una parte cospicua delle collaborazioni dell'Istituto si sviluppa sul versante estero. Rispetto ai dati rilevati per la Relazione consuntiva anno 2022, si può notare un significativo aumento del numero delle industrie, che si riflette anche nei grafici delle singole Divisioni.

Il grafico sottostante mostra la distribuzione delle 124 industrie, distinguendole per provenienza geografica (nazionali, europee, extraeuropee).



La tabella seguente riporta la numerosità e la provenienza degli enti e delle industrie internazionali: sono coinvolti gli organismi di 57 paesi distribuiti sui cinque continenti.

	n. ENTI	n. INDUSTRIE	Totale complessivo
AFRICA	**2**		**2**
Egitto	1		1
Sud Africa	1		1
AMERICA	**16**	**2**	**18**
Argentina	1		1
Brasile	2		2
Canada	1	1	2
Cile	1		1
Messico	1		1
USA	10	1	11
ASIA	**27**	**3**	**30**
Arabia Saudita	2		2
Cina	4	1	5
Corea del Sud	1		1
Georgia	1		1
Giappone	4	2	6
India	3		3

Israele	2		2
Pakistan	1		1
Repubblica di Corea	1		1
Russia	1		1
Sri Lanka	1		1
Taiwan	1		1
Thailandia	1		1
Turchia	3		3
Vietnam	1		1
EUROPA	**208**	**77**	**285**
Albania	1		1
Austria	6	1	7
Belgio	7	2	9
Bosnia ed Erzegovina	2		2
Bulgaria	1		1
Croazia	2		2
Danimarca	4	5	9
Estonia	2		2
Finlandia	7	5	12
Francia	32	16	48
Germania	38	22	60
Grecia	5	1	6
Irlanda	4	1	5
Liechtenstein		1	1
Lituania	1		1
Malta		1	1
Montenegro	1		1
North Macedonia	1		1
Norvegia	6	1	7
Paesi Bassi	10	3	13
Polonia	6	1	7
Portogallo	4		4
Regno Unito	14	6	20
Repubblica Ceca	5	1	6
Repubblica dI Moldavia	1		1
Romania	1		1
Serbia	1		1
Slovacchia	3		3
Slovenia	7		7
Spagna	22	5	27
Svezia	4		4
Svizzera	8	5	13
Ungheria	2		2
OCEANIA	**2**		**2**
Australia	2		2
Totale complessivo	**255**	**82**	**337**

I principali interlocutori dell'INRiM sono descritti di seguito, prendendo in considerazione da un lato le relazioni con gli attori del panorama internazionale (sono compresi anche gli organismi "storici", che hanno contribuito alla definizione dell'Istituto come NMI), dall'altro le relazioni a livello nazionale (che comprendono anche le interazioni con i centri di eccellenza della realtà locale in cui l'Istituto è inserito).

Si noti che gran parte delle cooperazioni descritte a seguire rappresentano elementi di continuità nella storia dell'INRiM.

9.1 - COOPERAZIONE E ACCORDI CON ENTI E ORGANISMI INTERNAZIONALI

L'INRiM è firmatario per l'Italia del *Mutual Recognition Arrangement* (MRA)[4], redatto dal Comité International des Poids et Mesures (CIPM) in virtù del mandato ricevuto dagli Stati Membri, tra cui l'Italia, firmatari della Convenzione del metro (trattato internazionale firmato a Parigi il 20 maggio 1875 da 17 paesi). Il CIPM-MRA prevede il riconoscimento reciproco dei Campioni nazionali di misura e dei certificati di taratura emessi dagli Istituti Metrologici dei principali Paesi industrializzati. Ciò assicura al Paese l'equivalenza internazionale degli standard metrologici e, alle imprese italiane, la libera circolazione dei certificati emessi dai laboratori accreditati.

L'INRiM partecipa alle attività del **Comitato Internazionale dei Pesi e delle Misure (CIPM) del BIPM** e dei relativi Comitati Consultivi (CC); in particolare l'Istituto partecipa, attraverso propri rappresentanti designati, a 9 dei 10 Comitati Consultivi del CIPM. La tabella seguente riporta la mappatura dei settori metrologici coperti dall'Istituto in riferimento ai settori individuati a livello internazionale (Comitati consultivi del CIPM).

Tabella 2 - Mappatura dei settori metrologici dell'INRiM

CC	Field	Sub-field	Divisions
EM	DC & Q. metrology	Josephson effect and DC voltage	QN, AE
		Quantum Hall effect and DC resistance	QN, AE
		Single electron tunnelling, Low DC current	QN
	Low frequency	AC/DC transfer, AC voltage and current, impedance	QN, AE
	Radiofrequencies and Microwaves	RF power, scattering parameters, RF impedance	QN, AE
	Power and energy	Electric and magnetic fields, EMC	ML
		AC power and energy	ML, QN
		High voltage and current transducers, instrument transformers	AE, ML, QN
		Magnetic measurements	ML
M	Mass&related quant.	Mass standards	AE
		Density and volume	AE
		Viscosity	AE
		Fluid flow	AE
		Force	AE
		Pressure (high and low)	AE
		Gravimetry	AE
		Hardness	AE
L	Length	Basic length	AE
		Dimensional metrology	AE
TF	Time and Frequency	Frequency standards	QN
		Time scale	QN
PR	Photometry&Radiometry	Photometry and radiometry	QN, AE
T	Temperature	Contact temperature measurements	AE
		Non-contact temperature measurements	AE
		Thermo-physical properties	AE
		Humidity and moisture	AE
AUV	Acoustics	Physical acoustics	AE
		Acoustic and ultrasound	ML

[4] All'accordo CIPM-MRA attualmente aderiscono 251 istituti, di cui 97 NMIs, 4 organizzazioni internazionali e 150 Istituti Designati come detentori di specifici campioni nazionali.

		Vibration	AE
QM	Amount of substance	Gas analysis	AE
		Electrochemistry	AE
		Inorganic analysis	QN
		Organic analysis	AE, QN
		Bioanalysis	ML, QN
		Surface analysis	QN

L'adesione al CIPM-MRA coinvolge notevoli risorse umane, strumentali e finanziarie, allo scopo di mantenere e migliorare le *Calibration and Measurement Capabilities* (CMC) pubblicate nell'appendice C del *Key Comparison Data Base* (KCDB) del BIPM (https://www.bipm.org/kcdb). Nell'appendice sono registrati i risultati dei confronti chiave e supplementari e le capacità di misura degli NMI, riconosciuti e validati internazionalmente dal CIPM. Dai dati rilevati nel database del BIPM a dicembre 2023, l'INRiM risulta aver prodotto 439 CMC (maggiori dettagli sono disponibili nel cap. 12).

A testimoniare la valenza delle collaborazioni internazionali dell'INRiM è la partecipazione a **EURAMET** (http://www.euramet.org/), l'associazione europea degli istituti nazionali di metrologia nonché Organismo metrologico regionale (RMO) nell'ambito del CIPM-MRA. EURAMET coordina la cooperazione nella ricerca metrologica, nella riferibilità delle misurazioni alle unità SI, nel riconoscimento internazionale dei campioni e delle CMC dei propri membri. Anche nel 2023 l'INRiM ha partecipato, attraverso membri designati, alle attività di 11 dei 12 Comitati tecnici EURAMET e, in qualità di Istituto Metrologico Nazionale, ha coordinato la partecipazione italiana insieme a università e industrie.

Dopo il successo dell'*European Metrology Research Programme* (**EMRP)** (nell'ambito del VII Programma Quadro), EURAMET ha promosso e realizzato (nell'ambito di Horizon 2020) l'*European Metrology Programme for Innovation and Research* (**EMPIR**), programma che avrà termine nel 2024 con la chiusura dei progetti dell'ultima *call* (bandita nel 2020).

Nel 2022 sono stati avviati i progetti EURAMET nati all'interno di una nuova iniziativa di ricerca, che si fonda sull'art. 185 del trattato di Lisbona, denominata European Partnership on Metrology (**EPM**) e inquadrata nell'ambito del programma Horizon Europe. La EPM promuove la ricerca e lo sviluppo nel campo della scienza delle misure (anche per applicazioni nei settori emergenti dell'energia, ambiente e salute) per l'integrazione dei laboratori nazionali e l'innovazione di prodotti e processi di produzione. Alla Partnership aderisce la maggior parte degli istituti metrologici europei, comprendendo anche alcuni stati non membri dell'Unione Europea. Questo programma sarà finanziato al 50% da fondi comunitari e al 50% dagli stati aderenti all'iniziativa, per un ammontare complessivo di 700 M€. L'Italia ha deciso di cofinanziare la partnership con 49 M€, permettendo quindi agli istituti metrologici nazionali di partecipare ai progetti di ricerca, nel corso dei 7 anni, per 50 M€.

L'Assemblea Generale di EURAMET ha inoltre costituito, a partire dal 2018, le European Metrology Networks (**EMN**), allo scopo di rispondere alle esigenze della metrologia europea in modo coordinato, formulando strategie comuni in ambiti quali la ricerca, le infrastrutture, il trasferimento di conoscenze e lo sviluppo di servizi.

A dicembre 2023 le EMN costituite erano le seguenti:

1) EMN for Advanced Manufacturing
2) EMN for Climate and Ocean Observation
3) EMN for Energy Gases
4) **EMN for Mathematics and Statistics**
5) EMN for Pollution Monitoring
6) **EMN for Quantum Technologies**
7) EMN for Radiation Protection
8) **EMN for Safe and Sustainable Food**
9) EMN for Smart Electricity Grids

10) EMN for Smart Specialisation in Northern Europe

11) EMN for Traceability in Laboratory Medicine

L'INRiM ha coordinato la *Mathematics and Statistics*, la *Quantum Technologies* e la *Safe and Sustainable Food*; ha partecipato inoltre, attraverso i suoi rappresentanti, alle attività di altre cinque reti.

Il 30 settembre 2023 EURAMET ha approvato la creazione della *European Metrology Network per le Energie Rinnovabili (EMN for Clean Energy)*, alla cui nascita l'INRiM ha largamente contribuito. La rete si occuperà inizialmente di metrologia applicata alla produzione, distribuzione e stoccaggio di energia rinnovabile.

Maggiori dettagli riguardo alla partecipazione dell'Istituto alle EMN di Euramet sono disponibili nel paragrafo 8.2.

Convenzioni, accordi quadro, protocolli d'intesa e MoU

L'INRiM promuove, tramite la firma di protocolli d'intesa, convenzioni, accordi quadro e memorandum of understanding, collaborazioni scientifiche con istituzioni nazionali ed estere, al fine di portare avanti un progetto comune, una tematica specifica o una metodologia scientifico-tecnologica, perseguendone lo sviluppo e l'implementazione.

Nell'anno 2023 l'INRiM ha avuto al suo attivo 59 convenzioni di collaborazione, di cui 9 con gli enti di ricerca internazionali elencati di seguito:

- Bureau international des poids et mesures (BIPM, Francia), National Measurement Institute Australia (NMIA, Australia), National Metrology Institute of Japan (NMIJ/AIST, Giappone), Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Germania);
- Centre for Research and Technology-Hellas (CERTH) e Chemical Process and Energy Resources Institute (CPERI), Grecia;
- Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM, Georgia);
- National Institute of Information and Communications Technology (NICT, Giappone);
- National Institute of Metrology (NIM, China);
- Nanjing Tech University of the people's Republic of China (NjTECH, Cina);
- Technische Universitàt Wien (TU Wien, Austria) e Institute Laue-Langevin (ILL, Francia);
- The National Institute of Standards and Technology of the Department of Commerce of the United States of America (NIST, USA);
- Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) – National Physical Laboratory of India.

E' stata stipulata nel 2023 la nuova **convenzione con l'istituto di metrologia georgiano**, che si propone di rafforzare le relazioni tra **GEOSTM** e INRiM e di fornire un quadro per lo scambio di conoscenze scientifiche e tecniche, di servizi e di incremento delle capacità scientifiche e tecnologiche dei partecipanti.

Le aree di reciproco interesse includono ambiti quali:

- lo scambio di informazioni rilevanti, ovvero documenti, pubblicazioni, norme tecniche, informazioni tecnologiche o dati scientifici, etc..;
- la formazione dei tecnici nel campo della metrologia scientifica e industriale;
- la partecipazione congiunta alle attività riguardanti il Mutual Recognition Arrangement (MRA) del Comitato internazionale dei pesi e delle misure (CIPM-MRA);

- lo scambio di esperienze nei settori dell'infrastruttura metrologica e nell'ambito dei rapporti con le Organizzazioni metrologiche;
- la cooperazione in programmi a sostegno di istituti di economie in via di sviluppo o in altre attività di reciproco interesse come concordato;
- la partecipazione congiunta alla ricerca e allo sviluppo di tarature, il confronto reciproco dei campioni di misurazione al fine di aumentarne l'accuratezza e la tracciabilità e la determinazione della loro equivalenza, la partecipazione a convegni, seminari e corsi specialistici, compresa la costituzione di gruppi di lavoro tecnici ad hoc in specifici settori di interesse;
- la promozione di visite tra scienziati ed esperti nel campo delle attività gestionali, tecniche e operative della metrologia scientifica e industriale;
- la cooperazione nello sviluppo della rete metrologica scientifica e industriale.

E' stato sottoscritto il **Memorandum of understanding tra INRiM e il Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) – National Physical Laboratory of India,** al fine di avviare una reciproca collaborazione nel campo della metrologia attraverso un rapporto di cooperazione a lungo termine nei seguenti ambiti:

- formazione del personale;
- ricerca e sviluppo congiunti;
- costruzione di piattaforme.

Il MoU, di durata quinquennale, fissa a livello generale i rispettivi intenti, demandando a specifici e successivi accordi attuativi la regolazione delle singole attività progettuali o di cooperazione.

Le associazioni

Un'altra modalità di confronto con le realtà scientifico-tecnologiche internazionali sono le associazioni a cui l'INRiM aderisce annualmente.

Nel 2023 l'INRiM ha aderito alla nuova associazione **QuIC - European Quantum Industries Consortium**, la cui missione è di stimolare la competitività e la crescita economica del settore europeo della tecnologia quantistica e sostenere la creazione di valore in tutto il continente. QuIC opera come un hub collaborativo in tutta Europa per costruire un ecosistema forte e vivace tra PMI, grandi aziende, investitori e ricercatori leader.

Ulteriore novità è l'adesione al **Consorzio EUROPRACTICE**, una piattaforma europea che promuove la crescita di un ecosistema di progettazione microelettronica in Europa, grazie a un servizio di intermediazione coordinato per l'industria e il mondo accademico; si tratta di uno sportello unico, che offre tutta la gamma di servizi necessari per progettare e fabbricare circuiti elettronici e sistemi integrati intelligenti.

Sono state confermate anche nel 2023 le associazioni ai seguenti organismi:

- *ASTP*: la principale associazione paneuropea per i professionisti impegnati nel trasferimento di conoscenze tra le università e l'industria;
- *CIRP - College International pour la recherche en productique* : organizzazione internazionale che promuove la ricerca scientifica in riferimento allo sviluppo delle tecnologie di produzione;
- *CITAC - Cooperation in International Traceability of Analytical Chemistry*: network internazionale di enti con l'obiettivo di promuovere la riferibilità metrologica delle misure chimiche a livello internazionale;
- *ETSI - The European Telecommunications Standards institute*: organizzazione europea che opera nel campo delle norme riguardanti le telecomunicazioni;

- *EURACHEM*: network europeo di enti che si pone l'obiettivo di stabilire un sistema per la tracciabilità internazionale delle misure chimiche;
- *EUSPEN - European Society for Precision Engineering and Nanotechnology*: ente che promuove la collaborazione tra ricerca e industria nei campi delle Nanotecnologie e dell'Ingegneria di Precisione;
- *FLUXONICS - The European Foundry for Superconductive Electronics*: network europeo di enti di ricerca e università che opera nell'ambito della realizzazione di circuiti superconduttivi per applicazioni elettroniche dalla metrologia al calcolo quantistico;
- *IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers*: organizzazione internazionale nell'ambito dell'ingegneria elettrica ed elettronica e delle tecnologie dell'informazione;
- *IMEKO – International Measurement Confederation*: network mondiale degli enti metrologici che promuove scambi internazionali di informazioni scientifiche e tecniche nell'ambito della metrologia, favorendo anche la cooperazione tra ricerca e industria.

9.2 - COOPERAZIONE E ACCORDI CON ENTI E ORGANISMI NAZIONALI

Convenzioni, accordi quadro, protocolli d'intesa e MoU

Anche in ambito nazionale l'INRiM si impegna nel portare avanti (tramite la firma di protocolli d'intesa, convenzioni, accordi quadro e memorandum of understanding) collaborazioni scientifiche con istituzioni di diversa estrazione, allo scopo di promuovere la propria crescita e lo scambio con altri enti di eccellenza, tramite lo sviluppo di progetti comuni su argomenti specifici.

Delle 59 convenzioni attive in INRiM nel 2023, 50 sono state stipulate con Università, Ministeri, enti di ricerca nazionali, associazioni, fondazioni e consorzi.

Di queste, 9 sono state siglate nel 2023 con i seguenti organismi:

Convenzione con l'Accademia Europea di Bolzano (EURAC Research)

Tra INRiM e EURAC Research esisteva già una convenzione, poi scaduta, che disciplinava i rapporti di collaborazione e cooperazione nei campi della ricerca scientifica e della formazione professionale nei settori di attività concernenti lo studio multidisciplinare di beni culturali di origine sia antropica che naturale, utilizzando metodi non invasivi e di ultima generazione, così come la promozione e lo sviluppo di nuove tecnologie per il loro monitoraggio e la loro conservazione. I due Enti hanno concordemente ravvisato l'opportunità di rinnovare la collaborazione dando continuità a quanto già previsto in passato.

Convenzione di collaborazione con l'Organismo Italiano di Accreditamento – ACCREDIA

INRiM e ACCREDIA condividono l'interesse istituzionale all'assicurazione della riferibilità delle misure. Il proseguimento della collaborazione tecnico-scientifica consente così di mantenere l'appartenenza dell'Organismo Italiano di Accreditamento (ACCREDIA) al Sistema Internazionale di Mutuo Riconoscimento per tutti gli schemi coperti da tali Accordi e, in particolare, per il settore dei Laboratori di Taratura. La proposta di Convenzione di collaborazione tra INRiM e ACCREDIA è stata redatta, in accordo con ACCREDIA, dalle Direzioni dell'INRiM in coerenza con gli indirizzi definiti dal Consiglio di amministrazione nella seduta del 23 luglio 2020.

Accordo quadro con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI)

L'accordo quadro con ASI porta a compimento il processo iniziato formalmente alla fine del 2022, quando era stata discussa in CdA l'opportunità di aprire una sede INRiM a Matera. Era stato dunque proposto ad ASI di consolidare e potenziare la collaborazione tra i due Enti, da conseguire anche tramite l'istituzione di una sede INRiM presso il Centro di Geodesia Spaziale Bepi Colombo dell'ASI, situato a Matera. L'iniziativa favorisce lo sviluppo di realtà virtuose ad alto contenuto tecnologico in una regione del sud naturalmente connessa ad eccellenze accademiche e industriali nel settore spaziale.

Accordo di collaborazione scientifica tra INRiM e il Centro Laboratorio Energia Nucleare Applicata dell'Università di Pavia – LENA

Nel 2019 l'INRiM e il LENA si sono impegnati a costituire una forte rete sinergica nel settore della metrologia in chimica analitica, con particolare riferimento allo sviluppo e all'applicazione di metodi basati sull'analisi per attivazione neutronica.

Protocollo d'intesa con il DITEN – Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni dell'Università di Genova

Il protocollo d'intesa prevede la collaborazione tra DITEN e INRiM al fine di contribuire alla formazione culturale di dottorandi, di laureandi e di diplomandi, per ampliarne le opportunità di inserimento nel mondo del lavoro, nonché per sviluppare le attività di innovazione e di ricerca da parte del personale tecnico-scientifico INRiM e dei ricercatori DITEN.

Convenzione di collaborazione con la Fondazione IRCCS Istituto Neurologico Carlo Besta (FINCB) di Milano

La convenzione ha come tematica lo sviluppo di linee di ricerca pre-clinica, clinica e tecnica nell'ambito della terapia con ultrasuoni. A seguito di una precedente convenzione, la FINCB ha istituito presso la propria sede, in collaborazione con INRiM, il laboratorio "UNIT – Ultrasound NeuroImaging and Therapy" di ricerca sugli ultrasuoni per il neuroimaging e la terapia del sistema nervoso ed intende proseguire le attività sperimentali finalizzate allo sviluppo di linee di ricerca pre-clinica, clinica e tecnica nell'ambito della terapia con ultrasuoni. INRiM, nell'ambito del nuovo accordo, si impegna principalmente a fornire gratuitamente a FINCB l'equipaggiamento necessario per la ultrasound therapy (UT), e per ultrasound imaging da utilizzare in ambito pre-clinico, clinico e tecnico.

Accordo di ricerca collaborativa e trasferimento di materiali tra Fondazione Poliambulanza – Istituto Ospedaliero - Centro di Ricerca Eugenia Menni (CREM) e INRiM

Nell'ambito attinente alla salute e alla scienza medica, INRiM contribuisce a mettere a punto tecniche di misura, metodi di analisi, strumenti computazionali e tecnologie basate su materiali e dispositivi innovativi per applicazioni in ambito diagnostico e terapeutico con ricadute nel campo della medicina personalizzata e di precisione e della medicina rigenerativa. Il Centro di Ricerca Eugenia Menni (CREM), svolge ricerche in vitro e in vivo su cellule staminali umane adulte derivate da tessuti placentari; come tale, possiede le membrane amniotiche e coriali, e le cellule da esse derivate, che verranno fornite all'INRiM, al fine di effettuare le analisi che permetteranno di sviluppare un modello che imiti i tessuti placentari precoci, sul quale poter testare in modo sicuro sostanze chimiche e farmaceutiche potenzialmente pericolose per il tessuto stesso. L'accordo ha per oggetto la collaborazione tra CREM e INRiM su materie di comune interesse, a supporto delle attività del progetto LIFESAVER.

Particolarmente significative per l'Istituto sono le due convenzioni stipulate col Comune di Matera e con l'Università di Firenze/LENS, dedicate all'apertura di due nuove sedi operative dell'INRiM a Matera e a Sesto Fiorentino. Nel 2023 sono stati presi i primi contatti operativi e sono stati individuati i locali destinati all'INRiM.

Convenzione con il Comune di Matera

Il progetto prevede di dotarsi di due distinti spazi: il primo presso la sede ASI di Matera ed il secondo presso la Casa delle Tecnologie Emergenti (CTE), sotto la responsabilità del Comune di Matera.

La convenzione contempla accordi attuativi su tematiche di comune interesse nell'ambito delle telecomunicazioni sicure mediante QKD, del monitoraggio dell'ambiente agricolo e del clima, della digitalizzazione del contesto urbano.

L'accordo prevede inoltre:

- partecipazione attiva all'ecosistema dell'innovazione, per incentivare la collaborazione tra imprese, Università, enti di ricerca, pubbliche amministrazioni e organizzazioni del terzo settore;
- partecipazione congiunta alla formulazione di proposte di progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione in ambito nazionale, comunitario ed internazionale, con particolare riferimento agli ambiti sopra descritti;
- messa a disposizione, da parte del Comune di Matera, di adeguati locali presso la Casa delle Tecnologie, da adibire a laboratori e uffici, in cui poter progettare, coordinare e realizzare le attività di cui sopra.

Accordo di collaborazione con l'Università degli Studi di Firenze e il Laboratorio Europeo di Spettroscopia non-lineare (LENS)

L'accordo sancisce l'opportunità per l'INRiM di aprire una nuova sede dell'Istituto utilizzando gli spazi concessi in comodato dall'Università di Firenze; presso i quali l'Istituto potrà costituire, a tutti gli effetti, una sede ove operare con il proprio personale scientifico, tecnico e amministrativo; detta sede sarà destinata prevalentemente allo sviluppo delle attività di ricerca scientifica di interesse comune INRiM- Università.

Gli enti si impegnano a svolgere attività di ricerca scientifica negli ambiti delle scienze quantistiche, la scienza dei materiali e la metrologia in generale, tramite la costituzione di gruppi di lavoro interdisciplinari formati da ricercatori, tecnologi, assegnisti di ricerca, borsisti, dottorandi, tecnici afferenti alle discipline coinvolte.

Di importanza storica sono le **collaborazioni con l'Università di Torino e il Politecnico di Torino**, le due realtà metropolitane con cui l'INRiM intreccia relazioni non solo sul piano dell'attività di ricerca ma anche sul versante della Terza Missione, sia attraverso l'attività di docenza dei ricercatori dell'INRiM prestata al mondo accademico, che attraverso specifici accordi legati alla formazione.

Nel 2023 sono state siglate le seguenti nuove convenzioni:

Convenzione per l'erogazione di contributo in denaro destinato al finanziamento dell'attivita' di ricerca attraverso l'attivazione di borse di studio per i corsi di dottorato del Politecnico di Torino (39°-40°-41° ciclo)

In considerazione del fatto che l'INRiM ha espresso il proprio interesse a promuovere e sostenere finanziariamente attività di ricerca post-lauream, con apposito contributo a favore del Politecnico per l'istituzione di borse a favore di studenti nell'ambito del tema" Scienza e Tecnologia per le Misure", l'INRiM e il Politecnico di Torino hanno avviato un Programma congiunto di collaborazione denominato "Scienza e Tecnologia per le Misure". Il Programma avrà la finalità di promuovere, a livello di dottorato, attività di ricerca in tale ambito; con un approccio trasversale potranno essere coinvolti diversi corsi di dottorato dell'Ateneo.

Il Politecnico di Torino si è impegnato, per i tre cicli 39°, 40° e 41°, a bandire le borse di studio finanziate dall'INRiM, finalizzate allo svolgimento delle attività di ricerca dei Dottorati di Ricerca individuati da un apposito Comitato tecnico istituito dai due contraenti. I dottorandi selezionati attraverso il bando di concorso svolgeranno l'attività prevalentemente presso il Politecnico, presso la sede dell'INRiM, oppure presso istituzioni di ricerca italiane e straniere. L'INRiM si è impegnato a finanziare al Politecnico almeno tre borse di dottorato per ciascuno dei tre cicli di dottorato a partire del 39° ciclo, per un totale di 9 borse di dottorato

Convenzione tra INRiM e Politecnico di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in Ingegneria elettrica, elettronica e delle comunicazioni (39° ciclo)

L'INRiM ha espresso il proprio interesse a promuovere e sostenere finanziariamente l'attivazione, da parte del Politecnico di Torino, di una borsa a favore di uno/a studente/ssa del Corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettrica, Elettronica e delle Comunicazioni, finalizzata allo sviluppo di metodologie per la valutazione dell'attendibilità e dell'affidabilità degli strumenti di Intelligenza Artificiale nella diagnostica per immagini. L'attività di ricerca prevista sarà condotta nell'ambito del progetto europeo 22HLT05 MAIBAI, finanziato dalla European Metrology Partnership.

Convenzione tra INRiM e Politecnico di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in Energetica (39° ciclo)

L'INRiM ha espresso il proprio interesse a promuovere e sostenere finanziariamente l'attivazione, da parte del Politecnico di Torino, di una borsa a favore di uno/a studente/ssa del Corso di Dottorato di Ricerca in Energetica, sulla tematica "Costruzione e validazione metrologica di modelli digitali (digital twins) per materiali e dispositivi di accumulo energetico".

Riattivazione, per il XXXIX ciclo, della convenzione sottoscritta in data 13 settembre 2022 con il Politecnico di Torino per il finanziamento di una borsa di studio per il XXXVIII ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria elettrica, elettronica e delle comunicazioni sul tema "Additive Manufacturing for energy-efficient applications in electrical engineering"

Preso atto che la borsa di studio, sul tema "*Additive Manufacturing for energy-efficient applications in electrical engineering*", oggetto della sopra richiamata convenzione non è stata assegnata per il XXXVIII ciclo di Dottorato di Ricerca in Ingegneria elettrica, elettronica e delle comunicazioni, l'INRiM ha confermato il proprio interesse a promuovere e sostenere finanziariamente l'attività di ricerca post-lauream con un contributo, in favore del Politecnico di Torino, per il finanziamento nell'ambito del XXXIX ciclo di Dottorato di Ricerca della medesima borsa di studio oggetto della precedente convenzione. L'importo della borsa di dottorato è a valere sui fondi del progetto di ricerca europeo "HORIZON EUROPE AM2SoftMag".

Convenzione con l'Università di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in "Scienze chimiche e dei materiali" (39° Ciclo)

L'INRiM ha espresso il proprio interesse a promuovere e sostenere finanziariamente l'attivazione, da parte dell'Università di Torino, di una borsa di Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche e dei Materiali sul tema "Misura e simulazione della conducibilità ionica in elettroliti solidi per batterie secondarie". L'importo della borsa di dottorato è a valere sui fondi del progetto continuativo ministeriale "Better measurements for energy storage" (ITA_STORAGE).

Convenzione tra INRiM e Università di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in Matematica (39° Ciclo)

L'INRiM ha interesse a promuovere e sostenere finanziariamente l'attivazione, da parte dell'Università di Torino, di una borsa di Dottorato di Ricerca in Matematica sul tema "Algoritmi di Machine Learning per il rilevamento di anomalie su orologi atomici in Sistemi di Navigazione Satellitare". L'importo della borsa di dottorato è a valere sui fondi dei progetti Galileo individuati nel provvedimento.

Anche nel 2023 l'INRiM ha confermato la sua adesione al Dottorato Nazionale in Materiali, Processi sostenibili e Sistemi per la Transizione Energetica, che mira a formare figure di ricercatori e tecnici che svolgeranno un ruolo strategico nel raggiungimento degli obiettivi del PNRR e rappresenta la prosecuzione ideale dell'infrastruttura PNRR di ricerca iENTRANCE@ENL. L'INRiM, inoltre, si è impegnato a sostenere finanziariamente, anche per la seconda edizione, il Master in "Quantum Communication and Computing" offerto dal Politecnico di Torino per l'A.A. 2023/2024.

Per poter prendere visione di tutte le convenzioni INRiM attive nel 2023, si rimanda all'elenco completo presente in Appendice 3.

Nel 2023 il CdA di Istituto ha approvato la futura stipula di convenzioni con i seguenti organismi:

Accordo quadro tra INRiM e Centro Italiano Ricerche Aerospaziali - C.I.R.A. S.c.p.A. per la collaborazione in attività di sviluppo, ricerca e sperimentazione

Il CIRA è un centro di eccellenza nella ricerca e nello sviluppo, sia nel settore aeronautico che in quello spaziale, con capacità teoriche e sperimentali. Tra le proprie finalità, il CIRA si propone di acquisire e trasferire know-how per il miglioramento della competitività delle imprese esistenti e per la nascita di nuove; assicurare lo sviluppo armonico, sinergico e complementare delle competenze e delle capacità; promuovere la formazione, nelle sue varie forme, e la conoscenza nel settore aerospaziale. L'Accordo ha per oggetto la collaborazione tra CIRA e INRiM su materie di comune interesse in coerenza con le rispettive finalità istituzionali.

Convenzione di collaborazione per l'attivazione del Master di secondo livello in "Mathematical and physical methods for space sciences" tra INRiM e Università di Torino – A.A. 2023-2024

INRiM partecipa, da circa 20 anni, allo sviluppo del sistema di navigazione satellitare europeo "Galileo" per il quale ha realizzato un'apposita struttura di riferimento metrologico, la collaborazione oggetto di questa convenzione è inserita in questo contesto tematico e la tematica rientra tra i Focal Points individuati nel Documento di Vision decennale dell'Istituto. L'Università di Torino ha in corso, per l'anno accademico 2023-2024, l'attivazione di un Master di secondo livello in "Mathematical and physical methods for space sciences" e l'INRiM è interessato a sostenere finanziariamente la formazione di due studenti contribuendo con 5/6 l'importo di 6.000 euro alla copertura delle tasse di iscrizione al master e proponendo uno stage presso la sede di Torino dell'Istituto.

Convenzione tra INRiM e Consorzio TOP-IX per la diffusione attraverso la fibra ottica del segnale di tempo riferito alla scala internazionale "Universal Time Coordinated" (UTC). Autorizzazione alla sottoscrizione

Dal 2014 l'INRiM è parte del Consorzio TOP-IX (Torino Piemonte Internet Exchange) – consorzio senza fini di lucro nato nel 2002 con lo scopo di creare e gestire un Internet Exchange per lo scambio del traffico internet – sviluppando una proficua collaborazione scientifica nel campo della diffusione di segnali di riferimento di frequenza e di tempo, attraverso fibre ottiche presenti sul territorio e non dedicate a uso esclusivo metrologico. INRiM, nella sua qualità di Istituto metrologico primario e depositario per l'Italia del campione nazionale di tempo, è in grado di fornire il segnale riferibile alla scala di tempo internazionale Universal Time Coordinated (UTC) necessario per l'espletamento del servizio di internet exchange svolto dal Consorzio e per questo INRiM e TOP-IX intendono stipulare una nuova convenzione, di durata triennale, con oggetto la fornitura, da parte dell'Istituto, del segnale di tempo di riferimento per il servizio TaaS (Time as a Service), attraverso tecniche in fibra ottica, per consentire a TOP-IX di offrire il servizio di diffusione dello stesso.

Le associazioni

L'INRiM è membro di organismi che gravitano in aree di interesse tipicamente metrologiche e non solo.

Nel 2023 l'Istituto ha aderito alla nuova associazione **UNINFO - Ente di normazione tecnica federato all'UNI,** un'associazione volontaria a carattere tecnico-scientifico e divulgativo, senza fini di lucro, che si prefigge di promuovere, realizzare e diffondere la normazione tecnica nel settore delle tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni e delle loro applicazioni, sia a livello nazionale che europeo ed internazionale; a dicembre 2022 è stato istituito, presso UNINFO, il Comitato UNI/CT 535 "Quantum Technologies", incaricato di seguire i lavori del Comitato europeo CEN/CLC JTC 22 "Quantum Technologies", dedicato alle tecnologie quantistiche e alla relativa normazione; l'INRiM ha aderito in qualità di socio effettivo e ha nominato i propri esperti nel Comitato UNI/CT 535 "Quantum Technologies"; l'adesione all'associazione permetterà di sviluppare le opportunità emergenti dalla collaborazione con gli associati in programmi italiani ed europei di ricerca e innovazione, partecipando ai progetti connessi.

Nel 2023 sono state rinnovate le associazioni ai seguenti organismi normativi:

- *CEI – Comitato Elettrotecnico Italiano*: associazione di diritto privato, riconosciuta dallo Stato Italiano e dall'Unione Europea, responsabile in ambito nazionale della normazione tecnica in campo elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni; propone, elabora, pubblica e divulga Norme tecniche che costituiscono il riferimento per la presunzione di conformità alla "regola dell'arte" di prodotti, processi, sistemi e impianti elettrici; il personale dell'INRiM partecipa alle attività di numerosi Comitati CEI, mettendo a disposizione la propria professionalità;
- *UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione*: associazione privata, senza fine di lucro, riconosciuta dallo Stato e dall'Unione Europea; studia, elabora, approva e pubblica le norme tecniche volontarie - le cosiddette "norme UNI" - in tutti i settori industriali, commerciali e del terziario (tranne in quelli elettrico ed elettrotecnico); rappresenta l'Italia presso le organizzazioni di normazione europea (CEN) e mondiale (ISO); il personale INRiM partecipa attivamente ai Working Groups e alle Commissioni dell'UNI, che fruisce delle conoscenze e delle preziose competenze di esperti nei vari campi.

L'INRiM ha confermato la sua adesione anche a *TOP-IX - Torino Piemonte Internet eXchange*, consorzio costituito al fine di creare e gestire un NAP (Neutral Access Point, altrimenti denominato Internet eXchange - IX) per lo scambio del traffico Internet nell'area del Nord Ovest.

L'istituto ha aderito anche al *Consorzio Cineca*, un Consorzio Interuniversitario formato da 70 università italiane, 8 Enti di Ricerca Nazionali (tra cui CNR, INAF, INFN, OGS) e il MUR; è attualmente considerato il maggiore centro di calcolo in Italia e uno dei più importanti a livello mondiale.

Nel 2023 l'Istituto ha rinnovato la propria adesione anche ai *Cluster "Energia"* e *"Fabbrica Intelligente"*, Cluster tecnologici nazionali promossi dal MUR, costituiti allo scopo di favorire la creazione di reti di soggetti pubblici e privati che operano sul territorio nazionale in settori quali la ricerca industriale, la formazione e il trasferimento tecnologico; i Cluster funzionano da catalizzatori di risorse per rispondere alle esigenze del territorio e del mercato, nonchè per coordinare e rafforzare il collegamento tra il mondo della ricerca e quello delle imprese.

Storica è l'adesione dell'INRiM, in qualità di membro, ai Poli di Innovazione della Regione Piemonte elencati di seguito, la cua associazione è stata confermata anche per l'anno 2023.

Il *Polo di Innovazione BIOPMED*, nato dall'impulso della Regione Piemonte nell'ambito del programma POR-FESR 2007-2013, associa imprese, centri di ricerca, università, fondazioni, ASL, ospedali e associazioni attivi nei campi della salute umana e delle scienze della vita, per promuovere l'interazione tra ricerca e industria, stimolare l'innovazione e accompagnare processi di internazionalizzazione.

Il *Polo MESAP "Smart Products and Manufacturing"* si occupa di prodotti, di processi intelligenti e dei loro produttori, nella convinzione che solo la loro connessione possa accrescere la competitività del territorio piemontese. Per questo promuove e sostiene progetti e collaborazioni tra aziende, università e centri di ricerca per rafforzare le filiere tecnologiche e industriali. L'Agenda Strategica di Ricerca del Polo è costituita dalle

tematiche di ricerca e di trasferimento tecnologico di interesse per i suoi associati (imprese e organismi di ricerca).

Rinnovata anche la collaborazione con il *CMM Club Italia*, associazione senza fini di lucro composta da utilizzatori, fornitori di servizi, studiosi di metrologia, laboratori metrologici, università, professionisti e costruttori di Macchine di Misura a Coordinate. Essa opera sotto la presidenza, la direzione scientifica ed il patrocinio dell'INRiM, ed è un'azione strutturata di trasferimento della conoscenza. L'obiettivo principale del CMM Club Italia è sviluppare e diffondere la cultura tecnica e scientifica e fare rete nel settore della metrologia dimensionale in generale e di quella a coordinate in particolare, adeguata alle esigenze di qualità e competitività delle aziende italiane.

Infine, l'INRiM è stato membro, anche per il 2023, dei seguenti organismi nazionali:

- *ACAE – Associazione per la Certificazione delle Apparecchiature Elettriche*: è un organismo di certificazione indipendente senza scopo di lucro che opera nei settori delle apparecchiature elettriche di bassa e alta tensione; annovera tra i suoi Soci organizzazioni operanti nel settore della certificazione, utilizzatori e produttori di apparecchiature elettriche, istituti di ricerca e laboratori di prova indipendenti.
- *ACCREDIA – L'Ente Italiano di Accreditamento*: è l'Ente Unico nazionale di accreditamento designato dal governo italiano, in applicazione del Regolamento europeo 765/2008, ad attestare la competenza e l'imparzialità degli organismi di certificazione, ispezione, verifica e validazione, e dei laboratori di prova e taratura. Accredia è un'associazione riconosciuta che opera senza scopo di lucro, sotto la vigilanza del Ministero delle Imprese e del Made in Italy;
- *AIA – Associazione Italiana di Acustica*: è un'associazione senza fini di lucro, a carattere scientifico, dedicata a favorire gli scambi di informazioni scientifiche e tecniche e i rapporti di collaborazione tra i propri Soci, favorire e promuovere relazioni con altre Associazioni ed Enti italiani e internazionali, diffondere risultati di ricerche e notizie concernenti i vari temi dell'acustica;
- *AICQ - Associazione Italiana Controllo Qualità*: è una federazione di associazioni territoriali senza fini di lucro, la cui finalità è di promuovere, favorire e realizzare lo studio, lo sviluppo e l'applicazione delle metodologie e dei sistemi per il miglioramento della cultura della qualità;
- *AIDI - Associazione Italiana di Illuminazione*: l'associazione svolge una costante azione di informazione scientifica, tecnica e culturale per la diffusione della conoscenza delle tematiche legate all'illuminazione e ha come "mission" principale quella di divulgare e promuovere la "cultura della luce", contribuendo così a favorire lo sviluppo dell'innovazione e delle nuove tecnologie;
- *APEnet - Associazione degli Atenei ed Enti di Ricerca per il Public Engagement*: si tratta di un'associazione che ha come fine la diffusione, promozione e valorizzazione della cultura e delle esperienze di Public Engagement; ha sede a Torino e riunisce Università ed Enti/Istituti di Ricerca che riconoscono il ruolo e l'importanza dei valori e delle azioni di Public Engagement; l'INRiM, divenendo socio fondatore, avrà l'opportunità di partecipare ai progetti, usufruire di eventuali contributi e avviare collaborazioni con gli associati ai fini dell'implementazione di programmi italiani ed europei di ricerca, innovazione e sviluppo tecnologico;
- *APRE - Agenzia Promozione Ricerca Europea*: si tratta di un'associazione di ricerca no-profit che fornisce ai propri associati (imprese, enti pubblici e privati) informazioni supporto e assistenza per la partecipazione ai programmi e alle iniziative di collaborazione nazionale ed europee (con particolare riferimento a Horizon 2020) nel campo della ricerca e del trasferimento dei risultati delle ricerche;
- *Bio Industry Park*: il Parco Scientifico Tecnologico è nato nel 1998 con l'obiettivo di favorire la nascita e la crescita di aziende innovative e di collegare il mondo delle imprese ai centri di ricerca e all'università; si tratta di un luogo che attrae grandi investimenti dove multinazionali e startup scelgono di insediarsi per sviluppare il proprio business; la realizzazione del Bioindustry Park rappresenta un esempio di ottima collaborazione tra pubblico e privato che coniuga la capacità industriale e l'interesse generale, favorendo l'opportunità di collaborazione e partnership fra istituzioni, imprese locali ed internazionali, cluster e altri parchi scientifici;

- *CUNA - Commissione Tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo di Torino*: si tratta di un'associazione senza fini di lucro, di carattere tecnico e federata all'UNI – Ente Nazionale Italiano di Unificazione, il cui scopo è di contribuire alla soluzione di argomenti di unificazione tecnica nel campo delle macchine mobili, loro componentistica e prodotti affini o connessi;
- *DAP - Distretto Aerospaziale Piemonte*: l'Associazione non ha scopo di lucro ed è finalizzata ad attuare le iniziative per lo sviluppo e il consolidamento di un distretto tecnologico aerospaziale del Piemonte e la promozione delle eccellenze del settore aerospaziale presenti sul territorio piemontese, anche al fine di promuovere la nascita, ovvero lo sviluppo, di piccole e medie imprese (PMI) nella filiera aerospaziale;
- *FPI - Fondazione Piemonte Innova*: la fondazione (ex Torino Wireless) è centro di attrazione di un network di aziende grandi, medie e piccole, centri di ricerca pubblici e privati che sviluppano soluzioni innovative per molti settori, dall'energia alla mobilità, dal building al turismo, dal monitoraggio ambientale all'agroalimentare, dalla sanità al banking; la sua missione è contribuire alla competitività del territorio, accelerando la crescita delle imprese che utilizzano le tecnologie come fattore strategico di sviluppo e affiancando le istituzioni nella progettazione e gestione di processi di innovazione;
- *IMQ – Istituto Italiano del Marchio di Qualità*: è un ente di certificazione italiano, senza scopo di lucro, che opera nel campo della valutazione della conformità (sicurezza, qualità, sostenibilità) per l'Italia e per l'estero;
- *NETVAL - Network per la valorizzazione della ricerca*: è un'associazione la cui mission è valorizzare la ricerca universitaria nei confronti del sistema economico ed imprenditoriale, enti ed istituzioni pubbliche, associazioni imprenditoriali e aziende, venture capitalist e istituzioni finanziarie; Netval vuole rappresentare un ponte tra la ricerca pubblica e le imprese interessate ad accrescere la propria competitività attraverso l'innovazione;
- *SCI – Società Chimica Italiana*: la Società ha lo scopo di promuovere lo studio ed il progresso della Chimica e delle sue applicazioni ed in particolare di favorire ed incrementare la ricerca scientifica in tutti i campi della Chimica, divulgare la conoscenza della Chimica e l'importanza delle sue applicazioni nel quadro del progresso e del benessere dell'umanità, promuovere e favorire lo studio della Chimica nelle Università ed in tutte le Scuole di ogni ordine e grado, promuovere in ogni campo lo sviluppo delle Scienze;
- *SIF – Società Italiana di Fisica*: si tratta di un ente morale con lo scopo di promuovere, favorire e tutelare lo studio e il progresso della Fisica in Italia; è il promotore e l'organizzatore della Scuola Internazionale di Fisica "E. Fermi", evento che consiste in un insieme di corsi che si tengono ogni anno a Varenna sul Lago di Como e al quale l'INRiM partecipa periodicamente con un corso, rivolto agli studenti di dottorato, dedicato alla Metrologia;
- *Unimet*: è un ente federato UNI, che si occupa della normativa nell'ambito dei metalli non ferrosi.

10 – LE ATTIVITA' E I RISULTATI DI MAGGIOR RILIEVO CONSEGUITI NEL 2023

10.1 - RICERCA E SVILUPPO (R&S)

Il lavoro descrive la fabbricazione del primo cristallo fotonico polimerico 3D con proprietà ottiche tunabili. Grazie all'impiego di innovative tecniche di stampa laser a due fotoni e materiali polimerici a base di cristalli liquidi capaci di cambiamento di forma, è stato possibile realizzare cristalli fotonici le cui proprietà ottiche possono essere controllate in maniera completamente reversibile grazie a una deformazione meccanica alla nanoscala in risposta a una variazione di temperatura locale.

De Bellis, I., Martella, D., Parmeggiani, C., Wiersma, D.S. and Nocentini, S., (2023). Temperature Tunable 4D Polymeric Photonic Crystals. Advanced Functional Materials, p.2213162 (IF 19.0).

Il lavoro descrive l'emulazione di funzionalità di sistemi biologici attraverso l'utilizzo di reti memresistive di nanofili. In particolare viene mostrato, attraverso un approccio innovativo basato sulla tomografia ad impedenza, come tali reti sono in grado di emulare le cosiddette "tracce di memoria" (memory engrams), ovvero cambiamenti fisico/chimici tipici dei sistemi neurali biologici supposti essere alla base della rappresentazione dell'esperienza nel nostro cervello.

Milano, G., Cultrera, A., Boarino, L., Callegaro, L., & Ricciardi, C. (2023). Tomography of memory engrams in self-organizing nanowire connectomes. Nature Communications, 14(1), 5723. (IF 16.6)

In questo articolo, vengono presentati due avanzamenti per la caratterizzazione e la simulazione di supercondensatori: i) il primo riguarda un nuovo metodo per la determinazione della resistenza di leakage, ottenuta mediante una procedura di identificazione in due step, ii) il secondo riguarda un nuovo processo di identificazione iterativo del circuito equivalente del supercondensatore, che nasce dalla combinazione delle equazioni di stato non-lineari del circuito e dell'algoritmo CTRR (Conventional Trust Region Reflection). I risultati ottenuti dai nuovi processi di identificazione sono ottimi, con discrepanze tra valori simulati e misurati dell'ordine dei 5 mV nei processi statici e inferiori a 50 mV in quelli dinamici. I risultati sono stati verificati su un supercondensatore commerciale da 400 F, nell'ambito del progetto Horizon Europe 'Emphasis'.

M. Zucca, M. Hassanzadeh, O. Conti and U. Pogliano, "Accurate Parameters Identification of a Supercapacitor Three-Branch Model," in IEEE Access (JCR 2022 IF = 3.9), vol. 11, pp. 122387-122398, 2023, DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3328803

In questo articolo viene presentata una modellizzazione numerica efficiente per il calcolo delle correnti indotte in impianti medici metallici filiformi, la cui geometria può essere descritta in buona approssimazione come una struttura monodimensionale, esposti a campi magnetici a frequenza bassa e intermedia. Il metodo di calcolo proposto è validato tramite confronto con simulazioni tridimensionali ad alta risoluzione ed è applicato, a titolo di esempio, in vari contesti biomedicali, quali l'ipertermia magnetica, la tomografia a risonanza magnetica e la stimolazione magnetica transcranica. Il lavoro è stato svolto nel contesto della EMN Mathmet.

O. Bottauscio, A. Arduino, M. Chiampi, L. Zilberti, "Simplified modeling of implanted medical devices with metallic filamentary closed loops exposed to low or medium frequency magnetic fields," in Computer Methods and Programs in Biomedicine (JCR 2022 IF = 6.1), vol. 229, 2023, 107316, DOI: 10.1016/j.cmpb.2022.107316

Il lavoro descrive la progettazione e la caratterizzazione di un sistema di ipertermia (40-45 °C) ad ultrasuoni in grado di garantire un rilascio uniforme nella regione "bersaglio" con un controllo ad anello chiuso. Il sistema consente di mantenere la temperatura impostata per un l'intera durata del trattamento (tipicamente 5/8 minuti). Lo stesso sistema è stato utilizzato per le prove *in vivo*, previste all'interno del progetto EURAMET EMPIR 18HLT06 RaCHy, presso l'Ospedale San Raffaele.

A.M. Ivory, R. De Melo Baesso, G. Durando, S. Rajagopal, P. Miloro, Development and Testing of a System for Controlled Ultrasound Hyperthermia Treatment with a Phantom Device, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, doi: 10.1109/TUFFC.2023.3235453 (IF:3.6)

Il lavoro nasce nell'ambito del progetto EMPIR RaCHy, dalla collaborazione tra i settori ML04 e ML05, l'Università degli Studi di Firenze e l'ente metrologico turco TUBITAK UME. L'attenzione è focalizzata sulla sintesi e la caratterizzazione fisico-chimica di nanoparticelle in magnetite per applicazioni biomedicali, come l'ipertermia magnetica. L'obiettivo principale è la valutazione dell'influenza di diverse tipologie di rivestimento superficiale sulle proprietà di rilascio di calore delle nanoparticelle, quando eccitate da campi magnetici alternati entro i limiti biofisici. A tal fine, si è svolta un'approfondita caratterizzazione delle proprietà strutturali,

morfologiche, dimensionali, magnetiche e di ipertermia. I risultati ottenuti hanno dimostrato che l'utilizzo del citrato come rivestimento superficiale può portare a diversi vantaggi, migliorando sia il livello di dispersione sia l'efficienza di riscaldamento delle nanoparticelle.

M.Vassallo, D. Martella, G. Barrera, F. Celegato, M. Coïsson, R. Ferrero, E. S. Olivetti, A. Troia, H. Sözeri, C. Parmeggiani, D. S. Wiersma, P. Tiberto, A. Manzin. Improvement of Hyperthermia Properties of Iron Oxide Nanoparticles by Surface Coating, ACS Omega 2023, 8 (2), 2143-2154 (IF 4.1).

Il lavoro, nato dalla collaborazione tra i settori ML04, ML05 e QN01, si propone di sviluppare nanomateriali ibridi per applicazioni biomedicali, quali il rilascio controllato di farmaci. In particolare, si focalizza sullo studio di nanosistemi multi-responsivi basati su nanogocce prodotte con diversi perfluorocarburi e rivestimenti polimerici, capaci di trasportare e rilasciare ossigeno in risposta a stimoli esterni. L'obiettivo principale è il superamento delle limitazioni associate agli stimoli convenzionali (ultrasuoni e luce), conferendo alle nanogocce la capacità di rilasciare ossigeno in risposta a campi magnetici alternati, mediante la decorazione superficiale con nanoparticelle in magnetite. A tal fine, è stata compiuta un'approfondita caratterizzazione dimensionale, chimico-fisica e funzionale, associata a test *in vitro* per la valutazione della citotossicità. I risultati ottenuti hanno dimostrato l'efficacia dello stimolo magnetico nel rilascio controllato di ossigeno e la biocompatibilità dei nanomateriali.

S. Galati, M. Vassallo, M. Vicentini, M. Vallino, F. Celegato, G. Barrera, D. Martella, E. S. Olivetti, A. Sacco, J. Petiti, C. Divieto, P. Tiberto, A. Manzin, A. Troia. Dual-responsive magnetic nanodroplets for controlled oxygen release via ultrasound and magnetic stimulation, Nanoscale 2024, 16, 1711-1723, First published on 5th December 2023 (IF 6.7).

Review article sulla misura della interazione Dzyaloshinskii-Moriya (DMI) in film ultrasottili magnetici: Viene analizzato lo stato dell'arte delle tecniche di misura del coefficiente dell'interazione Dzyaloshinskii-Moriya, la costante DMI, in sistemi in cui l'interazione ha origine all'interfaccia tra due materiali. Viene fornita una panoramica delle tecniche sperimentali, nonché del loro background teorico e dei modelli per la quantificazione della costante DMI. Le tecniche di misura sono divise in tre categorie: (a) basate su pareti di dominio, (b) basate su onde di spin e (c) basate su torsioni spin-orbita. Vengono analizzati vantaggi e svantaggi di ciascun metodo e confrontati i valori di D in diversi sistemi. Si cerca di ottenere una migliore comprensione dell'applicabilità delle diverse tecniche e dell'origine delle discrepanze tra i valori trovati nella letteratura.

"Measuring interfacial Dzyaloshinskii-Moriya interaction in ultrathin magnetic films" M. Kuepferling, A. Casiraghi, G. Soares, G. Durin, F. Garcia-Sanchez, L. Chen, C. H. Back, C. H. Marrows, S. Tacchi, and G. Carlotti, Rev. Mod. Phys. 95, 015003 (2023)

Lo studio riguarda le proprietà magnetiche di matrici di nanofili di Co che mostrano assorbimenti di risonanza ferromagnetica a zero campo di polarizzazione in un intervallo di 0-30 GHz. Matrici colonnari di nanofili di Co con lunghezze di 8-15 μm sono state cresciute elettrochimicamente usando membrane di allumina anodica spesse ~20 μm con diametri dei pori di 50 nm. Sono state caratterizzate le proprietà microstrutturali, magnetiche statiche e a microonde di cinque diversi array di nanofili. I nanofili studiati presentano diverse tessiture della struttura cristallina e proprietà magnetiche. Le forme del ciclo magnetico statico e le frequenze di risonanza ferromagnetica degli array di nanofili sono state riprodotte correttamente utilizzando il software micromagnetico Mumax3. Per ogni campione, i parametri di input dipendenti dalla diffrazione a raggi X e dai dati microstrutturali sono stati ottimizzati per consentire la migliore corrispondenza dei cicli di isteresi sperimentali e dei relativi spettri a microonde. Usando questo metodo, è stato possibile analizzare l'interazione piuttosto complessa tra la geometria e le caratteristiche magneto-strutturali dei diversi array, definendo quali parametri giocano un ruolo chiave nello sviluppo di nanosistemi con specifiche proprietà a microonde.

"Micromagnetic simulation of electrochemically deposited Co nanowire arrays for wideband microwave applications", M. Pasquale, D.G. Trabada, E.S. Olivetti, C.P. Sasso, M. Coisson, A. Magni, F. G. Sanchez, and M.I Vazquez, J. Phys. D: Appl. Phys. 56 485001 (2023) (IF 3.4)

Lo studio riguarda l'effetto Nernst osservato in campioni di MnBi ottenuti tramite tecniche di metallurgia delle polveri, con la possibilità di regolare le proprietà magnetiche in fase di preparazione. Queste condizionano le proprietà termoelettriche trasverse ampliando le possibilità di progettazione di materiali funzionalizzati nell'ambito degli effetti termoelettrici. Inoltre, il coefficiente di Nernst osservato in questi materiali policristallini, espresso in V/K e misurato in un campo magnetico statico di 1T è dello stesso ordine di grandezza di quello riportato in letteratura per i materiali a singolo cristallo.

Sola, A., Olivetti, E.S., Martino, L. and Basso, V., 2023. Polycrystalline MnBi as a transverse thermoelectric material. AIP Advances, 13(3) (2023) (IF 1.6)

L'influenza dei diversi componenti del tensore di interazione Dzyaloshinskii-Moriya (DMI) sulle proprietà delle pareti di dominio nei nanofili magnetici viene investigata utilizzando modelli analitici e simulazioni micromagnetiche. Vengono studiati gli effetti delle componenti DMI su inclinazione statica delle pareti di dominio e dinamiche guidate dal campo fuori dal piano. Dal punto di vista statico mostriamo come l'interazione di diverse componenti dei tensori DMI (diagonali e non diagonali) genera comportamenti non triviali nel tilting della parete che possono essere usati a vantaggio di nuovi schemi di misura della DMI. Lo studio della dinamica invece mostra come combinare elementi diagonali e fuori diagonale nel tensore DMI può portare a un incremento non lineare del campo di Walker breakdown, rappresentando un comportamento diverso dalla solita relazione lineare osservata nei casi di DMI di interfaccia o bulk.

"Domain wall statics and dynamics in nanowires with arbitrary Dzyaloshinskii-Moriya tensors", Di Pietro, A., García-Sánchez, F., & Durin, G. Physical Review B, 108 (17), 174427 (2023) (IF 3.7)

In questo articolo sono state valutate le incertezze dei coefficienti di influenza delle prove di durezza, normalmente trascurate nella valutazione dell'incertezza tipo combinata delle misurazioni. Viene quindi applicata la legge di propagazione dell'incertezza tenendo conto dei contributi all'incertezza dei coefficienti di influenza. Tale procedura è applicata ad un caso di studio che mostra come il metodo presentato può essere utilizzato per determinare i limiti di tolleranza dei parametri del ciclo di prova forniti nelle relative norme e verificare che le tolleranze effettive assicurino variazioni di durezza all'interno dell'incertezza prevista del metodo.

Rizza P., Prato A., Machado R.R., Germak A. (2023) "The role of influence coefficients in hardness measurements: A case study in Rockwell hardness measurements", MEASUREMENT 213, 112713,, https://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112713 (IF 5.6)

In questo articolo, viene studiato l'effetto di due parametri di influenza (velocità di applicazione del carico finale e l'intervallo di tempo della variazione della forza dal valore della forza preliminare al valore della forza totale), nelle misure di durezza Rockwell superficiali a diversi livelli per determinare i relativi coefficienti di sensibilità. È anche proposta una metodologia per il calcolo delle incertezze dei coefficienti di sensibilità tramite un metodo Monte Carlo applicato alla regressione lineare multipla al fine di considerare la variabilità sia delle grandezze di *input* che di *output* (incertezze calcolate anche con il metodo Monte Carlo).

Rizza, P; Murgia, M; Prato, A; Origlia, C; Germak, A (2023) "Determination of sensitivity coefficients and their uncertainties in Rockwell hardness measurement: a Monte Carlo method for multiple linear regression", METROLOGIA, 60, 1, 213, 015005, https://dx.doi.org/10.1088/1681-7575/aca334 (IF 2.4)

La metrologia della pressione è in una fase di profondo rinnovamento che mira ad un cambio di paradigma attraverso il quale la realizzazione del pascal sarà associato a metodi ottici "*quantum-based*". L'articolo descrive la realizzazione di un nuovo campione ottico di pressione basato sulla misura dell'indice di rifrazione mediante un interferometro a multi-riflessione, sviluppato nell'ambito del progetto europeo 18SIB04 "QuantumPascal". Il documento riporta le tappe fondamentali che hanno concorso a raggiungere l'obiettivo di sviluppare un campione allo stato dell'arte, basato su un metodo originale, con un'incertezza relativa di 10 ppm a 100 kPa.

Mari D., Pisani M., Astrua M., Zucco M., Pasqualin S., Egidi A., Bertinetti M., Barbone A. (2023), "Realisation of an optical pressure standard by a multi-reflection interferometric technique", MEASUREMENT 211, 112639, https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112639 (IF 5.6)

Nell'ambito del progetto ESA-ATOM volto alla realizzazione di un sensore di assetto per satelliti, è stata realizzata una struttura a vuoto presso la galleria metrologica dell'INRiM per condurre test di strumenti ottici per missioni spaziali. La facility consiste di due camere ad apertura rapida equipaggiate con finestre ottiche e accessori, collegate fra loro da una camera cilindrica di 200 mm di diametro di lunghezza modulabile. La distanza di lavoro fra le due camere può essere estesa fino a oltre 30 m. Ogni camera è equipaggiata con una pompa turbomolecolare, chiusura a saracinesca, e banco ottico interno. Sarà inoltre dotata di termostati per i test termo-vuoto dei payload per temperature da -30 °C a 120 °C.

Gli accelerometri a bordo delle missioni spaziali della Agenzia Spaziale Europea "JUICE" e "BepiColombo" sono stati progettati per misurare con grande accuratezza il campo gravitazionale delle lune di Giove e di Mercurio. La taratura di tali sensori a terra è complicata dalla presenza del rumore sismico naturale che è della stessa entità del segnale di misura in volo. La strategia di misura messa a punto in INRiM per la caratterizzazione di accelerometri per missioni spaziali interplanetarie si basa sulla generazione dinamica di piccoli angoli e sulla misura estremamente accurata degli stessi. La combinazione dell'angolo con

l'accelerazione di gravità genera l'accelerazione di riferimento soddisfacendo i requisiti di missione (incertezza 100 ppm su 10^{-4} m/s^2). Entrambe le missioni sono attualmente in volo per le rispettive destinazioni.

Le strutture ZnO a fiore (ZFL) e ad ago (ZLN) sono state messe nella resina acrilica UV-indurente (EB) per valutare l'effetto del riempimento sulla piezoelettricità. I compositi mostravano dispersione uniforme ma con più riempitivo, gli aggregati aumentavano e il ZnO non si incorporava bene nella resina. L'aggiunta di riempitivo aumentava la temperatura di transizione vetrosa (Tg) e diminuiva il modulo di immagazzinamento. Rispetto alla EB UV (Tg = 50 °C), il 10% di ZFL e ZLN aveva Tg di 68 e 77 °C. La risposta piezoelettrica era buona a 19 Hz; a 5 g, le tensioni RMS erano 4,94 e 1,85 mV per ZFL e ZLN (20% in peso). L'aumento della tensione RMS non seguiva il riempimento ma dipendeva dal ZnO. a sperimentazione ha dimostrato che i compositi polimerici hanno mostrato una risposta piezoelettrica significativa quando esposti a un'accelerazione di 19 Hz. È emerso che le tensioni di uscita RMS, misurate a 5 g, sono state molto promettenti: i film compositi contenenti ZFL hanno registrato una tensione di 4,94 mV, mentre quelli con ZLN hanno raggiunto 1,85 mV. Questi risultati indicano che i materiali testati hanno un potenziale considerevole per applicazioni piezoelettriche, nonostante le variazioni nel carico di riempimento.

Duraccio D., Capra P.P., Fioravanti A., Malucelli G. "Influence of Mechanical Properties on the Piezoelectric Response of UV-Cured Composite Films Containing Different ZnO Morphologies". Polymers, Vol. 15, Issue 5, pp. 1159 (2023) (IF 5.0)

Il lavoro riporta lo sviluppo di uno spettrometro CRDS a cavità combinata di seconda generazione e presenta le misure della frazione molare di H_2O in N_2 gassoso di elevata purezza. Le misure hanno dimostrato una riproducibilità statistica di 5 parti per miliardo con un tempo di integrazione di circa 0,2 s. Ciò ha permesso di ottenere una frazione minima rilevabile di acqua (limite di rilevazione) di 160 parti per trilione.

Fasci E., Khan M. A., D'Agostino V., Gravina S., Fernicola V., Gianfrani L., Castrillo A., "Water vapor concentration measurements in high purity gases by means of comb assisted cavity ring down spectroscopy" Sensors Actuators A 362 114632 (2023) (I.F. 4.6)

Lavoro di rassegna che illustra lo stato dell'arte dei calcoli *ab initio* di proprità termofisiche di atomi e molecole e la loro applicazione alla metrologia dei fluidi.

Garberoglio G., Gaiser C., Gavioso R. M., Harvey A. H., Hellmann R., Jeziorski B., Meier K., Moldover M. R., Pitre L., Szalewicz K., Underwood R. "Ab Initio Calculation of Fluid Properties for Precision Metrology J. Phys. Chem. Ref. Data 52, 031502 (I.F. 4.3)

In un articolo su richiesta da parte dell'*Editor* di *Nature Physics* viene raccontato come oggi collaborano Meteorologia e Metrologia. Solo nel 2010 i reciproci esperti e delegati si sono incontrati fisicamente a Ginevra per firmare un accordo di riconoscimento reciproco. Da quell'evento si è aperta una profonda collaborazione tra le due comunità, con scambio reciproco di esperti, progetti internazionali, sviluppo di linee guida e documenti condivisi. L'INRiM si è da subito posizionato in un ruolo trainante con il progetto MeteoMet, le attività in Artico e alta montagna, nuovi laboratori e siti di misura. L'articolo riporta questa collaborazione attraverso storie, progetti e fatti.

A difference of consequence, Merlone A., Musacchio C., Bich W., Nature Physics, 2023, 19(10), pp. 1518 (I.F. 19.5)

L'articolo riporta i risultati di uno studio multidisciplinare durato 54 mesi durante i quali è stata valutata la mutua influenza delle condizioni microclimatiche, tecniche di pulitura e prodotti conservativi sullo sviluppo della colonizzazione cianobatterica delle rocce arenarie del Parco Nazionale delle Incisioni Rupestri di Naquane (Italia, WHS UNESCO). Lo studio ha valutato la ricolonizzazione post-pulizia da parte dei diversi litobionti stagionalmente per 54 mesi utilizzando in combinazione tecniche di imaging, fluorimetria e colorimetria, per le quali sono stati sviluppati specifici protocolli di misura vista la peculiarità del sito e delle condizioni stagionali di misura.

Favero-Longo S.E., Matteucci E., Voyron S., Iacomussi P., Ruggiero M.G., Lithobiontic recolonization following cleaning and preservative treatments on the rock engravings of Valle Camonica, Italy: A 54-months monitoring, Science of the Total Environment Volume 901, 165885 (2023), https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165885 (IF 9.8)

L'adsorbimento delle proteine è un passaggio cruciale nella vita dei biomateriali per l'applicazione ossea, come i vetri bioattivi. Lo studio dei meccanismi di adsorbimento è di per sé un compito difficile, che è ancora più complesso sui vetri bioattivi a causa della reattività superficiale. Qui viene riportato l'effetto del doping dell'argento mediante scambio ionico sull'interazione di un vetro bioattivo a base di silice con albumina e fibronectina, proteine sieriche legate all'osteointegrazione. In questo lavoro è stato osservato che a causa della formazione di uno strato di gel di silice idrata durante l'adsorbimento, le proteine non sono solo presenti

sulla superficie dei vetri bioattivi, ma sono anche incorporate all'interno dello strato di reazione superficiale.

Effect on albumin and fibronectin adsorption of silver doping via ionic exchange of a silica-based bioactive glass, Ceramics International Volume 49, Issue 9, May 2023, 13728 (IF 5.2)

Il progetto DARTWARS impiega le tecnologie quantistiche per incrementare la sensibilità di esperimenti basati su rivelatori a basso rumore e qubit superconduttivi. In particolare, si persegue lo sviluppo di travelling-wave parametric amplifiers (TWPA) ad alto guadagno e larga banda (5–10 GHz), e temperatura di rumore inferiore ai 600 mK. Lo sviluppo segue due direttive, una basata su giunzioni Josephson e l'altra sull'induttanza cinetica di superconduttori.

A Rettaroli, C Barone, M Borghesi, S Capelli, G Carapella, AP Caricato, I Carusotto, A Cian, D Di Gioacchino, E Enrico, P Falferi, L Fasolo, M Faverzani, E Ferri, G Filatrella, C Gatti, A Giachero, D Giubertoni, V Granata, A Greco, C Guarcello, D Labranca, A Leo, C Ligi, G Maccarrone, F Mantegazzini, B Margesin, G Maruccio, C Mauro, R Mezzena, AG Monteduro, A Nucciotti, L Oberto, L Origo, S Pagano, V Pierro, L Piersanti, M Rajteri, S Rizzato, A Vinante, M Zannoni, "Ultra low noise readout with traveling wave parametric amplifiers: The DARTWARS project," Nucl. Instr. and Meth. A, vol. 1046, p. 167679 (2023) (IF 1.167)

Nuovi campioni quantistici di resistenza a effetto Hall (Quantized Hall Resistance, QHR), basati su dispositivi in grafene o a isolanti topologici, possono operare a bassi campi magnetici in criostati a secco. La misura di questi nuovi campioni può essere effettuata con ponti a comparatore di correnti criogenico (CCC), che sono estremamente accurati. I CCC operano però in elio liquido, il che risulta un limite alla diffusione dei nuovi QHR. Il lavoro mostra che è possibile aumentare l'accuratezza di ponti di resistenza a comparatore di correnti continue (DCC), più economici e operanti a temperatura ambiente, e quindi compatibili con i QHR in criostato a secco. E' descritta una metodica di determinazione dell'errore di rapporto dei DCC per confronto con un CCC, e viene studiata la stabilità della taratura sul medio periodo.

M. Marzano, C. Cassiago, V. D'Elia, E. Gasparotto, L. Callegaro, "On the calibration of DC resistance ratio bridges", Measurement, vol. 223, p. 113664 (2023), doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113664 (IF 5.6)

Il lavoro introduce una nuova tecnica di imaging quantistico che permette di realizzare imaging di fase, una tecnica di alto valore per gli studi biologici, al di sotto dello shot noise sfruttando le correlazioni quantistiche (entanglement nel numero di fotoni) dei fasci gemelli.

"Quantum enhanced non-interferometric quantitative phase imaging", G. Ortolano, A. Paniate, P. Boucher, C. Napoli, S. Soman, S. F. Pereira, I. Ruo-Berchera, M. Genovese, Light - Science & Applications 12, 171 (2023) (IF 19.4)

Questo lavoro realizza uno studio sia teorico che sperimentale volto a coniugare i vantaggi del ghost imaging (un protocollo di imaging quanstistico) con l'imaging plenottico, una tecnica che potrebbe avere applicazione in varie aree.

"Light-field ghost imaging" A. Paniate, G. Massaro, A. Avella, A. Meda, F.V. Pepe, M. Genovese, M. D'Angelo, I. Ruo-Berchera, Phys. Rev. Applied 21, (2024) 024032 (IF 4.6)

L'articolo riporta il fenomeno di "orientation melting" di un cristallo di 15 ioni. Un fenomeno nel quale particelle localizzate che sono soggette ad interazioni repulsive a lunga distanza, diventano delocalizzate seguendo traiettorie comuni.

Duca, Lucia; Mizukami, Naoto; Perego, Elia; Inguscio, Massimo; Sias, Carlo, Orientational Melting in a Mesoscopic System of Charged Particles, PRL 131,8, 2023 (IF 8.6)

L'articolo riporta una introduzione su come nuove tecnologie di muografia possano trovare applicazioni in molteplici campi della fisica ed in particolare anche nelle attività di sincronizzazione di scale di tempo.

Tanaka, Hiroyuki K. M.; Bozza, Cristiano; Bross, Alan; Cantoni, Elena; Catalano, Osvaldo; Cerretto, Giancarlo; Giammanco, Andrea; Gluyas, Jon; Gnesi, Ivan; Holma, Marko; Kin, Tadahiro; Roche, Ignacio Lazaro; Leone, Giovanni; Liu, Zhiyi; Presti, Domenico Lo; Marteau, Jacques; Matsushima, Jun; Olah, Laszlo; Polukhina, Natalia; Ramakrishna, Surireddi S. V. S.; Sellone, Marco; Shinohara, Armando Hideki; Steigerwald, Sara; Sumiya, Kenji; Thompson, Lee; Tioukov, Valeri; Yokota, Yusuke; Varga, Dezso, The Muography, Nature Reviews Methods Primers, 3, 1, 2023 (IF 39.8)

10.2 - RUOLO ISTITUTO METROLOGICO PRIMARIO (NMI)

Questa pubblicazione descrive un approccio multistrumentale innovativo, utile per la determinazione dei parametri ottici di nanostrutture. Lo studio, sviluppato in collaborazione con alcuni gruppi del PTB che lavorano presso il sincrotrone BESSY II, introduce una strategia di metrologia ibrida ("Hybrid Metrology"), che integra tecniche complementari e tracciabili basate principalmente su raggi-X, al fine di ottenere una completa caratterizzazione dei nano-materiali (e.g. quantità di massa depositata, composizione chimica, struttura geometrica).

I. Murataj, A. Angelini, E. Cara, S. Porro, B. Beckhoff, Y. Kayser, P. Hönicke, R. Ciesielski, C. Gollwitzer, V. Soltwisch, F. Perez-Murano, M. Fernandez-Regulez, S. Carignano, L. Boarino, M. Castellino, F. Ferrarese Lupi (2023). Hybrid Metrology for Nanostructured Optical Metasurfaces. ACS Appl. Mater. Interfaces 15, 50, 57992–58002 (I.F. 9.5)

Procedura per il confronto da 0 a 10 V DC tra schiere di giunzioni Josephson. A. Sosso, RT-INRiM n.8 marzo 2023

Lo studio presentato in questo articolo è il risultato del lavoro congiunto di istituti metrologici e università, nell'ambito del progetto EMPIR 19NRM IT4PQ. Esso affronta il problema del comportamento in condizioni realistiche di sensori di tensione per misure di power quality in reti di distribuzione dell'energia elettrica in media tensione. Le grandezze di influenza considerate includono la temperatura, le vibrazioni, il carico e gli effetti di prossimità. Lo studio fornisce una descrizione dettagliata dei set-ups di misura e delle relative procedure di caratterizzazione e quantifica l'impatto delle diverse grandezze di influenza sulla misura di tensioni distorte, con contenuto spettrale sino a 9 kHz, analizzando diverse tipologie di sensori.

P.S. Letizia, G. Crotti, A. Mingotti, R. Tinarelli, Y. Chen, E. Mohns, M. Agazar, D. Istrate, B. Ayhan, H. Cayci, R. Stiegler, Characterization of Instrument Transformers under Realistic Conditions: Impact of Single and Combined Influence Quantities on Their Wideband Behavior. Sensors 2023, 23(18), 7833. doi.org/10.3390/s23187833. (IF 3.9)

La riferibilità della misura di campo magnetico variabile nel tempo assicura la qualità dei risultati delle misure finalizzate alla valutazione dell'esposizione umana. I sistemi INRiM per la generazione di campi magnetici di riferimento sono stati verificati partecipando nel 2023 al confronto di misura EURAMET.RF-S46 (Magnetic field probe calibration), che ha coinvolto 9 istituti metrologici nazionali. I risultati delle misure, condotte su due gamme di frequenza, da 53 Hz a 300 kHz e da 500 kHz a 30 MHz, hanno evidenziato l'ottimo accordo dei dati INRiM con i valori di riferimento del confronto supportando l'estensione delle CMC INRiM da 100 kHz a 300 kHz, gamma di particolare interesse per la valutazione dell'esposizione umana in ambiente industriale.

https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1776

L'INRiM partecipa al confronto internazionale pilota con gli istituti metrologici canadese (NRC) e sud coreano (KRISS) sulla taratura di microfoni MEMS nel campo di frequenza da 125 Hz a 12,5 kHz. Si sono sviluppati e caratterizzati nuovi sistemi e tecniche di misura per la taratura con il metodo del confronto in pressione ed in campo libero, necessari per la validazione del metodo ottico primario sviluppato da KRISS e NRC. All'interno del workshop CCAUV (Comitato Consultivo per l'Acustica, Ultrasuoni e Vibrazioni): The contribution of CCAUV to the "*Evolving needs in Metrology*", l'INRiM ha presentato i recenti risultati ottenuti nell'intervento dal titolo: *Comparison of the calibration results based on acoustical and optical methods for MEMS and LS2P microphones*.

L'armonizzazione del processo totale di analisi (TTP) è di fondamentale importanza nella medicina di laboratorio e determina la generale efficacia dei test *in vitro*. Nel lavoro sono state analizzate le cinque fasi del TTP, descrivendo le criticità emerse in ogni fase, e come queste hanno influito sull'efficacia dei test sierologici per il virus SARS-CoV-2. Testare la popolazione era essenziale per definire la sieropositività e, quindi, guidare le politiche sanitarie nella gestione della pandemia da Covid-19. Le molte differenze nella terminologia, nelle unità di misura, negli intervalli di riferimento e nei parametri adottati per l'interpretazione dei risultati, hanno reso complesso il confronto dei risultati analitici ottenuti con kit di misura differenti, portando ad una generale confusione che incide fortemente sulla comparabilità dei dati. Partendo da queste considerazioni legate al SARS-CoV-2, attraverso un lavoro interdisciplinare, gli autori hanno effettuato diversi test sierologici e hanno evidenziato i punti più critici e formulato proposte per rendere più solida l'armonizzazione del TTP nell'ambito dei test diagnostici di laboratorio.

A. Colombini, C. Divieto, R. Tomaiuolo, L. Mortati, J. Petiti, C. Di Resta, G. Banfi, The total testing process harmonization: the case study of SARS-CoV-2 serological tests, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine 2023, 61 (12), 2084-2093 (IF 6.8).

Il lavoro presenta i risultati ottenuti in un confronto tra software sviluppati per elaborare dati sperimentali ottenuti nelle misure di elementi in traccia, mediante tecniche di Analisi per Attivazione Neutronica basate sul metodo di calibrazione del k_0. Il confronto è stato organizzato dall'*International Atomic Energy Agency* (IAEA) e ha visto la partecipazione di 5 programmi (k0-IPEN, k0-INRiM, k0-DALAT, k0-IAEA e KayWin). È stato distribuito un unico set completo di spettri gamma unito ad informazioni sperimentali, quali massa dei campioni, tempi di irraggiamento, tempi di decadimento, tempi e distanza di conteggio, per la quantificazione di frazioni di massa di elementi opportunamente selezionati. Le misure sperimentali sono state eseguite sul materiale di riferimento certificato BCR-320R "channel sediment". L'articolo riporta il set di dati, i risultati intermedi e le frazioni di massa ottenuti dai partecipanti. Le variazioni di frazioni di massa sono state pari al 2.7% per gli elementi certificati e pari al 3.4% per gli elementi non certificati. Il software k0-INRiM è stato validato con successo ottenendo uno score Q2 pari a 1.13 e un indice Chi-quadrato normalizzato pari a 0.49.

M. Blaauw, G. D'Agostino, M. Di Luzio, H. M. Dung, R. Jacimovic, M. Da Silva Dias, R. Semmler, R. van Sluijs, N. Pessoa Barradas, The 2021 IAEA software intercomparison for k0-INAA, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2023, 332 (8), 3387-3400 (IF 1.6).

E' stato concluso nel 2023 il contratto EMPIR 19ENG06 HEFMAG e sono disponibili su Zenodo i 21 documenti con i risultati ottenuti nei confronti di misure di perdita eseguiti tra 50 Hz-10 kHz (anche a temperature diverse fino a 155°C) e tra 10 kHz-1 MHz. Un sommario dei risultati è visibile su hefmag.inrim.it, insieme ai link ai singoli documenti.

È stato effettuato un confronto tra la macchina campione di forza da 100 kN (MCF100) e la macchina campione di forza da 1000 kN (MCF1000) a due livelli di forza di 50 kN e 100 kN. Dall'analisi dei dati, riportata in un Rapporto Tecnico INRiM, si ottengono risultati che confermano la compatibilità delle due macchine e l'adeguatezza della macchina sotto test da 100 kN.

Facello A., Mazzoleni F., Prato A., Germak A. (2023) MCF100 and MCF1000 deadweight force standard machine internal comparison results, INRiM Technical Report 19/2023 June 2023

L'INRiM è l'istituto pilota del confronto chiave EURAMET.M.P-K15.2 sulle misure di pressione assoluta nell'intervallo compreso tra 0.3 mPa e 1 Pa. Il confronto prevede la partecipazione di otto istituti metrologici, è tuttora in corso e le misurazioni si protrarranno fino alla fine dell'anno 2024.

https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1862

Il confronto chiave EURAMET.L-K3.n01 è relativo alle misure angolari ed è pilotato dall'INRiM. Vi partecipano 22 istituti provenienti da 4 diverse RMO: 13 NMI da EURAMET, 6 da APMP, 2 da COOMET e 1 da GULFMET. La circolazione è cominciata nel 2021 e si è conclusa a fine 2023.

https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1737

I blocchetti pianparalleli sono campioni materiali di lunghezza e costituiscono la base delle riferibilità dimensionale. Il Confronto chiave CCL K1.2011 ha confrontato le CMC di 12 NMI (4 europei, 4 americani, 3 asiatici e 1 africano) su 7 blocchetti corti in acciaio, 6 in ceramica e 3 blocchetti lunghi in acciaio. Il confronto s'è concluso con l'approvazione di tutti i risultati e dell'Executive Report solo nel 2023 (Rapporto Finale pubblicato nel 2022), a dimostrazione della complicazione e delicatezza del confronto. Il confronto ha auto esito positivo, cioè i risultati sono stati sufficientemente coerenti nel complesso da convalidare l'intera operazione. Ciononostante, 10 partecipanti su 12 non hanno ottenuto compatibilità piena per tutti i valori misurati, e di questi 4 hanno registrato almeno una deviazione significativa dal valore di riferimento. L'INRiM ha ottenuto compatibilità piena per tutti i valori, con valori di $|E_N| \leq 0{,}54$ per i blocchetti corti in acciaio, $|E_N| \leq 0{,}35$ per quelli in ceramica e $|E_N| \leq 0{,}61$ per quelli lunghi.

Viliesid M., Dubé P. and Colín C., Calibration of gauge blocks by optical interferometry comparison - final report, Metrologia 59 04005, www.doi.org/10.1088/0026-1394/59/1A/04005 (IF 2.4)

Un ponte di alta resistenza è stato ottimizzato nell'intervallo 10 TΩ ÷ 100 TΩ. La migliore procedura di misura prevede più passaggi, in cui ad ognuno viene aggiornato il valore del resistore in taratura ed in cui al terzo si ottiene la deviazione standard più bassa e la distribuzione delle misure approssimativamente normale. Questo per il raggiungimento del regime di rumore bianco e per il bilanciamento del ponte prossimo all'ideale. Strumenti statistici sono state utilizzati per identificare il rumore bianco. Si sono applicate regole di triangolazione per validare sia il processo di misura che il modello per estrapolare i valori dei resistori campione

a basse tensioni.

Mihai I., Galliana F., Application of Statistical Tools to Optimize a Dual Source Electrical High Dc Resistance Bridge, Mapan 38(3) 573-581 September 2023, Open Access. (IF 1.0)

L'articolo ed il rapporto tecnico trattano del confronto BIPM.EM-K13.a (1 Ω) e BIPM.EM-K13.b (10 kΩ) tra il BIPM e l'INRiM. Il confronto ha avuto esito positivo in quanto le misure dell'INRiM e del BIPM sono risultate compatibili rispetto le loro incertezze estese. In particolare queste differenze sono risultate pari a $-0{,}074 \pm 0{,}134\times10^{-6}$ e $-0{,}045 \pm 0{,}174\times10^{-6}$ rispettivamente a 1 Ω e 10 kΩ a 2σ.

Rolland B., Stock M., Gournay P., Capra P. P. and Galliana F., "Bilateral comparison of 1 Ω and 10 kΩ standards (ongoing, BIPM key comparisons BIPM.EM-K13.a and 13.b) between INRiM (Italy) and the BIPM", 6 July 2023 Metrologia 60(1) 10.1088/0026-1394/60/1A/01010 (IF 2.4)

Capra P. P., Galliana F., Francese C., Lanzillotti M. and Roncaglione Tet L. "INRiM-BIPM.EM-K13.a and b Key Comparisons of Electrical Resistance Standards using 1 Ω and 10 kΩ Resistors as Travelling Standards: INRiM results" Rapporto tecnico 3/2023, gennaio 2023

L'articolo descrive i risultati del CCT-Key Comparison 9 "ITS-90 SPRT calibration from the Ar TP to the Zn FP" nel quale l'INRiM ha ottenuto un ottimo accordo con i valori di riferimento per tutti i punti fissi compresi fra 84 K (Ar) e 693 K (Zn).

T. Herman, M. Chojnacky, K. Hill, S. Rudtsch, I. Yang, P. P. M. Steur, R. Dematteis, G. Lopardo, F. Sparasci, C. Martin, L. Risegari, J. Widiatmo, T. Nakano, I. Saito, K. N. Quelhas, P. Giorgio, J. Sun, J. Zhang, J. Pearce and J. Gray, "ITS-90 SPRT calibration from the Ar TP to the Zn FP", Metrologia 60, 03001, (2023) (I.F. 2.4)

Report dei risultati del confronto interlaboratorio EURAMET P1459 – ATM – Air Temperature Metrology

Å. A. Falnes Olsen, D. MacLochlainn, C. G. Izquierdo, D. Smorgon, R. Deschermeier, C. Eckerleben, F. Bubser, M. Voldán, M. Holmsten, P. Pavlasek, M. I. Maniur, S. O. Aytekin, P. Carroll, S. Bell, I. Kolaveri, C. Hofstätter-Mohler, J. Nielsen, P. Rothmund, R. A. Bergerud, M. Dobre, D. Van Den Berghe, J. Bojkovski, P. Raab, H. Mitter, T. Vukićević, A. Kowal, J. Dobosz, S. Cohodarevic, R. Högström, E. Turzó-András, E. Georgin, R. Jarosz, S. Simic, E. Kokkini, J. de Lucas Veguillas, "Report from interlaboratory comparison of air thermometer calibration procedures – EURAMET project 1459" (2023)

La Guida è il prodotto finale del progetto IUPAC n. 2019-012-1-500 "Influence of a mass balance constraint on uncertainty of test results of a substance or material and risks in its conformity assessment". Presenta un'impostazione di statistica bayesiana (con relativi codici di calcolo) per la valutazione del rischio di decisioni errate nella valutazione di conformità di prodotti multicomponente quando le componenti del prodotto sommano a 1 o al 100 % (per es. nella composizione chimica di una lega o di altri prodotti chimici o alimentari). Il vincolo di massa introduce una correlazione fisica tra i valori delle compenti, che può andare ad aggiungersi a quelle metrologiche eventualmente presenti tra le rispettive misure: i modelli sviluppati accomodano queste correlazioni permettendo una corretta valutazione di conformità dei prodotti.

Pennecchi F., Kuselman I., Hibbert D.B. IUPAC/CITAC Guide: Evaluation of risks of false decisions in conformity assessment of a substance or material with a mass balance constraint (IUPAC Technical Report), Pure Appl. Chem. 2023; aop, https://doi.org/10.1515/pac-2022-0801 (IF: 1.8)

Il Progetto EURAMET TC-Q n. 1582 "*On-site peer review of GEOSTM*" coordinato dall'INRiM è nato nell'ambito del Progetto di Twinning finanziato dalla EU "*Strengthening of institutional as well as human capacities of Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM) according to the international/EU best practices*". Si tratta di un progetto di audit del QMS del GEOSTM, istituto metrologico della Georgia, per la valutazione della sua conformità rispetto alle norme internazionali ISO/IEC 17025 e ISO 17034 che lo scopo di dare supporto allo sviluppo e al miglioramento dei processi del GEOSTM e fornire un valido strumento per il miglioramento del riconoscimento a livello internazionale e per confermare il raggiungimento dei requisiti del CIPM MRA. La sua attivazione è fondamentale per dare supporto alla Georgia nel suo ingresso in EURAMET.

EURAMET TC-Q Project n. 1582 "On-site peer review of GEOSTM" https://www.euramet.org/technical-committees/tc-projects/details/project/on-site-peer-review-of-geostm

L'articolo descrive nel dettaglio i risultati di tre diverse *survey* effettuate all'interno della *Measurement Uncertainty Training Activity* della EMN Mathmet, in particolare una sui corsi relativi all'incertezza di misura tenuti dai membri del consorzio e da alcuni stakeholder dell'attività, una sui casi studio già sviluppati utili per l'insegnamento della materia, ed un'altra sui software al momento disponibili per la valutazione dell'incertezza. I risultati vengono presentati in forma aggregata e analizzati criticamente nei loro aspetti di forza e in quelli di

debolezza, fungendo allo stesso tempo da panoramica aggiornata sullo stato dell'arte dell'insegnamento dell'incertezza di misura (ai vari livelli e nei vari settori) e da punto di riferimento per ulteriore materiale didattico per docenti e discenti della materia.

Pennecchi F.R., Harris P.M. (2023), Mathmet Measurement Uncertainty Training activity – Overview of courses, software, and classroom examples, ACTA IMEKO (ISSN: 2221-870X), June 2023, Volume 12, Number 2, 1 – 6, DOI: https://doi.org/10.21014/actaimeko.v12i2.1310

Questo articolo presenta un confronto interlaboratorio (ILC) sulla spettroscopia Raman come tecnica per la quantificazione relativa dei due polimorfi più comuni del biossido di titanio (TiO_2), anatasio e rutilo, in miscele binarie. Tutti i modelli risultanti mostrano discrepanze inferiori al 2% rispetto ai valori nominali nell'analisi quantitativa nell'intervallo di concentrazione delle frazioni di miscela dal 5% al 95%. I risultati di questo ILC forniscono la convalida della spettroscopia Raman come metodo affidabile per la quantificazione delle fasi TiO_2.

Quantification of titanium dioxide (TiO2) anatase and rutile polymorphs in binary mixtures by Raman spectroscopy: an interlaboratory comparison, Metrologia, Volume 60, Issue 51 October 2023, 055011 (IF 2.4)

INRiM ha acquisito, allestito e testato un nuovo campione primario di tensione elettrica continua basato su campione quantistico a effetto Josephson programmabile (PJVS), capace di generare rapidamente livelli di tensione continua estremamente accurati fino a 10 V. Il sistema è stato integrato in un setup per la taratura di riferimenti di tensione a stato solido. Il servizio di taratura è entrato a far parte del Sistema di Qualità dell'INRiM, e la prima campagna è stata condotta a fine 2023, unitamente alle misure dei campioni viaggiatori del BIPM per il confronto internazionale BIPM.EM-K11, i cui risultati sono attesi per il 2024.

P. Durandetto, B. Trinchera, D. Serazio, E. Enrico, A 10 V PJVS-based DC voltage realization at INRiM, 26th IMEKO TC4 Symposium and 24th International Workshop on ADC and DAC Modelling and Testing (IWADC), 2023, pp. 117-121. DOI: 10.21014/tc4-2023.2.

I ponti di resistenza a comparatore di correnti continue (direct-current comparator bridge, DCC) sono largamente impiegati nelle istituzioni metrologiche e nei laboratori di taratura per la realizzazione di scale di resistenza e tarature di resistori per l'industria. Nel lavoro, svolto in collaborazione con la divisione AE, si confrontano le prestazioni di tre differenti modelli di DCC per confronto sugli stessi resistori campione. I risultati mostrano la compatibilità delle misure e forniscono una mutua validazione delle specifiche dei ponti stessi. La forte correlazione interna delle serie temporali delle letture dei ponti impone un trattamento statistico non convenzionale per la stima dell'incertezza di tipo A, viene applicata la recente norma ISO 24185:2022 "Evaluation of the uncertainty of measurements from a stationary autocorrelated process".

M. Marzano, P.P. Capra, C. Cassiago, V. D'Elia, E. Gasparotto, L. Callegaro, "Metrological assessment of DC current comparator resistance bridges," Measurement, vol. 2015, p. 112858 (2023), doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112858 (IF 5.6)

Questo lavoro realizza uno studio sistematico su nuovi centri di colore in diamante dovuti alla presenza di un atomo di magnesio, in quanto promettenti come sorgenti a singolo fotone "on demand" necessarie per una futura ridefinizione della candela.

"Magnesium-Vacancy optical centers in diamond", E. Corte, G. Andrini, E. Nieto Hernandez, V. Pugliese, A. Costa, G. Magchiels, J. Moens, S. Malven Tunhuma, R. Villarreal, L. M. C. Pereira, A. Vantomme, J. G. Correia, E. Bernardi, P. Traina, I. P. Degiovanni, E. Moreva, M. Genovese, S. Ditalia Tchernij, P. Olivero, U. Wahl, J. Forneris, ACS Photonics 10, 101-110 (2023) (IF 7.0)

L'articolo riporta una misura assoluta di frequenza della transizione di orologio dell'atomo di Yb al limite dell'accuratezza delle fontane al Cesio. È un lavoro di estrema rilevanze per la roadmap per la ridefinizione del secondo

Goti, Irene; Condio, Stefano; Clivati, Cecilia; Risaro, Matias; Gozzelino, Michele; Costanzo, Giovanni A.; Levi, Filippo; Calonico, Davide; Pizzocaro, Marco; Absolute frequency measurement of a Yb optical clock at the limit of the Cs fountain, Metrologia, 60, 3 (2023) (IF 2.4)

10.3 - KNOWLEDGE TRANSFER (KT)

Co-organizzazione e chairmanship della conferenza *NanoInnovation 2023*, contribuendo con l'organizzazione di un simposio su Metrology and Nanomaterials for Energy (22 settembre), La Sapienza, Roma, Italia.

L. Boarino, N. De Leo, Nanoinnovation 2023, Roma

Co-organizzazione del workshop of "Deep Learning meets Neuromorphic Hardware" (organizzato da G. Milano, INRiM; Claudio Gallicchio, Università di Pisa; Andrea Ceni, Università di Pisa), Workshop all'interno dell' "European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (ECML-PKDD 2023)"

G. Milano, 18-22 September 2023, Torino

Relazione orale su invito, dal titolo "In uncertainty we trust - the path towards EPT's maturity, from a metrological perspective", tenuta online da L. Zilberti, durante la riunione del 5 ottobre 2023 dello Study Group on Electro-Magnetic Tissue Properties (EMTP) dell'International Society for Magnetic resonance in Medicine (ISMRM). La relazione ha permesso di informare la principale comunità internazionale di riferimento circa il lavoro svolto all'INRiM per sviluppare procedure per la valutazione di incertezza *pixel wise* nel contesto della tomografia delle proprietà elettriche.

L. Zilberti, "In uncertainty we trust - the path towards EPT's maturity, from a metrological perspective", Study Group EMTP, International Society for Magnetic resonance in Medicine (ISMRM), 5 ottobre 2023.

Corso "La metrologia a supporto delle Risonanza Magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti", organizzato e tenuto in collaborazione tra INRiM e Associazione Italiana di Fisica Medica. Il corso ha visto la partecipazione di circa 40 persone, provenienti dalle principali Fisiche Mediche nazionali. A valle del corso, si sono avviati due gruppi di lavoro congiunti INRiM e AIFM sui seguenti temi di interesse dell'associazione: GdL1: Rischio da esposizione a c.e.m. in RM di pazienti e lavoratori: valutazione di "buone pratiche" in scenari operativi, GdL2 Progettazione, realizzazione e caratterizzazione di phantom standardizzati.

Corso tenuto in collaborazione tra INRiM e AIFM, "La metrologia a supporto delle Risonanza Magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti", Torino, 19-20 ottobre 2023

Co-organizzazione e chairmanship del workshop "*La metrologia a supporto della risonanza magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti*". L'evento è stato organizzato come iniziativa congiunta dell'Associazione Italiana di Fisica Medica e Sanitaria (AIFM) e dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), che, nel corso del 2022, hanno firmato un protocollo d'intesa in materia di collaborazione tecnico-scientifica e formazione nel campo delle radiazioni non ionizzanti. Al workshop, che ha coinvolto 8 relatrici e relatori nazionali esperte/i in risonanza magnetica, hanno partecipato circa 40 fisici medici provenienti da tutto il territorio nazionale e 10 ricercatori INRiM.

Presentazione su invito *"From 1D to 3D Computational Micromagnetics for Realistic Simulations of Magnetic Nanomaterials and Nanodevices"* nella sessione speciale *"Realism in Micromagnetics"*, organizzata dal Dr. Cindi Dennis (NIST, USA), nell'ambito della 68th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM2023), svoltasi a Dallas, Texas (USA), dal 30 ottobre al 3 novembre 2023.

Brevetto italiano per un sensore di cavitazione con potenziali applicazioni nei diversi settori industriali che utilizzano il fenomeno (*biotreatement*, *food processing*, *cleaning* and *pharmaceuticals*). Attualmente coperto da segretezza per estensione a livello UE della domanda e in fase di risposta da ufficio esaminatore per la licenza. Pubblicato sulla piattaforma "Knowledge Share dell'INRiM".

Nell'ambito della *Summer School* 2023 di ACCREDIA organizzata in collaborazione con l'INRiM, la Divisione AE ha contribuito con docenze sia nella sessione teorica generale, sia in quella tecnico-pratica. In particolare: corso "Elementi di statistica e valutazione dell'incertezza", strutturato in due mezze giornate *on-line*; corso "Strumenti per pesare e micro-dosatori", strutturato da una sessione formativa teorica e da una sessione tecnico-pratica svolta presso i laboratori dell'INRiM, con una durata totale di quattro giorni; corso "Strumentazione elettrica in bassa frequenza" strutturato in una sessione teorica della durata di due giorni e una sessione pratica svoltasi in laboratorio della durata di 3 giorni.

ACCREDIA Summer School 2023, 5 giugno-6 luglio 2023, Torino, https://www.accredia.it/evento/summer-school-2023/. Riferimenti:

Pennecchi F., Malengo A., Torchio D., Capra P.P., D'Elia V., Galliana F., Lanzillotti M., Roncaglione Tet L..

Nell'ambito del progetto EMPIR 19RPT02 RealMass è stato sviluppato il software "RealMass Calibration" per la realizzazione della scala di massa. Il *software* può essere utilizzato al livello degli istituti metrologici, ma anche nei laboratori accreditati per la taratura di campioni di massa. L'elaborazione è basata sul metodo Gauss Markov e sui moltiplicatori di Lagrange. Il *software* è distribuito gratuitamente in *open source*.

Malengo A., Torchio D. (2023) "Development of a comprehensive software application for realization and dissemination of the mass scale" Measurement Science and Technology 2023 34 (7), 074001 (IF 2.4)

Cavi con capicorda crimpati vengono spesso utilizzati nei laboratori di prova nei test sovra temperatura per validare i dispositivi elettrici. L'aumento della resistenza delle connessioni crimpate causa dissipazioni di potenza e calore durante le prove, pregiudicandone l'esito. Questo lavoro valuta l'effetto delle sollecitazioni termiche sulla resistenza di tali connessioni che risulta più sensibile a queste he rispetto alle sollecitazioni meccaniche. Un limite della potenza dissipata durante i test di sovratemperatura è risultato circa 4 W pari ad una resistenza di 24 μΩ a 400 A. Il rispetto di questi limiti eviterebbe inutili scarti di apparecchiature in prova.

F. Galliana, L. Bellavia, S. E. Caria, A. P. Perta and P. E. Roccato, "The Effect of Thermal Stresses on the Electrical Resistance of Crimped Connections", MAPAN, Metrology journal of India 38 (1), PP. 71-82, March 2023. https://doi.org/10.1007/s12647-022-00574-1*, (IF 1.0)*

Organizzazione e *chairmanship* dell'*Annual Meeting* della IAPWS *Executive Committee and Working Groups 2023,* ospitata a Torino, inclusa organizzazione di un simposio dal titolo "*Underpinning the Seawater Science*", che ha visto la partecipazione di circa 80 scienziati provenienti da 20 Paesi diversi.

Lago S., Giuliano Albo P. A., Fernicola V., Romeo R., Annual Meeting of IAPWS Executive Committee and Working Groups, Torino, 3-8 September 2023

I migliori metodi per misurare i fenomeni meteorologici e i cambiamenti climatici sono stati al centro delle giornate di studio che dal 22 al 30 settembre2023 hanno visto scienziati provenienti dai cinque continenti riuniti a Torino per sessioni scientifiche, meeting internazionali e progetti. I temi discussi hanno spaziato dalle misure meteorologiche "classiche" ai metodi innovativi per comprendere i fenomeni climatici, inclusi quelli oceanici, alpini, artici, in alta atmosfera e in grotta. I ricercatori, tra l'altro, sono stati condotti al laboratorio sotterraneo delle grotte di Bossea (Cuneo), per la presentazione della rinnovata rete di sensori installati dall'Inrim con il Politecnico di Torino e il Cai. Il 28 settembre è stata inaugurata inoltre la prima Stazione climatologica di riferimento italiana, gestita dall'Inrim insieme alla Società meteorologica italiana e ospitata nel parco di Stupinigi. Il sistema andrà a contribuire al nascente network mondiale di stazioni climatologiche di massimo livello, interconnesse tra loro; il GSRN del GCOS. L'INRiM si candida quindi come centro di eccellenza nella metrologia per il clima, offrendo laboratori unici e una rete di siti di misura sperimentali. Il sito avrà anche una marcata connotazione divulgativa, grazie a una nuova installazione didattica sul clima, voluta dal Comune di Nichelino (Torino). La serie di eventi ha visto la presenza di un autore dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), vincitore del Nobel per la pace nel 2007, di membri delle segreterie scientifiche delle commissioni delle Nazioni unite per clima e meteo, con direttori e dirigenti ricercatori rappresentanti nazionali a Ginevra.

Metrology for Meteorology and Climate - MMC 2023 Stupinigi – 25-29 settembre 2023, Riferimenti: Merlone A. (Conference Chair), Musacchio C., Coppa G., Bottacin A., Aranda N., Melli E., Sacchetti A.

Organizzazione del *three-day training workshop "An introduction to measurement uncertainty for young and early career marine scientists*" nell'ambito del progetto H2020 MINKE "*Metrology for Integrated marine management and Knowledge-transfer nEtwork*". Il *workshop*, ospitato dall'INRiM dal 25 al 27 settembre 2023, era rivolto a giovani scienziati, studenti e operatori nel campo delle scienze marine. L'evento, organizzato in modalità ibrida, è stato strutturato in tre giornate nelle quali sono stati trattati i seguenti temi: introduzione e panoramica sui principi dell'incertezza di misura; applicazione dell'incertezza di misura ai temi delle scienze marine con presentazione di *case study* specifici; visita ai laboratori dell'INRiM e tavola rotonda con discussione delle tematiche del *workshop*. Sono intervenuti circa 40 partecipanti, prevalentemente in presenza (6 da remoto).

Rolle F., Durbiano F., Sega M., MINKE three-day training workshop "An introduction to measurement uncertainty for young and early career marine scientists" INRiM, Torino, 25-27 settembre 2023

È stato depositato a livello Europeo un brevetto inerente il metodo di fabbricazione di materiali di riferimento per la taratura di strumenti di misura in grado di valutare il coefficiente di luminanza di materiali. L'invenzione

consiste nella procedura di progettazione di un set di materiali di riferimento (RM) stampati in 3D e nei RM stessi utilizzabili per tarare gli strumenti che misurano la ripartizione spaziale della luce riflessa dai materiali (coefficiente di luminanza, BRDF). Il vantaggio maggiore è che questi RM sono molto flessibili nelle applicazioni, possono essere usati per tarare strumentazione fotometrica per la caratterizzazione sia degli asfalti sia di materiali generici per applicazioni di realtà virtuale. Inoltre, sono i primi RM completamente IoT effettivamente brevettati, in questo modo non sarà più necessario diffondere fisicamente i MR, ma solo la procedura di progettazione e il modello STL.

Iacomussi P., Brevetto EU n. EP3995816 A method of manufacturing a reference material for calibrating a luminance measuring device for road pavements, corresponding reference material and calibration kit

Organizzazione e co-*chair* della terza edizione del workshop congiunto di ENBIS ed EMN Mathmet "*Mathematical and Statistical Methods for Metrology*" (MSMM 2023). Il workshop (con il supporto organizzativo del PoliTo) ha avuto lo scopo di dare visibilità internazionale ai prodotti della EMN Mathmet (quali la *Strategic Research Agenda* e i *Quality Assurance Tools*), nonché di presentare i risultati più significativi ottenuti dai progetti di ricerca condotti in seno a Mathmet. Ha visto la partecipazione, in presenza, di 72 persone provenienti da istituti metrologici e di ricerca, università e aziende di tutta Europa. Con un supporto di 30 membri internazionali del comitato scientifico, l'evento ha ospitato 2 presentazioni ad invito, 44 presentazioni orali, 7 poster, nonché 6 sessioni organizzate su tematiche specifiche inerenti a progetti EMPIR ed EPM.

Pennecchi F.R. Workshop "Mathematical and Statistical Methods for Metrology", INRiM, 30-31 maggio 2023

Partecipazione all'organizzazione del *webinar* di presentazione dell'edizione italiana della Guida Eurachem/CITAC "Incertezza associata al campionamento nelle analisi chimiche". L'evento, organizzato congiuntamente dall'Istituto Superiore di Sanità, ACCREDIA, ALPI Associazione e INRiM, tenutosi a Roma, presso la sede di ACCREDIA il 9 e 10 marzo 2023, ha avuto l'intento di illustrare la Guida, la cui traduzione in lingua italiana è frutto di una collaborazione di vari enti nazionali (ACCREDIA, ALPI, ISS, INRiM, ISPRA) e promuovere la sua applicazione nei laboratori che operano in campo. Ha offerto indicazioni in merito alla valutazione dell'incertezza di misura dai dati della validazione, fornito esempi didattici e condiviso esperienze in vari settori che rappresentano lo stato dell'arte. Il *workshop* si è tenuto in modalità online per i partecipanti; tutti i relatori hanno partecipato in presenza. Ha avuto una vasta risonanza, con più di 800 iscritti. L'incertezza che deriva dal campionamento è una componente estremamente rilevante e il fatto che fino in tempi recenti non vi fossero linee guida o metodi normati rende il tema molto sentito da parte di coloro che operano nei laboratori chimici, come hanno dimostrato, oltre all'elevato numero di iscritti, i molti interventi da parte dei partecipanti durante le sessioni di discussione.

Rolle F., Sega M. Workshop "Incertezza associata al campionamento nelle analisi chimiche" – presentazione dell'edizione italiana della guida Eurachem CITAC, Roma, 9-10 marzo 2023

Partecipazione all'organizzazione della *Joint Conference* of IMEKO TC8, TC11, TC24 and EUROLAB aisbl, tenutasi a Funchal, nell'isola di Madeira (Portogallo). L'evento congiunto promosso da IMEKO TC8 (*Traceability in Metrology - new challenges and opportunities*), IMEKO TC11 (*Measurement in Testing, Inspection and Certification for confidence and safety*) e IMEKO TC24 (*New perspectives in Chemical measurements*) ha coperto diversi aspetti di interesse scientifico, portando esperti e professionisti a condividere idee e conoscenza sulle nuove sfide e opportunità nella riferibilità alle unità del SI, nei concetti di test, ispezione e certificazione e nuove prospettive nelle misurazioni chimiche. L'evento ha ottenuto una buona partecipazione internazionale, con 22 contributi provenienti da Paesi di tre continenti.

Sega M. Joint Conference of IMEKO TC8, TC11, TC24 and EUROLAB aisbl, Madeira (Portugal) 11-13 Ottobre 2023.

È stato sviluppato un metodo spettroscopico innovativo che permette di caratterizzare chimicamente e strutturalmente i virus direttamente in sospensione in pochi minuti. Una libreria di cinque diversi virus vegetali è stata ottenuta combinando la dielettroforesi (DEP), eseguita con un dispositivo appositamente progettato per catturare e agglomerare le particelle virali, e la spettroscopia Raman per fornire un'impronta chimica dei virioni.

Raman-dielectrophoresis goes viral: towards a rapid and label-free platform for plant virus characterization, Frontiers in Microbiology Volume 142023, May 2023, 1292461 (IF 5.2)

La rivista IEEE Instrumentation and Measurement Magazine ha assegnato all'autore la rubrica annuale "Fundamentals of measurements". Il primo numero è di carattere storico e tratta dell'impatto della proposta di

Giovanni Giorgi (1901) sulla recente revisione del Sistema Internazionale di unità (2019).

L. Callegaro, "Fundamentals of Measurement: Giovanni Giorgi and the International System of Units," IEEE Instrum. & Meas. Mag. vol. 26, n. 77, pp. 7-11, 2023. 10.1109/MIM.2023.10238365

Il comitato TC 113 "Nanotechnologies" dell'International Electrotechnical Commission (IEC) ha recentemente pubblicato due nuove norme che riguardano la caratterizzazione della conducibilità elettrica del grafene compatto (monolayer) su supporto rigido con due tecniche di misura in contatto (in-line four-point probe e van der Pauw). Il dr. Alessandro Cultrera, INRiM, membro del comitato e del working group WG8, è project leader delle due norme.

EC, Geneve, Switzerland, IEC TS 62607-6-7:2023 e IEC TS 62607-6-8:2023, Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-7: Graphene - Sheet resistance: in-line four-point method, van der Pauw method, Luglio 2023. (A. Cultrera (project leader IEC/TC 113 WG8)

Si è realizzato in collaborazione con UniTo il workshop internazionale Quantum 2023, a cui hanno partecipato circa 250 relatori da tutti i continenti. Steering Committee: Giorgio Brida (INRiM), Augusto GaruccioUniversità di Bari, INFN sez. Bari; Marco Genovese INRiM; Paolo Olivero Università di Torino, INFN sez. Torino; Enrico Predazzi Università di Torino. Organizing Committee: Milena D'Angelo, University of Bari, Jacopo Forneris University of Torino, Marco Gramegna INRiM, Fabrizio Piacentini INRiM, Ivano Ruo Berchera INRiM, Paolo Traina INRiM.

L’articolo riporta i più recenti dati di stabilità dell’orologio POP, oggetto di trasferimento tecnologico tra INRiM e Leonardo SpA, per la realizzazione di un orologio qualificato spazio.

Gozzelino, Michele; Micalizio, Salvatore; Calosso, Claudio E.; Belfi, Jacopo; Sapia, Adalberto; Gioia, Marina; Levi, Filippo; Realization of a pulsed optically pumped Rb clock with a frequency stability below 10-15, SCIENTIFIC REPORTS, 13 1 (2023) (IF 4.6)

10.4 – IL PANORAMA DEI PRODOTTI 2023 DELL'INRiM

I prodotti dell'INRiM, così come le attività delle Divisioni descritte nella Parte 2 – Schede di attività, sono stati suddivisi nelle tre seguenti categorie:

- Ricerca e Sviluppo (R&S)
- National Metrology Institute (NMI)
- Knowledge Transfer (KT)

Le due tabelle successive riportano la sintesi delle pubblicazioni dell'Istituto, mostrando prima il loro andamento nell'ultimo triennio e in seguito la distribuzione nelle strutture per l'anno 2023.

Tabella 3 – Sintesi delle pubblicazioni nel periodo 2021-2023 suddivise tra R&S, NMI e KT

Tipologia	**2021**				**2022**				**2023**			
		R&S	*NMI*	*KT*		*R&S*	*NMI*	*KT*		***R&S***	***NMI***	***KT***
Monografie e guide	**2**	1	1		**6**	1	4	1	**4**	**2**	**2**	**-**
Articoli su riviste indicizzate (2023: **IF medio[1]= 5.55**)	**176**	140	30	6	**175**	141	33	1	**205**	**183**	**16**	**6**
Articoli su riviste non indicizzate e capitoli di libro	**19**	11	3	5	**13**	12	-	1	**9**	**8**	**-**	**1**
Articoli su atti di congresso	**47**	29	16	2	**55**	30	22	3	**77**	**55**	**19**	**3**
Rapporti tecnici	**37**	16	19	2	**47**	16	26	5	**42**	**17**	**19**	**6**
Datasets	**9**	9	-	-	**2**	1	1	-	**3**	**2**	**1**	**-**
Totali	**290**	206	69	15	**298**	201	86	11	**340**	**267**	**57**	**16**

[1] IF medio 2022: 5.7; IF medio 2021: 4.9

Tabella 4 – Distribuzione delle pubblicazioni 2023 nelle strutture

Tipologia	**ML**			**AE**			**QN**			**DS/PRES**	**TOT 2023**		
	R&S	*NMI*	*KT*	*R&S*	*NMI*	*KT*	*R&S*	*NMI*	*KT*		***R&S***	***NMI***	***KT***
Monografie e guide	-	-	-	1			1	2		**-**	**2**	**2**	**-**
Articoli su riviste indicizzate	86	3	4	40	4	1	43	9	1	14 (R&S)[5]	**183**	**16**	**6**
Articoli su riviste non indicizzate e capitoli di libro	4	-	-	2	-	1	1	-	-	1 (R&S)	**8**	**-**	**1**
Articoli su atti di congresso	16	7	-	26	2	1	13	10	2	-	**55**	**19**	**3**
Rapporti tecnici	4	4	1	13	11	5	-	4	-	-	**17**	**19**	**6**
Datasets	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	**2**	**1**	**-**
Totali	**111**	**14**	**5**	**82**	**17**	**8**	**59**	**26**	**3**	**15**	**267**	**57**	**16**

[5] *Pubblicazioni del Presidente, del Direttore Scientifico e della Direzione Scientifica*

Si segnala che, a partire dal 2021, vengono censiti anche i datasets, che mostrano i dati utilizzati per la pubblicazione di un paper o che rappresentano l'output di un progetto; si tratta di prodotti importanti dal punto di vista dei risultati che riportano e sono significativi sul fronte del tema Open Science.

La tabella 5 riporta i dati relativi ad altri prodotti dell'Istituto, mostrando in particolare il panorama dei progetti su contratto e delle attività NMI dell'INRiM (servizi conto terzi, CMC e confronti internazionali).

I dati relativi alle attività di certificazione (Certificati di taratura e misura, Rapporti di prova e Relazioni ILC) sono riportati nella colonna delle attività NMI, in considerazione del fatto che tali prodotti sono strettamente legati all'accordo CIPM-MRA e alla conseguente possibilità di emettere certificati di taratura e di misura con validità internazionalmente riconosciuta da tutti i Paesi firmatari dell'accordo stesso. Questi certificati sono uno dei principali risultati del ruolo di Istituto Metrologico Primario svolto dall'INRiM. Inoltre, una quota significativa dei certificati di taratura emessi dall'INRiM è rivolta a gruppi di ricerca e laboratori che operano all'interno dell'istituto stesso e sono essenziali al funzionamento di tali laboratori, in termini di garanzia della riferibilità metrologica dei risultati di misura di strumenti e apparecchiature impiegati sia nello svolgimento delle attività di ricerca sia nell'erogazione di servizi di taratura e prova.

Tuttavia, poichè parte della certificazione è commissionata dalle industrie, i dati relativi a certificati di taratura e misura, rapporti di prova e relazioni ILC sono riportati anche nella tabella 6.

Tabella 5 – Progetti, attività servizi conto terzi e altri prodotti

Descrizione	**2021**			**2022**			**2023**		
	R&S	*NMI*	*KT*	*R&S*	*NMI*	*KT*	***R&S***	***NMI***	***KT***
Progetti di ricerca attivi nell'anno[6]	60	24	37	58	21	38	**106**	**23**	**47**
di cui nuovi	24	1	20	16	3	11	**41**	**7**	**13**
Certificati di taratura e misura		1.892			1.767			**1.910**	
Rapporti di prova e relazioni		48			41			**48**	
Relazioni ILC emesse (INRiM Proficiency Testing Provider)		176			172			**84**	
CMC pubblicate sul KCDB del BIPM		442			443			**439**	
Laboratori accreditati[7]		228			232			**247**	
Procedure di taratura		246			232			**230**	
Documenti e procedure del Sistema Qualità		22			22			**22**	
Confronti chiave e internazionali		50			28			**32**	
On site peer review visits (di NMI stranieri)		1			1			**1**	
Progetti di strumenti, apparati o impianti	8	-	1	1			**1**	**1**	
Manufatti e realizzazioni di rilievo	29	12	-		2	5	**6**	**1**	**3**

[6] Nel totale dei progetti (sia attivi che nuovi) sono compresi ache i progetti di istituto.
[7]. Laboratori accreditati dal Dipartimento ACCREDIA-DT con il supporto tecnico del'INRiM.

Nella tabella seguente sono invece riportati i principali prodotti/attività di trasferimento delle conoscenze.

Tabella 6 - Knowledge transfer – certificazione, brevetti, formazione e divulgazione scientifica

Descrizione	2021	2022	2023
	KT	*KT*	***KT***
Certificati di taratura e misura[8]	1.892	1.767	**1.910**
Rapporti di prova e relazioni	48	41	**48**
Relazioni ILC emesse (INRiM Proficiency Testing Provider)	176	172	**84**
Brevetti[9] depositati in Italia o all'estero	2	1	**2**
Brevetti che hanno ottenuto la concessione	-	3	**3**
Domande di estensione brevetto all'estero	-	3	**1**
Dottorati (triennali) attivati nell'anno	15	7	**11**
Tesi concluse nell'anno (dottorato)	6	8	**11**
Totale percorsi per laurea magistrale (tesi II livello)	20	18	**17**
Tesi di II livello	16 concluse nel 2021	12 concluse nel 2022	**11 concluse nel 2023**
Tirocini curriculari /tesi per laurea triennale	34	45	**53**
Tesi di I livello	11 concluse nel 2021	9 concluse nel 2022	**17 concluse nel 2023**
Tirocini extracurricolari post laurea magistrale	2	1	**-**
Stage PCTO (ex ASL) per scuola secondaria di II grado	-	5	**9**
Ricercatori stranieri presso INRiM (mesi-persona)	11	15	**73**
Ricercatori INRiM all'estero (mesi-persona)	11	9	**14**
Seminari INRiM di esperti esterni	5	12	**24**
Organizzazione congressi, workshops, meetings, corsi e riunioni tecniche*	24	35	**61**
Organizzazione/partecipazione ad eventi di divulgazione scientifica, articoli di divulgazione scientifica*	11	19	**34**
Web communications riguardanti: eventi, giornate internazionali e nazionali, congressi, seminari, progetti, workshop, meeting*	77	67	**74**
Media communications*	38	21	**15**
Comunicati stampa	5	8	**6**

**a differenza degli anni precedenti sono state censite sia le attività gestite dagli uffici amministrativi che quelle gestite in autonomia dal personale; il censimento è stato effettuato tramite un form dedicato, disponibile nel database SIR per la raccolta dei dati di consuntivo*

[8] *Si vedano le indicazioni riferite alla tabella 5.*

[9] *Sono censiti sia i brevetti depositati da INRiM sia quelli di "inventori" dell'INRiM, ma depositati da altri organismi, in genere partner industriali.*

11 – LE PUBBLICAZIONI E LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA RICERCA

La pubblicazione scientifica svolge molti ruoli differenti nella ricerca scientifica. È sicuramente necessaria per ampliare la conoscenza scientifica, per condividere i risultati scientifici, per certificare la qualità della ricerca svolta ed è un veicolo di trasmissione tra i ricercatori per promuovere un dialogo sulle attuali conoscenze e per stimolare uno sguardo al futuro della scienza.

Lo strumento più utilizzato per conoscere il valore di una pubblicazione scientifica è l'impact factor (IF) che misura il numero medio di citazioni ricevute, nell'anno di riferimento considerato, dagli articoli pubblicati da una rivista scientifica nei due anni precedenti: è pertanto un indicatore della performance dei periodici scientifici, che esprime l'impatto (l'influenza, la popolarità o l'autorevolezza) di una pubblicazione sulla comunità scientifica di riferimento. L' IF è calcolato sullla serie storica degli articoli di una rivista e cerca di ovviare al fatto che la maturazione di un articolo dal punto di vista delle citazioni è sondabile solo nel futuro; si tratta di una modalità necessaria per poter avere il quadro del valore di un articolo, anche se il numero di citazioni ottenute nel tempo dall'articolo stesso sarebbe la metrica più corretta di valutazione.

Anche l'ANVUR, per gli esercizi di Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR), per la valutazione dei contributi in riviste (ovvero articoli scientifici), ha utilizzato, in abbinamento alla peer review, l'analisi bibliometrica, prendendo in considerazione non solo l'Impact Factor della rivista ma anche altri indicatori bibliometrici quali l'Article Influence (AI), il CiteScore e lo SCImago Journal Rank (SJR).

Il 25 settembre 2023 è stata pubblicata sul sito Anvur, una versione provvisoria del nuovo Bando VQR 2020-2024.

Le Istituzioni e i principali portatori di interesse (CRUI, CUN, CONPER, CODAU, ecc.) hanno potuto inviare osservazioni e commenti in forma aggregata. Il Direttore Scientifico ha partecipato al Gruppo di Lavoro sulla valutazione del CoPER (Consulta dei Presidenti degli Enti pubblici di ricerca), che si è fatto portavoce presso Anvur delle osservazioni/considerazioni degli EPR riguardo alla versione provvisoria del bando. Tramite il GdL del CoPER è stato richiesto all'ANVUR l''inserimento, tra le tipologie dei prodotti che possono essere presentati nell'ambito della valutazione, delle procedure tecniche, e in particolare delle CMC, che sono state esplicitamente citate nel documento finale del GdL sulla valutazione. E' stata anche apprezzata l'introduzione nel Bando della procedura di valutazione dei progetti competitivi internazionali e delle infrastrutture, che dovrebbe consentire all'INRiM di valorizzare queste importanti attività.

Le principali novità presenti nel Bando VQR 2020-2024 (versione definitiva del 31 ottobre 2023 pubblicata alla pagina https://www.anvur.it/attivita/vqr/vqr-2020-2024/riferimenti-normativi-e-documenti-anvur/), sono le seguenti:

- l'Istituto dovrà conferire per la valutazione un numero massimo di prodotti che corrisponde a 2,5 volte il numero dei ricercatori/tecnologi in servizio al 1 novembre 2024 (meno prodotti in totale rispetto alla precedente VQR);
- ad ogni ricercatore/tecnologo deve essere associato almeno un prodotto; nel caso di mancato conferimento da parte di un ricercatore di almeno un prodotto, il prodotto sarà considerato mancante (punteggio 0) e non sarà possibile, per la struttura di riferimento, compensare con i prodotti di altri ricercatori/tecnologi;
- i prodotti con un numero di coautori pari o inferiore a 5 possono essere presentati, per ogni Istituzione, una volta per struttura e fino a un massimo di 2 strutture della stessa Istituzione;
- l'elenco delle tipologie di prodotti che si potranno conferire per la valutazione comprende anche:
  - Procedure, rapporti, relazioni scientifiche e note tecniche, anche a supporto degli organi politici e ministeri vigilanti (es. rapporti di taratura metrologica; progetti relativi a missioni spaziali; pareri o rapporti forniti o prodotti per authority, ministeri, organi tecnici di governo; ecc.);
- il giudizio di qualità attribuito ad un prodotto, per quanto concerne il criterio della "metodologia", è legato alla capacità del prodotto non solo di presentare in modo chiaro gli obiettivi della ricerca e il loro valore scientifico, ma anche alla sua capacità di presentare "la letteratura utilizzata e i risultati ottenuti,

favorendo altresì, ove applicabile, la riproducibilità dei risultati, la trasparenza rispetto a metodi e procedure adottate e l'accesso ai dati utilizzati, nella logica di valorizzare l'intero processo che ha portato alla realizzazione del prodotto della ricerca"; viene dunque messa in evidenza l'importanza dei dati gestiti secondo i principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable);

- al momento del conferimento dei prodotti, sarà a cura di ogni istituzione comunicare ad Anvur la disponibilità del prodotto in modalità aperta, fornendo per tutti i prodotti non esclusivamente cartacei un codice identificativo univoco (DOI o ISBN, o altro); i GEV avranno il compito di verificare l'effettiva rintracciabilità del prodotto in base al codice fornito (è ammesso un periodo di embargo di max 18 mesi per le aree in cui è coinvolto l'Istituto, ovvero Aree 02, 09 e 03);
- Terza Missione: gli EPR dovranno portare in valutazione un numero di casi studio pari a un caso studio ogni 50 ricercatori in servizio al 1° novembre 2024;
- il Bando VQR 2020-2024 prevede la valutazione di due nuovi ambiti:
  - progetti competitivi internazionali;
  - infrastrutture (facoltativo e riguardante solo gli EPR).

Per poter affrontare al meglio la futura VQR, è dunque necessario che le attività di ricerca svolte in Istituto, molte delle quali di ottima qualità, vengano censite in pubblicazioni scientifiche, al fine di far emergere le attività svolte e renderle fruibili al resto della comunità scientifica. Un maggior numero di pubblicazioni permetterebbe di avere valutazioni più favorevoli, maggior visibilità e maggior fruibilità dei dati ottenuti.

L'INRiM utilizzerà dunque le risorse del finanziamento premiale VQR 2015-2019 per mettere in atto strategie che mirino a:

- favorire l'incremento del numero di pubblicazioni;
- incentivare la pubblicazione su riviste ad alto impatto;
- promuovere la pubblicazione ad accesso aperto (come richiesto non solo da Anvur ma anche dalla Comunità europea).

Le tabelle successive mostrano il panorama degli articoli pubblicati nell'ultimo triennio e, per l'anno 2023, il dettaglio relativo alle strutture (i dati, ripartiti tra R&S, NMI e Terza Missione, sono riportati anche nelle tabelle 3 e 4 nel capitolo 10).

L'elenco dei prodotti 2023 è contenuto nel documento "*Risultati e dati 2023*".

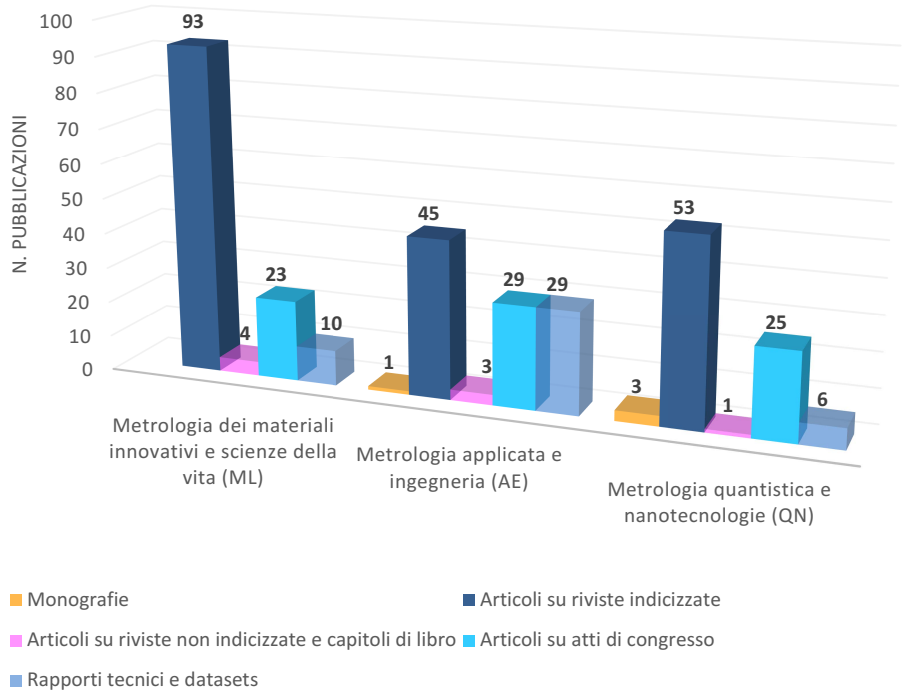
Tabella 7 – Pubblicazioni 2021-2023

Tipologia	2021	2022	2023
Monografie e guide	2	6	**4**
Articoli su riviste indicizzate (2023: IF medio[1]= 5.55)	176	175	**205**
Articoli su riviste non indicizzate e capitoli di libro	19	13	**9**
Articoli su atti di congresso	47	55	**77**
Rapporti tecnici e datasets	46	49	**45**
Totali	**290**	**298**	**340**

Tabella 8 – Distribuzione delle pubblicazioni 2023 per struttura

Tipologia	ML	AE	QN	DS/PRES	TOT
Monografie e guide	-	1	3	-	**4**
Articoli su riviste indicizzate	93	45	53	14	**205**
Articoli su riviste non indicizzate e capitoli di libro	4	3	1	1	**9**
Articoli su atti di congresso	23	29	25	-	**77**
Rapporti tecnici e datasets	10	29	6	-	**45**
Totali	**130**	**107**	**88**	**15**	**340**

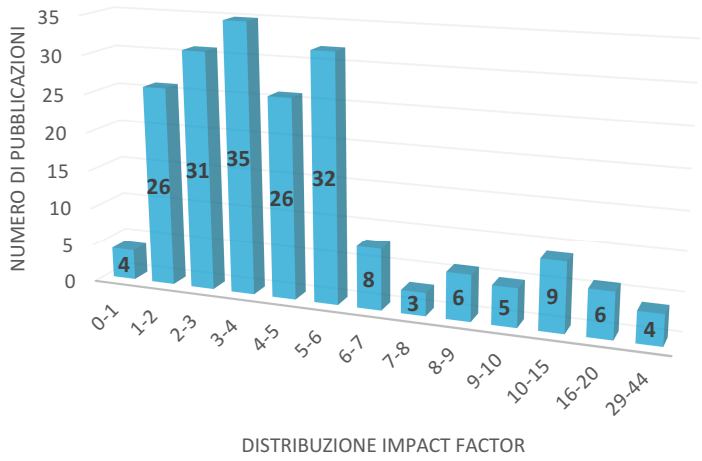
Il grafico a seguire mostra l'apporto delle Divisioni, prendendo in considerazione tutte le tipologie di pubblicazione riportate nella tabella.



Prendendo in considerazione le sole pubblicazioni su rivista indicizzata si può notare che la produzione dell'INRiM si è evoluta negli ultimi anni, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

Nel grafico a seguire i parametri utilizzati si basano sostanzialmente su due criteri:

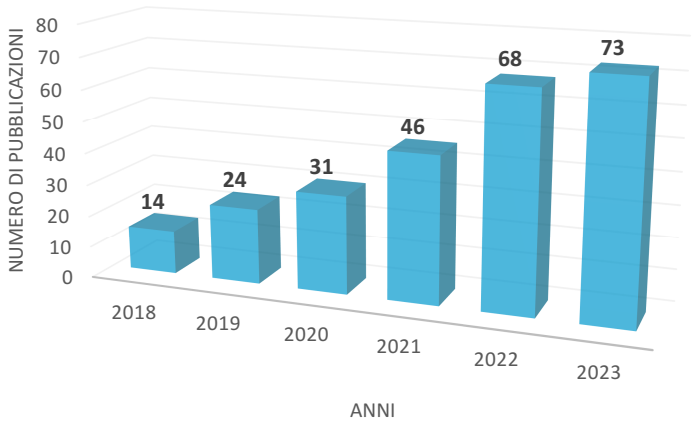
- il numero di pubblicazioni su rivista indicizzata con IF dell'anno 2023 con almeno un autore INRiM;
- la distribuzione per IF delle riviste scientifiche su cui si è pubblicato.



L'istogramma qui proposto indica sulle ascisse l'IF delle pubblicazioni, scalato per valori da 0 a 44, e nelle ordinate il numero di pubblicazioni raggruppate per IF.

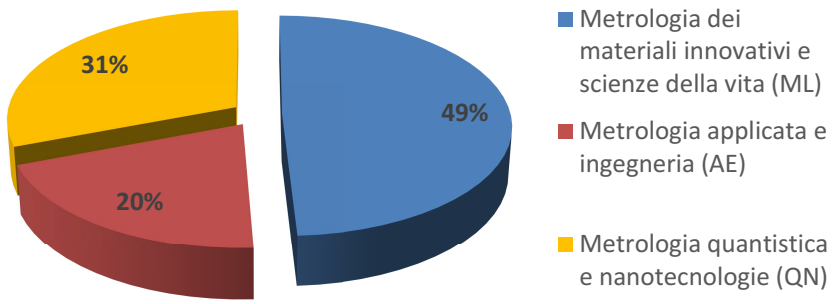
Rispetto ai dati del 2022, la distribuzione degli IF mostra un moderato aumento delle pubblicazioni su rivista con IF superiore a 10.

Il grafico seguente riporta invece il numero di pubblicazioni indicizzate, prodotte tra il 2018 e il 2023, con un valore di IF maggiore di 5; l'andamento del grafico evidenzia che le pubblicazioni INRiM con il valore di IF considerato sono aumentate di qualche unità rispetto al 2022, in linea con la costante tendenza all'incremento che si è consolidata negli anni.



Pubblicazioni 2018-2023 con IF maggiore di 5.

La distribuzione, nelle Divisioni, delle pubblicazioni 2023 con IF maggiore di 5 (rilevate nell'istogramma precedente) è riportata nel grafico a seguire.



Pubblicazioni 2023 con IF maggiore di 5: distribuzione nelle Divisioni.

12 – I SERVIZI METROLOGICI

L'INRiM svolge i compiti derivanti dalla firma dell'accordo internazionale di mutuo riconoscimento, dei campioni nazionali di misura e della validità dei certificati di taratura, misura e prova emessi dagli Istituti metrologici primari nazionali (M*utual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates issued by National Metrology Institutes*, CIPM-MRA).

Nel suo ruolo di Istituto Metrologico Nazionale, mette a disposizione del Sistema Paese un'articolata attività di **servizi di taratura e misura** offrendo differenti tipi di servizi nel campo della meccanica, della termodinamica, del tempo e della frequenza, dell'elettricità e magnetismo, della fotometria e dell'acustica.

L'attività di taratura e misura è supportata dalle oltre 400 capacità di misura e taratura (CMC) riconosciute a livello internazionale, mantenute dall'INRiM all'interno dell'Accordo di Mutuo Riconoscimento CIPM MRA a supporto dell'esportazione e del libero scambio delle merci. Tali CMC sono pubblicate nell'Allegato C dell'Accordo, sono consultabili sul KCDB del BIPM (https://www.bipm.org/kcdb/) ed i certificati di taratura e misura emessi sono contraddistinti dal logo CIPM MRA. Ulteriori capacità e servizi di taratura e misura sono erogati su richiesta dell'utenza, nell'ambito delle funzioni di Istituto Metrologico Primario italiano.

La seguente tabella dimostra lo status delle CMCs e le loro modifiche negli ultimi cinque anni.

Tabella 9 – CMC dell'INRiM

Field		***2019***	***2020***	***2021***	***2022***	***2023***
AUV	Acustica, Ultrasuoni e Vibrazioni	42	42	42	42	41
QM	Chimica	9	9	9	10	10
EM	Elettricità e Magnetismo	115	114	135	140	135
L	Lunghezza	43	49	51	51	51
M	Massa e grandezze apparentate	62	62	62	63	64
PR	Fotometria e radiometria	20	20	20	17	17
T	Termometria	100	110	111	111	111
TF	Tempo e frequenza	12	12	12	10	10
	Totals	**403**	**418**	**442**	**444**	**439**

Nell'anno 2023 è stata pubblicata una nuova CMC nell'ambito delle Durezze, nel settore Masse e grandezze apparentate, e ridotte il numero di CMC sia in Elettricità e Magnetismo, CMC riguardanti l'impulso elettrico ed i rapporti di tensione in corrente continua, sia in Acustica, CMC riguardante la taratura di sorgenti sonore di riferimento.

Al seguente link è pubblicato il catalogo dei servizi di taratura e misura dell'INRiM nella sua ultima versione: https://www.inrim.it/it/servizi/servizi-di-metrologia

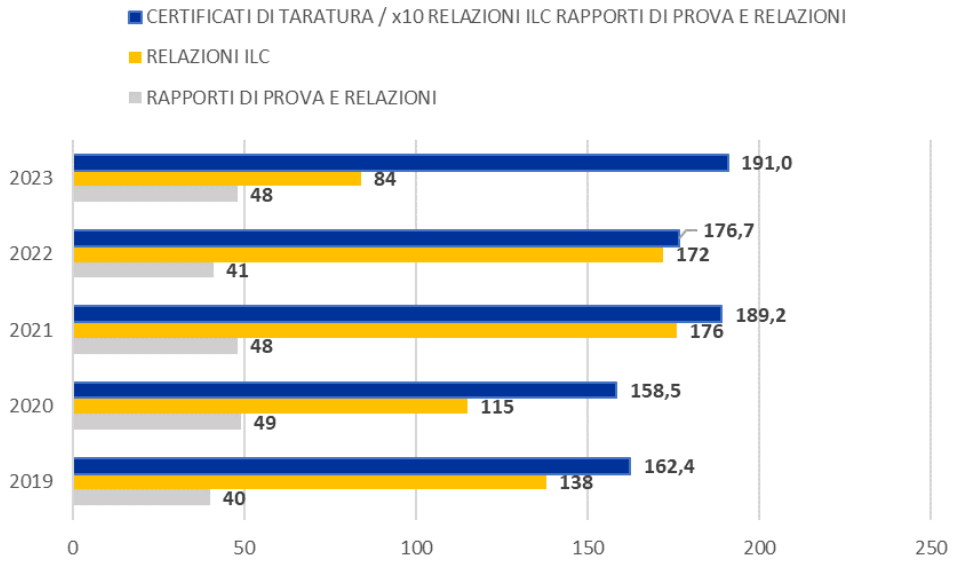
L'INRiM è riconosciuto anche come laboratorio di prova dell'Associazione per la Certificazione delle Apparecchiature Elettriche (ACAE, membro del LOVAG - Low Voltage Agreement Group) e rilascia test report LOVAG ACAE su specifiche **prove**. L'attività è svolta dal Laboratorio Alte Tensioni e Forti Correnti (LATFC) della sede di Corso Massimo d'Azeglio (la sede storica dell'INRiM a Torino) che, oltre all'attività di disseminazione, realizza attività di prova di importanti parametri elettrici, rivolte alla verifica e validazione di sicurezza e di risparmio energetico per le apparecchiature elettriche civili ed industriali.

Sulla base delle esigenze dei committenti, prevalentemente laboratori di taratura accreditati, INRiM organizza periodicamente **circuiti di confronti interlaboratorio** (ILC) di taratura in determinate grandezze e nei settori di acustica, termometria, massa e grandezze apparentate, elettricità e magnetismo, tempo e frequenza.

Nella tabella e nel grafico a seguire sono riportati i dati relativi ai documenti emessi nel passato quadriennio.

Tabella 10 – Documenti servizi conto terzi emessi nel quinquiennio 2019- 2023

ANNO	CERTIFICATI DI TARATURA E MISURA	RELAZIONI ILC	RAPPORTI DI PROVA E RELAZIONI
2019	1.624	138	40
2020	1.585	115	49
2021	1.892	176	48
2022	1.767	172	41
2023	1.910	84	48



Documenti emessi nel quinquennio 2019-2023.

Nel grafico successivo viene mostrato l'apporto (in percentuale) delle singole Divisioni in termini di numerosità dei documenti emessi.



Documenti emessi dalle Divisioni nel 2023.

Il **Sistema di Gestione per la Qualità** dell'INRiM si propone di soddisfare i requisiti per la partecipazione dell'INRiM all'accordo CIPM MRA, di essere in accordo con le guide EURAMET ed essere conforme ai requisiti prescritti dal documento ILAC P10:07/2020 *"ILAC Policy on Metrological Traceability of Measurements Results"* per le attività di cui alla L. 273/91 *"Istituzione del sistema nazionale di taratura"*, non coperte dall'accordo CIPM MRA. Inoltre, si propone di soddisfare i requisiti per il mantenimento della qualifica di laboratorio autorizzato ad effettuare prove ed emettere rapporti secondo lo schema LOVAG (Low Voltage Agreement Group) su prodotti di Bassa e Alta Tensione, da parte dell'Organismo Accreditato ACAE (Associazione per la Certificazione delle Apparecchiature Elettriche).

Nell'attività QMS di monitoraggio interno nel 2023 sono stati eseguiti 52 audit interni sui 61 laboratori operanti all'interno del QMS e sono state riesaminate 57 procedure tecniche e 1 procedura generale. Inoltre sono state emesse due nuove procedure tecniche nell'ambito della preparazione di miscele di riferimento di gas certificate e della taratura di miscele di gas di CO_2 in aria o azoto.

Secondo lo spirito dell'accordo CIPM MRA, al fine di dare alla comunità internazionale degli NMIs una chiara prova di trasparenza e adeguatezza ai requisiti dell'accordo, l'INRiM riferisce annualmente circa il funzionamento del proprio Sistema di Gestione della Qualità al Comitato direttivo dell'EURAMET TC-Q (Comitato tecnico per la qualità).

Il 14° EURAMET TC-Q meeting si è tenuto dal 26 al 31 marzo 2023 a Berna (Svizzera) presso il METAS, in modalità ibrida. Il "QMS Annual Report for year 2022 by INRiM" è stato approvato senza ulteriori richieste di chiarimento. Inoltre, durante il TC-Q meeting, l'ing. L. Iacomini si è avvicendato all'ing. E. Dragone come *contact person* per l'Italia ed è stato nominato membro dello Steering Committee, mentre l'ing. Dragone, vista la sua esperienza nelle attività del TC-Q ha mantenuto l'invito in qualità di ospite, a partecipare sia ai lavori dello SC che del Plenary meeting per i prossimi due anni). Nell'anno 2024 l'INRiM sarà chiamato, insieme ad ENEA INMRI, a presentare i rapporti di rivalutazione quinquennale dei QMS dei propri istituti.

INRiM partecipa al progetto EURAMET 1123 "*On site peer review",* in collaborazione con gli Istituti Metrologici Nazionali di Spagna (CEM – *Centro Español de Metrología)* e Portogallo (IPQ - *Instituto Português da Qualidade*), allo scopo di effettuare le peer visits annuali tra gli istituti partecipanti al progetto.

Nella tabella successiva è riportata la peer review 2023.

Identification of external audit action	**Dates on site/remote**	**Name of auditor(s) and field reviewed**	**Affiliation(s)**	**Qualifications**
EURAMET Project N. 1123/2009 peer review	December 13-14, 2023 On-site	Virginia Marcos (Acoustics)	CEM (Spain)	- Peer reviewer for Acoustics - Member in EURAMET TC-AUV; - Member in SC TC-AUV Sound in air
		Elsa Batista (Liquid and gas flow)	IPQ (Portugal)	- Peer reviewer for Liquid and Gas Flow - Member in - EURAMET TC-F - SC Convenor for TC-F Volume; - Member in SC TC-F Liquid flow
		Baki Karaboce (Ultrasound)	UME (Türkiye)	- Peer reviewer for Ultrasound - Member of EURAMET SC TC-AUV Ultrasound and underwater acoustics
		Daniela Istrate (Electric and Magnetic fileds)	LNE (France)	- Peer reviewer for Electric and Magnetic fields - SC member in EURAMET TC-EM Low frequency; - SC member in EURAMET TC-EM Power and Energy; - EURAMET EMN member-expert in Smart Electricity Grids.

Nell'ambito del progetto di Twinning con la Georgia, ove l'infrastruttura della qualità italiana e la controparte spagnola supportano l'entità georgiana (GEOSTM) nello sviluppo delle proprie infrastrutture, è stata fornita assistenza inviando esperti INRiM del Sistema Gestione Qualità a febbraio ed a giugno 20324 al GEOSTM per fornire la formazione necessaria per lo sviluppo e l'implementazione del loro Sistema di Gestione.

INRiM collabora con ACCREDIA (l'Ente Italiano di Accreditamento) con cui condivide il comune interesse istituzionale all'assicurazione della riferibilità.
A giugno 2023 è stata stipulata la nuova convenzione tra INRiM e ACCREDIA ove sono state ridefinite le modalità di supporto tecnico scientifico che verrà fornito da ACCREDIA al fine di consentire un'adeguata copertura metrologica alle attività di accreditamento condotte. Tali attività possono riguardare:

- il supporto nell'impostazione e nella gestione delle operazioni concernenti i vari processi di accreditamento (accreditamento iniziale, rinnovo, estensione, etc.);
- la preparazione di documenti tecnici e Linee Guida;
- la partecipazione a Gruppi di Lavoro;
- la preparazione e la docenza a corsi di formazione;
- lo sviluppo di sistemi e metodologie di misura da utilizzare nell'ambito delle attività di accreditamento;
- la collaborazione per l'organizzazione di riunioni e convegni;

- la partecipazione ad attività inerenti alla normativa nazionale e internazionale, nonché a riunioni tecniche EA o ILAC.

Restano escluse dalla nuova convenzione le attività di valutazione, destinate ad attestare la competenza e l'imparzialità degli Organismi e dei Laboratori che verificano la conformità dei beni e dei servizi alle norme (CAB), in quanto ritenute estranee alle attività istituzionali dell'INRiM.

Nella cornice della nuova ACCREDIA Academy, INRiM collabora con ACCREDIA nell'iniziativa didattica della *Summer School*, offrendo un percorso didattico-formativo con l'obiettivo di fornire le nozioni di base per una corretta attività di taratura, sia da un punto di vista gestionale, sia tecnico-metrologico con particolare riferimento a quanto previsto nella norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018, introducendo strumenti matematici e concetti metrologici per la valutazione dell'incertezza da associare al risultato di una misura.

La Summer School 2023 è stata strutturata in una sessione formativa teorica di carattere generale interamente erogata in modalità on-line e in una sessione tecnico-pratica suddivisa in una parte teorica specialistica e una parte di esercitazione in presenza presso il campus di INRiM a Torino.

A seguito del successo della prima edizione di giugno 2023 (89 partecipanti, compresi 35 uditori), dedicata a *strumenti per pesare a funzionamento non automatico (NAWI) e i micro-dosatori*, e alla *strumentazione elettrica in bassa frequenza*, tale collaborazione verrà riproposta nei prossimi anni su altre grandezze richieste da Accredia.



Summer school ACCREDIA-INRiM 2023 - Consegna degli attestati di frequenza,

Per la Summer School sono stati impiegati da parte del personale INRiM in totale n. 23,5 giorni uomo (n. 2 g/u per attività di coordinamento, n.12,5 g/u per attività di docenza e coordinamento delle attività congiunte e n.9 g/u per attività di supporto ai docenti)

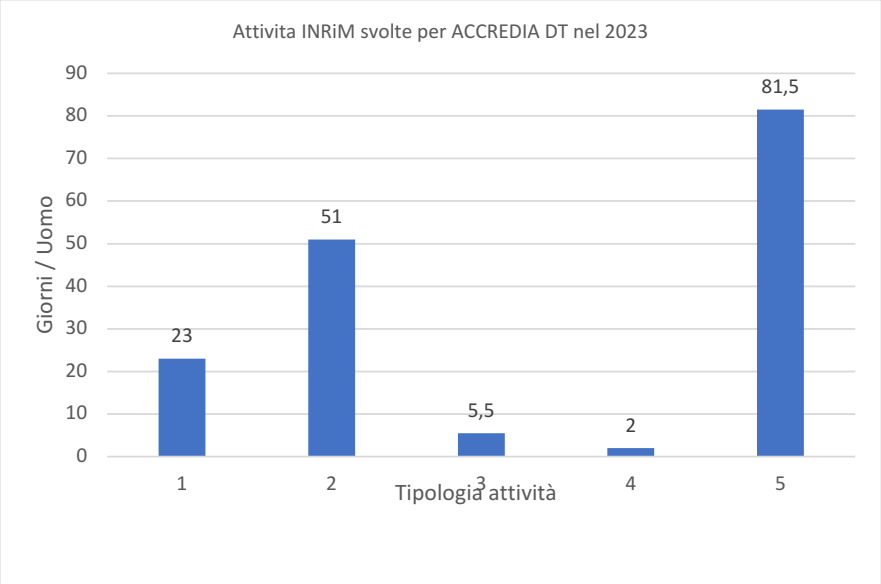
Nella seguente tabella sono riportate le tipologie delle attività svolte nel 2023 per ACCREDIA DT in cui sono stati coinvolti gli Ispettori Tecnici e di Sistema dell'INRiM.

Tabella 11 – Attività supporto all'accreditamento laboratori 2023 ACCREDIA DT

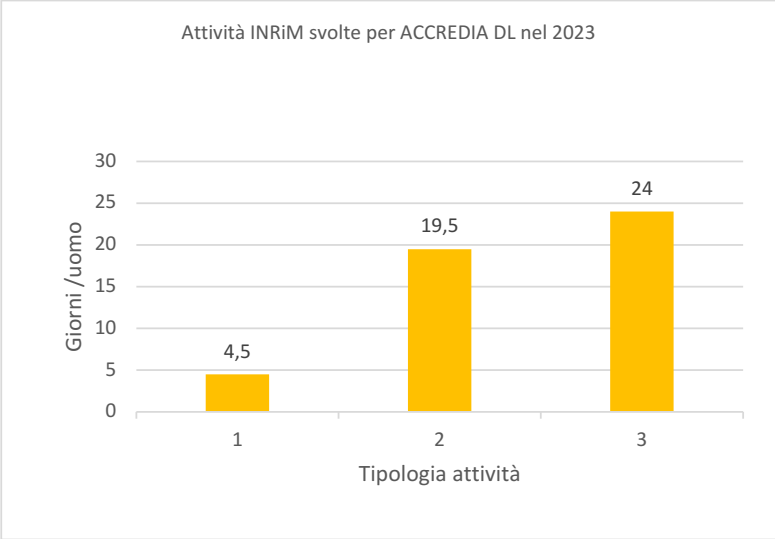
Tipo di Attività	***Numero pratiche***
Accreditamenti Iniziali	1
Estensioni	14
Rinnovi	10
Sorveglianze	22
Accertamenti sperimentali	8

Nel corso del 2023 sono stati coinvolti nelle attività previste dalla convenzione INRiM - ACCREDIA 13 dipendenti INRiM, tra cui n. 12 Ispettori e n.1 Esperto tecnico per ACCREDIA – DT (dipartimento taratura) e n. 1 Ispettore per ACCREDIA - DL (dipartimento prova) per un totale di n.81,5 giorni uomo.

I dettagli delle tipologie delle attività (1- Analisi Documentale, 2- Valutazione su campo, 3- Accertamento Sperimentale, 4- Supporto tecnico scientifico, 5-Totale giorni) svolte dagli Ispettori/Esperti INRiM per ACCREDIA DT sono riportati nel seguente grafico.



Per il dipartimento di prova (ACCREDIA DL) sono state impiegate in totale 24 giorni uomo. I dettagli delle tipologie delle attività (1- Analisi Documentale, 2- Valutazione su campo, 3-Totale giorni) svolte dall'Ispettore INRiM per ACCREDIA DL sono riportati nel seguente grafico.



Nella tabella successiva sono presentati i dettagli delle attività svolte nel 2023 dagli Ispettori/Esperti INRiM secondo le strutture di appartenenza.

Nella terza colonna i numeri indicati a fianco di ogni singola attività sono da intendersi come giornate uomo svolte.

AE - Metrologia applicata e Ingegneria

Area Metrologica ***Attività***	***Qualifica***	***Tipologia attività*** ***(giorni uomo)***
Massa e Grandezze apparentate - Campioni di massa - Volume liquidi	n. 1 Ispettore Tecnico ACCREDIA DT	Analisi documentale (4,5) Valutazioni su campo (4,5) Accertamento sperimentale (0,5) Supporto tecnico scientifico (2)
Massa e Grandezze apparentate - Portate di gas	n. 2 Ispettori Tecnici ACCREDIA DT	Analisi documentale (5,0) Valutazioni su campo (8,0) Accertamento sperimentale (1,5)
Massa e Grandezze apparentate - Accelerometria, Forza, Durezza	n. 2 Ispettori Tecnici ACCREDIA DT n.1 Esperto Tecnico	Analisi documentale (4,0) Valutazioni su campo (5,0) Accertamenti sperimentali (0,5)
Temperatura + Umidità	n. 1 Ispettore Tecnico ACCREDIA DT	Analisi documentale (4,0) Valutazioni su campo (13,0)
Metrologia Elettrica	n. 1 Ispettore Tecnico per ACCREDIA DL	Analisi documentale (4,5) Valutazioni su campo (24,0)

QN – Metrologia Quantistica e Nanometrologia

Area Metrologica ***Attività***	***Qualifica***	***Tipologia attività*** ***(giorni uomo)***
Elettromagnetismo Metrologia Elettrica	n. 1 Ispettore Tecnico per ACCREDIA DT	Analisi documentale (4,5) Valutazioni su campo (3,0) Accertamento sperimentale
Fotometria	n.1 Ispettore Tecnico per ACCREDIA DT	Analisi documentale (1,0)

UO SME – Servizi Metrologici

Area Metrologica ***Attività***	***Qualifica***	***Tipologia attività*** ***(giorni uomo)***
Sistema Qualità	n. 2 Ispettori di Sistema per ACCREDIA DT	Valutazioni su campo (3) Analisi documentale (1,0)
Temperatura	n.1 Ispettore tecnico per ACCREDIA DT	Analisi documentale (1,5) Valutazioni su campo (4,0) Accertamenti sperimentali (1,5)
Campioni di massa, Nawi, DM 93	n.1 Ispettore tecnico per ACCREDIA DT	Analisi documentale (1,0) Valutazioni su campo (5,5) Accertamento sperimentale (0,5)

Le strutture dell'INRiM coinvolte nelle attività svolte nel 2023 sotto la convenzione INRiM-ACCREDIA sono state le seguenti:

- AE - Metrologia applicata e Ingegneria con 53,5 g/u, circa 68 % del volume attività.
- QN - Metrologia Quantistica e Nanotecnologia con 9 g/u, circa 11 % del volume attività.
- UO SME – Unità Organizzativa Servizi Metrologici con 17 g/u, circa 21 % del volume attività.



Nell’ambito della **valutazione della conformità a livello internazionale**, INRiM supporta le richieste che pervengono al suo personale esperto per svolgere attività di ispezione tecnica a favore degli Istituti Metrologici Nazionali (National Metrology Institutes - NMI) e Designated Institutes (DI) di altri Paesi.

Con delibera del Consiglio di Amministrazione n. 34/2023/6 del 17 luglio 2023, è stata definita la *policy INRiM* per le attività ispettive tecniche di peer review e di auditing svolte dall’Istituto nei confronti di NMI/DI, per la valutazione di conformità di attività di taratura (ISO/IEC 17025) e produzione di materiali di riferimento certificati (CRM, ISO 17034), che non sono già previste in progetti EURAMET. Tale attività, può essere svolta sia direttamente nell’ambito del CIPM MRA, sia indirettamente su incarico degli *Accreditation Body (AB)* firmatari dell’accordo ILAC Mutuale Recognition Arrangement (ILAC MRA).

Nel 2023 sono state eseguite le seguenti attività di peer visit presso altri Istituti metrologici stranieri.

Settore metrologico	**Istituto metrologico**	**Data esecuzione e modalità**	**Esperto INRiM**	**Rif. Progetti**
Mass and balance	GEOSTM (Georgia)	24-28 / 07 / 2023 (in presenza)	A. Leka	Euramet Project 1582
Electrical metrologigy	GEOSTM (Georgia)	24-28 / 07 / 2023 (in presenza)	P. Capra	Euramet Project 1582
Properties of liquids (viscometers and hydrometers	IPQ (Portogallo)	24-25 / 10 / 2023 (in presenza)	A. Malengo	Euramet Project 1123
QMS	LCOE (Spagna)	24-25 / 10 / 2023 (in presenza)	L. Iacomini	Euramet Project 1123
High Voltage and Current	LCOE (Spagna)	24-25 / 10 / 2023 (in presenza)	P. Roccato	Euramet Project 1123
Humidity	NMIJ (Giappone)	6-8 / 11 / 2023 (in presenza)	V. Fernicola	//
QMS	IO-CSIC (Spagna)	14-15 / 11 / 2023 (da remoto)	E. Dragone	Euramet Project 1123
Volume and solid density	CEM (Spagna)	4-6 / 12 / 2023 (da remoto)	A. Malengo	Euramet Project 1123
Photometry	IPQ (Portogallo)	11 – 12 / 12 / 2023 (da remoto)	G. Brida	Euramet Project 1123

Inoltre nel 2023, INRiM ha collaborato con gli enti di accreditamento di UKAS (Regno Unito), ENAC (Spagna), DANAK (Danimarca), COFRAC (Francia), SA (Slovenia) fornendo i propri esperti per svolgere attività di audit nei rispettivi istituti metrologici nazionali o istituti designati per le pratiche di accreditamento.

13 – I PROGETTI

L'INRiM finanzia la propria attività di ricerca partecipando ai programmi di finanziamento di ricerca internazionali, europei, nazionali e regionali, ma anche sottoscrivendo convenzioni e accordi con industrie nell'ambito dell'attività di ricerca commissionata.

13.1 – I PROGETTI DI ISTITUTO

Nel 2023 hanno preso forma alcuni progetti, in parte avviati nel 2022, che non fanno riferimento ad un'unica Divisione ma sono il frutto di una proficua collaborazione a livello di istituto.

La tabella seguente riporta i dettagli riguardanti questi progetti.

Tabella 12 – I progetti di istituto

NOME PROGETTO	ENTE FINANZIATORE/AMBITO	QUOTA DI FINANZIAMENTO PER INRiM (k€)
iENTRANCE@ENL	PNRR - M4C2 (MUR)	6.339
CoSyET	PNRR - M4C2 (MUR)	4.430
Space-It-Up	PNRR - M4C2 (MUR)	840
Progetto METRO-INN	MUR-FOE	5.000
INRiM Quantum Programme	MUR-FOE	2.535
INRiM Hydrogen Programme	MUR-FOE	675
Next-Generation Metrology	MUR-FOE (progetto ministeriale continuativo)	950/anno
Better measurements for energy storage	MUR-FOE (progetto ministeriale continuativo)	600/anno

I progetti a seguire sono stati selezionati nell'ambito delle Call PNRR per Infrastrutture di Ricerca, Infrastrutture Tecnologiche di Innovazione e Partenariati estesi:

iENTRANCE@ENL (Infrastructure for ENergy TRAnsition aNd Circular Economy @ EuroNanoLab)

Il progetto è stato selezionato nell'ambito dell'iniziativa per la creazione di una Infrastruttura di Ricerca PNRR - M4C2 (MUR), in osservanza al bando del MUR n. 3264 del 28-12-2021 in merito a "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca". Iniziato nel 2022, vedrà la sua conclusione nel 2025.

Capofila di iENTRANCE è il Consiglio Nazionale della Ricerca (CNR), partecipano al progetto i seguenti enti:

- INRiM,
- Politecnico di Torino,
- Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
- Università degli Studi Roma Tre,
- Alma Mater Studiorum-Università di Bologna.

Nuovi materiali, processi e sistemi per la generazione, lo stoccaggio e la distribuzione dell'energia sono cruciali per il futuro del nostro pianeta. L'infrastruttura iENTRANCE@ENL si propone di diventare l'infrastruttura di ricerca di riferimento a livello italiano per la ricerca su nanomateriali per l'energia, processi e dispositivi per produzione verde, stoccaggio e distribuzione di energia, caratterizzazione di materiali alla micro e nanoscala, tecnologie per la realizzazione di strumenti e sistemi. Sarà strutturata in 6 nodi geografici. Il nodo di Torino, al

quale contribuiscono Politecnico di Torino e INRiM, si occuperà di materiali, processi sostenibili e sistemi, inclusa la loro caratterizzazione metrologica, per la transizione energetica e l'economica circolare. Questa nuova infrastruttura potenzia significativamente, nella direzione della ricerca per la transizione energetica, la sinergia tra Politecnico e INRiM nel laboratorio congiunto di micro e nano fabbricazione PiQuET (https://piquetlab.it/).

Components and Systems for Energy Transition (CoSyET)

Il progetto, selezionato nell'ambito dell'iniziativa per la creazione di una Infrastruttura di Ricerca PNRR - M4C2 (MUR), in osservanza al bando del MUR n. 3265 del 28-12-2021 in merito a "Realizzazione o ammodernamento di Infrastrutture tecnologiche di innovazione", mira alla creazione di una infrastruttura tecnologica di innovazione dedicata alla manifattura avanzata di componenti e al sistema della transizione energetica.

Ente capofila è l'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), partecipano alcuni laboratori dell'area torinese (Politecnico di Torino, INRiM, SNAM, IP, GEFRAN, Vishay Intertechnology). Il progetto ha un valore complessivo di circa 40 M€. Il budget previsto per INRiM è di 3 M€ circa e l'Istituto offrirà alcuni servizi metrologici trasversali pertinenti per la transizione energetica.

Space-It-Up

Il progetto è coordinato dal Politecnico di Torino, in qualità di soggetto Hub, e la proposta, approvata a maggio 2023, è relativa alle "Attività spaziali", di cui all'avviso MUR n. 341 del 15/03/2022 per "Partenariati estesi alle università, ai centri di ricerca, alle aziende per il finanziamento di progetti di ricerca di base".

Il bando PNRR (PE15) è gestito dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'INRiM ha ottenuto anche il supporto di Thales IT per promuovere le proprie attività in questo partenariato. Per la gestione del partenariato, l'ASI ha richiesto la costituzione di un consorzio di tipo SCARL. L'accordo permette all'INRiM di promuovere attività nell'ambito dell'aerospazio, segmento di interesse per le ricerche dell'Ente e ad alto valore marginale in termini di contratti ESA, ASI, Copernicus e della recente collaborazione con ASI in merito alla sede di Matera. Il finanziamento assegnato all'INRiM è pari a 840 k€.

I progetti seguenti, invece, non sono frutto di un finanziamento esterno o da bando competitivo, ma sono stati finanziati dal MUR tramite fondi FOE:

Progetto METRO-INN

Il progetto - finanziato dal MUR per 5 milioni di euro su un settennio – è stato presentato dall'INRiM nel 2019 e approvato nel 2023, e riguarda lo sviluppo di un'infrastruttura nazionale per la qualità delle misure a garanzia dell'innovazione sostenibile, per la quale l'Istituto fornirà competenze scientifiche, strumentazione analitica e supporto metrologico.

Le tematiche del progetto riguardano:

- Economia Circolare: in particolare, sprechi alimentari e soluzioni di imballaggio innovative;
- Risparmio Energetico: in particolare, reti elettriche smart e ricarica degli autoveicoli; ·
- Sostenibilità Ambientale: in particolare, reti estese di sensori e siti di riferimento metrologico.

INRiM Quantum Programme

L'INRiM ha voluto incentivare le tematiche riguardanti il progetto **"**QuIF – Quantum Innovation Factory", presentato nell'ambito dei programmi di ricerca PNRR, considerato strategico ma non selezionato.
L'obiettivo generale del programma quantistico dell'INRiM è sostenere gli obiettivi strategici dell'Istituto nel campo della fisica quantistica e della metrologia, allineando l'attività dell'Ente al contesto internazionale e nazionale. Il finanziamento sarà principalmente destinato all'acquisizione di strumentazione ad alte prestazioni per la progettazione, la prototipazione, il collaudo e la valutazione delle prestazioni metrologiche di dispositivi quantistici, consentendo così all'INRiM di mantenere la sua posizione dominante tra gli NMI europei e favorendo le collaborazioni tra i gruppi e le strutture di nanofabbricazione. Il progetto sarà finanziato con 2,5 M€ circa.

INRiM Hydrogen Programme (denominato anche **Infrastruttura per la Qualità per le tecnologie energetiche emergenti**)
L'INRiM ha voluto incentivare le tematiche riguardanti il progetto "MAESTRI - Metodologie per la definizione di standard e normative per l'idrogeno", presentato nell'ambito dei programmi di ricerca PNRR, considerato strategico ma non selezionato.
La proposta intende dotare l'INRiM di due nuove strutture di ricerca e sviluppo metrologico per supportare la produzione e la catena di approvvigionamento dell'idrogeno.

La prima struttura è un laboratorio modulare ATEX-grade dotato di strumentazione selezionata per R&S e taratura nel campo della misura di portata, qualità del gas e proprietà termofisiche; il laboratorio sarà inoltre dotato di uno stack fuel-cell e avrà l'opportunità di ospitare dispositivi di terzi, per valutare sia la qualità dell'energia che le caratteristiche elettriche e di sicurezza dei sistemi di conversione.

La seconda struttura è un laboratorio mobile equipaggiato di strumentazione per la calibrazione sul campo di misuratori di portata, ad es. presso le stazioni di rifornimento del gas, sia per confronto che per metodi primari.
Il progetto sarà finanziato con 700 k€ circa.

13.2 – NEXT-GENERATION METROLOGY E BETTER MEASUREMENTS FOR ENERGY STORAGE

Next-Generation Metrology e *Better measurements for energy storage* meritano un approfondimento, dato che si tratta di progetti che sono stati finanziati dal MUR, per la prima volta nella storia dell'Istituto, mediante il fondo per la "Progettualità di carattere continuativo":

NEXT-GENERATION METROLOGY
Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche

Il progetto si sviluppa lungo 14 linee di attività, alle quali corrispondono uno o più sotto-progetti, come mostrato nella tabella a seguire.

Tabella 13 – I progetti NEXT-GEN e le loro linee di attività

Linea di attività	Titolo progetto
#01: mechanics (dimensions) for wind energy and wave energy	**X-ray imaging a contrasto di fase tramite reticoli artificiali**
#02: mechanics (forces and hardness) for wind energy and wave energy	**Sensori quantistici di pressione accoppiati a rilevatori superconduttivi con discriminazione del numero di fotoni**
#03: mechanics (accelerations) for wind and wave energy devices	**Sensore/generatore di nanoforze MEMS riferibile alle grandezze meccaniche ed elettriche**
#04: fluid dynamics (liquids) for liquid fuels (liquefied natural gas and biofuels)	**n.d.**
#05: fluid dynamics (gas flow) for gas metering (including hydrogen)	**Realizzazione di un flussimetro Coriolis MEMS**
#06: thermodynamics (temperature) for energy saving and thermal conditioning of the batteries	**Sensori di flusso di calore basati su effetti Nernst**
#07: thermodynamics (humidity) for energy saving and aging (including that due to solar radiation)	**Sviluppo e caratterizzazione metrologica di una piattaforma Dew-on-a-chip (DOAC) per la misura riferibile dell'umidità (temperatura di rugiada, frazione molare e UR) basata su microrisonatori MEMS/NEMS**
#08: electrical engineering (voltages and currents in nominal operation) for electrical grid	**Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche**
#09: electrical engineering (voltages and currents in abnormal conditions) for transformers and batteries	**Nuova metrologia e nuovi sensori per l'elettrotecnica (tensioni e correnti in condizioni anomale), per caratterizzazione dei dispositivi energetici (trasformatori e batterie) in presenza di cortocircuiti ed altre condizioni accidentali**
#10: electrical engineering (magnetic properties) for mini-motors for sustainable micromobility	**Sensori di campo magnetico quantistici**
#11: safety (electromagnetic compatibility and acoustic compatibility) of energy devices	**Nuova metrologia e nuovi sensori per la sicurezza (compatibilità elettromagnetica e compatibilità acustica) dei dispositivi energetici**
#12: safety (absence of pollutants and nano-particles) of chemical and food processes of the circular economy	**Metrologia e Sensoristica Plasmonica di Metano** **Sviluppo e validazione di sensore miniaturizzato per la determinazione di nano-contaminanti polimerici in matrici alimentari**
#13: cross-cutting theme of energy devices and circular economy processes	**Nuovi approcci metrologici e sensori per lo sviluppo di food packaging sostenibile a supporto dell'economia circolare** **Sensori capacitivi realizzati con cristalli liquidi elastomerici per la rivelazione multifunzionale di agenti chimici**

L'area n. 04 è rimasta scoperta a causa della forte sovrapposizione con l'area affine n. 05.

I progetti selezionati puntano allo sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche.

A seguire, una breve descrizione delle singole proposte.

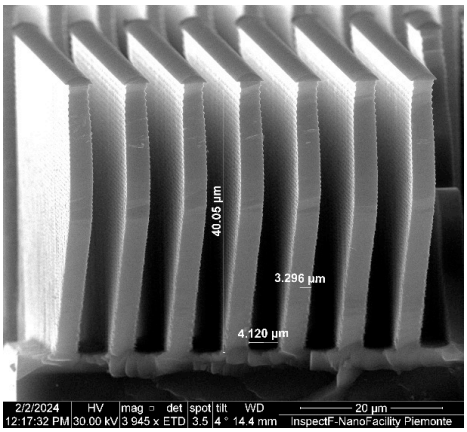
X-ray imaging a contrasto di fase tramite reticoli artificiali

Il progetto analizza e sviluppa i reticoli di diffrazione per la realizzazione dell'imaging a contrasto di fase tramite raggi X. Questo tipo di imaging richiede aspect ratio del reticolo, particolarmente spinte che necessitano di una certa attenzione nella loro produzione.

Nel primo anno del progetto si prevedeva essenzialmente lo svolgimento dei "WP1 - Analisi dello stato dell'arte "e "WP2- Sviluppo dei modelli fisico/matematici" e l'inizio del "WP3- Individuazione e sviluppo delle tecniche di litografia".

L'andamento del progetto è in linea con le previsioni fatte. Lo stato dell'arte è stato analizzato con la raccolta della letteratura più rilevante sulle tecniche di Phase imaging con i raggi X, della produzione dei reticoli e dell'analisi delle immagini.

Tramite una soluzione analitica degli integrali di Rayleigh-Sommerfeld, inoltre, sono stati realizzati i modelli matematici per la diffrazione attraverso i tre reticoli, assorbimento-fase-assorbimento, che permettono di ottenere un'immagine a contrasto di fase. In questo modo abbiamo a disposizione uno strumento che ci permette di ottimizzare la geometria dei reticoli e fare delle previsioni sulla risoluzione. A fine 2023 e inizio 2024 si sono poi ottenuti i primi risultati sulla nano-fabbricazione dei reticoli. Fino ad ora si è investigato e ottimizzato le tecniche di litografia tramite laser writer e l'etching di tipo DRIE-Bosch, con dei buoni risultati per reticoli fino a 50 um di profondità e passo attorno a 5um. Nel prossimo futuro si cercheranno di realizzare i primi reticoli su un'area di 4 pollici quadrati circa, con caratteristiche, in termini di profondità e passo, per lavorare con fotoni attorno a 17-20 keV.



In questa immagine realizzata con il SEM presso la NanoFAcility Piemonte, si vedono le prime strutture create tramite etching Bosch-DRIE dopo aver eseguito una litografia tramite Laser Writer. Diverse strutture sono state create con lo scopo di ottimizzare l'etching.

Sensori quantistici di pressione accoppiati a rilevatori superconduttivi con discriminazione del numero di fotoni

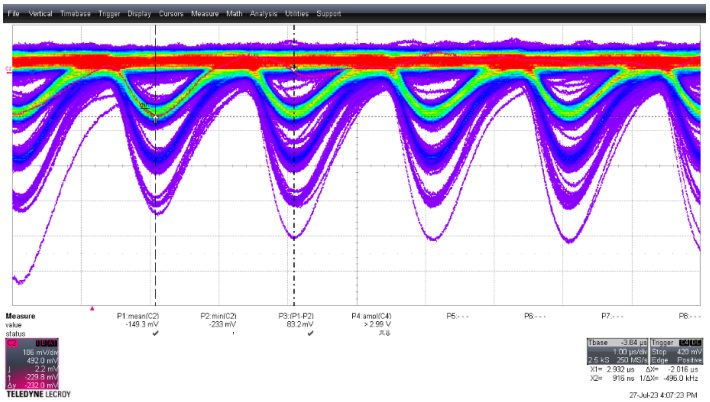
La peculiare struttura dei livelli energetici dei centri di colore Azoto-Vacanza (NV) in diamante conduce ad una forte sensibilità rispetto a sollecitazioni meccaniche applicate al reticolo, offrendo la possibilità di realizzare sensori di pressione su scala nanoscopica basati su misure di fluorescenza a singolo fotone.

Scopo del progetto è realizzare un rivelatore di singolo fotone con capacità di discriminazione del numero di fotoni che sia compatibile con il modo ottico di uscita fornito dal microscopio confocale della facility PiQuET utilizzato per accoppiare i centri NV, per sfruttare nella caratterizzazione l'informazione aggiuntiva fornita da tali rivelatori (i. e. il numero di fotoni nell'impulso).

A questo scopo è stato avviato lo sviluppo di un sensore superconduttivo a transizione di fase (TES) con

l'obiettivo di ottenere un rivelatore in grado di accoppiarsi con una fibra multimodale con un'efficienza di rivelazione del 90% tra 600-700 nm, di lavorare a frequenze di rivelazione maggiori di 50 kHz e la capacità di discriminare il numero di fotoni in un impulso di luce.

Nel 2023 sono stati fabbricati TES di TiAu dimostrando la capacità di discriminare il numero di fotoni e di lavorare a frequenze di ripetizione fino a 500kHz. Sono inoltre state avviati gli studi e le simulazioni sulle proprietà ottiche dei materiali da usare per realizzare dei rivestimenti antiriflettenti per ottimizzare l'assorbimento dei fotoni.



Conteggio di singoli fotoni a 406 nm ad una frequenza di ripetizione di 500 kHz. In figura si possono discriminare fino a 4 fotoni in ciascun impulso.

<u>Sensore/generatore di nanoforze MEMS riferibile alle grandezze meccaniche ed elettriche</u>

La misurazione di piccole masse, e quindi di piccole forze (nell'intervallo tra pN e μN) è di grande interesse per diversi campi della scienza e della tecnologia, come la fisica, la biologia e la scienza dei materiali.

Molti dispositivi sensibili a forze estremamente ridotte si basano sulla deflessione di una struttura elastica misurata da un sensore di deformazione (ad esempio piezoresistivo o ottico), che però si basa su effetti non lineari e che possono essere caratterizzati attraverso campioni di elasticità nota a loro volta poco affidabili.

Una strategia per fornire la riferibilità al SI nel campo delle forze di piccola entità è applicata nelle bilance elettrostatiche, in cui la forza peso è uguagliata alla forza elettrostatica. Lo stesso principio vuole essere sfruttato su scala micrometrica per creare un sensore/generatore di forza MEMS basato su un attuatore capacitivo tipo electrostatic comb, che permetterà di misurare/generare nanoforze riferibili al SI mediante grandezze elettriche e meccaniche.

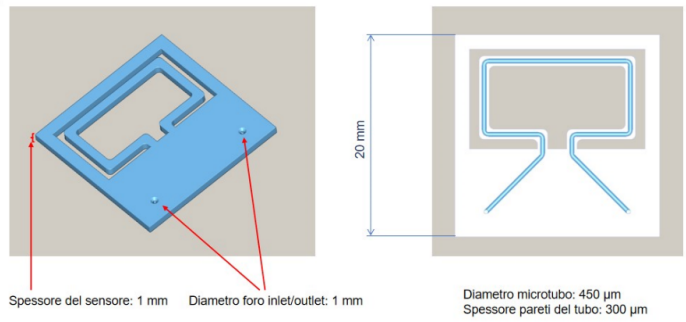
Durante questo primo anno di attività, dopo aver effettuato un'approfondita ricerca sullo stato dell'arte, con l'aiuto dei colleghi Dr. Roncaglia e Dr. Belsito del CNR-IMM di Bologna abbiamo ipotizzato un possibile process-flow per la fabbricazione del dispositivo MEMS. Inoltre, nella fase di studio di dispositivi MEMS tipo electrostatic comb, ci siamo imbattuti in un dispositivo simile realizzato dai colleghi del PTB per misure di nanoindentazione con microscopio AFM; abbiamo quindi deciso di investire parte dei fondi di progetto per equipaggiare il microscopio AFM della facility PiQuET con il nanoindenter del PTB, al fine di ampliare nuove capacità di misura per ricerche future e di sviluppare la strategia di misura su un dispositivo simile a quello che sarà realizzato nell'ambito del progetto.

Realizzazione di un flussimetro Coriolis MEMS

Nell'ambito del programma "Next-Generation Metrology", è stato avviato un progetto di ricerca in collaborazione con l'infrastruttura PiQuET e con l'infrastruttura iENTRANCE-ENL. Tale progetto ha l'obiettivo di sviluppare sensori micrometrici di nuova generazione per le misure flussimetriche di piccole e piccolissime portate, tipiche di processi di infusione in ambiti biomedicali, così come in applicazioni energetiche, come nelle celle a combustibile. Nello specifico, verrà realizzato un sensore MEMS su scala micrometrica con il quale misurare flussi di gas o di liquidi inferiori a pochi g/min e che funzioni con il principio dei flussimitri Coriolis.

Le attività svolte nell'anno riguardano:

- lo studio della letteratura esistente in merito alla progettazione e alla scelta dei materiali materiali utilizzati per la realizzazione di sensori per la microfluidica.
- la definizione degli step di realizzazione di un primo prototipo (presso i laboratori del ChiLab) con sistema di attuazione e di readout non ancora integrato.
- la collaborazione con il Politecnico di Torino per una prima caratterizzazione del sensore attraverso una serie di misure ottenute utilizzando un vibrometro Doppler per la misura degli sfasamenti nei moti periodici vibrazionali ai due estremi del sensore.



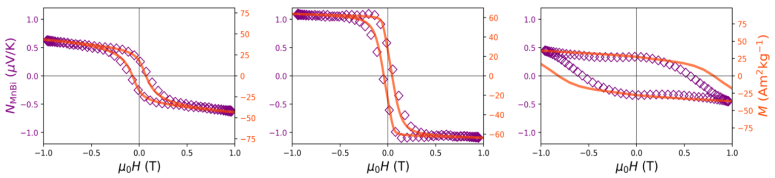
Disegno del dispositivo MEMS Coriolis e sezione trasversale del microtubo.

Sensori di flusso di calore basati su effetti Nernst

I progetto Next-Gen Metrology "Heat flux sensors based on Nernst effects" ha come obiettivo lo studio di materiali magnetici che manifestino effetti termoelettrici trasversi, in particolare l'effetto Nernst. L'interesse per questi materiali è guidato dalla possibilità di realizzare sensori di calore con geometria integrabile.

Nella fase iniziale del progetto Next-Gen Metrology "Heat flux sensors based on Nernst effects" sono state analizzate le proprietà del MnBi ferromagnetico policristallino ottenuto tramite la tecnica della metallurgia delle polveri. Rispetto allo stesso materiale in forma di cristallo singolo, questa tipologia di policristalli permette lo sviluppo di proprietà magnetiche specifiche in fase di preparazione. A seguito di ricotture in campo magnetico, si è riscontrato un aumento della polarizzazione magnetica di rimanenza e a seguito di successive macinazioni dei cristalli, si è osservato un maggior sviluppo del campo coercitivo. Il risultato di questa ricerca è che tale regolazione delle proprietà magnetiche regola a sua volta in modo concorde le proprietà termoelettriche trasverse; inoltre il valore del coefficiente termoelettrico ottenuto è confrontabile a quello dei cristalli singoli presente in letteratura. Il passo successivo nella ricerca sul MnBi come materiale termoelettrico trasverso è la preparazione e la caratterizzazione di film sottili. La fase iniziale di questa attività ha richiesto lo sviluppo di processi di preparazione supportati da analisi di cristallografia a raggi X (XRD), da misure magneto-ottiche di effetto Kerr (MOKE) e da misure di magnetometria a campione vibrante (VSM). Lo sviluppo e l'ottimizzazione di questi processi è attualmente in corso e prevede l'impiego di evaporatori e-beam, in collaborazione con il Chilab e di tecniche di deposizione tramite sputtering, in collaborazione con l'FBK. Contestualmente, viene studiato l'effetto di processi di successive ricotture dei campioni a film sottile finalizzati alla formazione della fase ferromagnetica del MnBi. Un altro materiale di interesse per gli effetti Nernst è il FeGa del quale sono

state osservate le proprietà termoelettriche trasverse in funzione della percentuale di Ga e di conseguenza della fase cristallografica sviluppata all'interno di campioni in forma di bulk policristallini. Anche per questo materiale è previsto uno studio successivo su campioni a film sottile, orientato allo sviluppo di applicazioni nel campo dei sensori di calore.



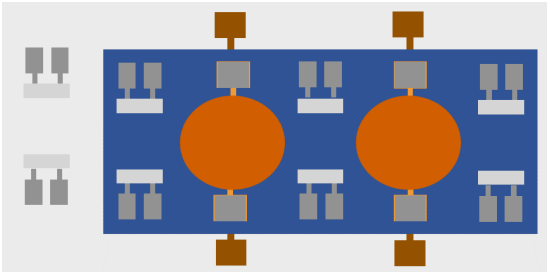
Confronto tra le proprietà di Nernst (N vs. H, in viola) e le proprietà magnetiche (M vs. H, in arancione) di tre tipi di campioni di MnBi policristallino ottenuto tramite metallurgia delle polveri. Il primo è stato preparato con ricottura semplice, il secondo con ricottura in campo magnetico stazionario di 1T e il terzo con processi di macinazioni successive.

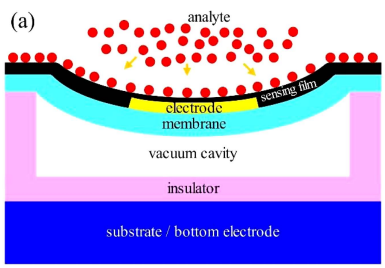
Sviluppo e caratterizzazione metrologica di una piattaforma Dew-on-a-chip (DOAC) per la misura riferibile dell'umidità (temperatura di rugiada, frazione molare e UR) basata su microrisonatori MEMS/NEMS

Le misure di umidità sono necessarie in diversi settori, dalla produzione industriale di gas alle applicazioni biomediche, dalla ricerca atmosferica e climatica ai sistemi di automazione e regolazione degli edifici, fino all'industria dei gas per l'energia dove la presenza di acqua in tracce riduce il potere calorifico e produce danni all'infrastruttura. Tra le varie tecnologie disponibili, solo alcune si prestano all'integrazione in micro o nano strutture con prestazioni metrologiche adeguate. Ad es., i MEMS capacitivi e gravimetrici a microbilancia di quarzo (QCM) hanno raggiunto uno stadio di maturità tecnologica e di costo soddisfacente per la produzione commerciale. Altri sensori, quali i SAW, i risonatori acustici a film (FBAR) e i trasduttori ultrasonici capacitivi (CMUT) hanno prestazioni potenzialmente superiori ai QCM ma il livello metrologico è ancora insufficiente.

Il progetto si propone di realizzare una piattaforma DOAC con tre array CMUT fabbricati con un processo di wafer bonding di una membrana di silicio su un substrato di SiO_2. Due array saranno funzionalizzati in modo selettivo con ossido di grafene (GO) e/o alcool polivinilico (PVA); un terzo *uncoated* consentirà di misurare la massa d'acqua condensata attraverso il raffreddamento del chip (misura del dew point). In parallelo alla fabbricazione, verrà progettata e realizzata la stazione di misura per la caratterizzazione metrologica dei CMUT tra 0 °C e 60 °C con temperatura di rugiada tra -60 °C e +50 °C (frazione molare tra 10 ppm e 0.15). Infine, grazie alla combinazione di sensori funzionalizzati e sensore di dew point, verrà esplorata la possibilità di introdurre una funzione metrology-on-the-chip (MOTC) per l'autotaratura in situ del sensore.

Nel corso del 2023 è stato completato lo studio dello stato dell'arte dei sensori e delle tecnologie disponibili e l'acquisizione degli elementi progettuali (tecnologici, elettronici, metrologici) per la realizzazione dell'array CMUT di base (*uncoated*) e degli array funzionalizzati; è stata scelta e acquisita parte della strumentazione di misura per la caratterizzazione elettrica e termo-igrometrica dei MEMS CMUT e parte dei materiali necessari alla realizzazione dei primi prototipi.





Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche

Il progetto intende perseguire l'integrazione permanente dei riferimenti quantistici in regime elettrico variabile nelle catene metrologiche di misura dei parametri della potenza e dell'energia. Allo scopo, è necessario integrare i dispositivi Josephson e Hall in refrigeratori cryogen-free di piccole dimensioni e basso costo, che possano generare le grandezze elettriche tensione e impedenza quantizzata *on demand*. La disponibilità del laboratorio PiQuET e delle possibilità di packaging, bonding, on-chip dc& microwave testing, è determinante per il successo della ricerca proposta.

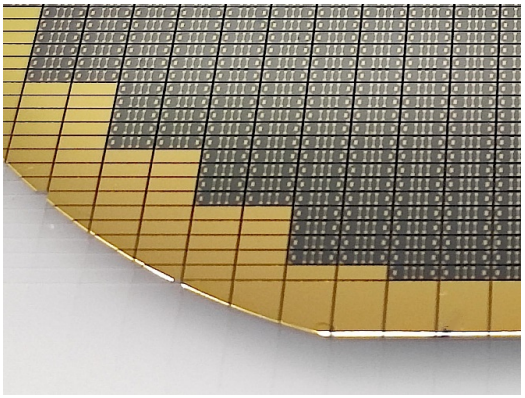
Nel corso del 2023 è stata affrontata l'integrazione permanente dei riferimenti quantistici in regime elettrico variabile nelle catene metrologiche di misura dei parametri della potenza e dell'energia, e in particolare in refrigeratori cryogen-free, lungo le seguenti linee di sviluppo:

- Design e realizzazione di probe dedicate per l'impiego di dispositivi packaged in sistemi criogenici. Tra queste, una probe per dispositivi Josephson Array Waveform Synthesizer (JAWS) con connessioni coassiali in cryocooler; una probe per campione Josephson di tensione programmabile a 1 V in He liquido con connessioni per fast switching; una probe per sistema criomagnetico in cryocooler che sostenga campi magnetici sino a 9 T e temperature inferiori a 1 K.
- Design di holder per dispositivi quantistici in regime alternato con proprietà elettrotermiche ottimizzate per le specifiche di utilizzo in cryocooler, compatibili con la lavorazione nell'infrastruttura Piquet;
- Attività propedeutica al packaging di dispositivi ad effetto Hall quantistico per la realizzazione di Quantum Hall Array Resistance Standards (QHARS) a partire da dispositivi elementari su substrato in silicio, con packaging e bonding realizzato in Piquet. In particolare, è stato realizzato un wafer di dispositivi dummy di testing della bondatrice automatica di nuova installazione.

Nel 2023 sono stati sottomessi i seguenti articoli, che si riferiscono esplicitamente al progetto NEXT-GEN:

A. Cultrera, G. Germito, D. Serazio, F. Galliana, B. Trinchera, G. Aprile, M. Chirulli, L. Callegaro, "Active energy meters tested in realistic non-sinusoidal conditions recorded on the field and reproduced in laboratory, " Energies", submitted.

A. Cultrera, D. Serazio, F. Galliana, B. Trinchera, M. Chirulli, G. Aprile, L. Callegaro, "Laboratory replication of low power quality conditions observed on the field for testing active energy meters", "2024 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) - Instrumentation and Measurement for the Energy and Power Industry", 20-23 May, Glasgow, UK, submitted.



Wafer di dummy devices per test di realizzazione di Quantum Hall Array Resistance standards con packaging nell'infrastruttura PiQuET presso INRiM.

Nuova metrologia e nuovi sensori per l'elettrotecnica (tensioni e correnti in condizioni anomale), per caratterizzazione dei dispositivi energetici (trasformatori e batterie) in presenza di cortocircuiti ed altre condizioni accidentali

Nel corso del 2023, il focus è stato rivolto verso lo sviluppo di una sorgente di radiazione non classica a microonde, funzionante all'interno di un sistema a cryocooler dedicato alla quantum illumination. Questo sforzo ha portato alla creazione di una piattaforma innovativa per la quantificazione dei parametri elettrici in materiali e dispositivi energetici attraverso l'utilizzo della microscopia a microonde in scansione potenziata quantisticamente. I principali traguardi raggiunti durante il primo anno includono:

L'elaborazione di un protocollo di calibrazione per il Scanning Microwave Microscopy (SMM) che permette la

quantificazione accurata della densità dei portatori di carica in campioni semiconduttori.

Il modeling avanzato ad elementi finiti e il design di campioni di riferimento per la calibrazione di SMM utilizzando metodologie Short-Open-Load (SOL).

L'identificazione di casi di studio, specificatamente nel contesto delle batterie e dei pannelli fotovoltaici, come campioni di test per la misura precisa della concentrazione dei portatori.

Il potenziamento del microscopio AFM presente nella struttura PiQuET, integrando un modulo di Scanning Microwave Microscopy.

Con questi sviluppi, si punta a consolidare la nostra posizione di leader nel campo della metrologia quantistica, ampliando le frontiere della tecnologia elettrica e energetica.

Nel 2023 sono stati sottomessi i seguenti articoli, che si rifericono esplicitamente al progetto NEXT-GEN:

E. Enrico, L. Fasolo, L. Oberto, P. Livreri, "Josephson Traveling Wave Parametric Amplifiers as Quantum Source of Entangled Photons for Microwave Quantum Radar Applications, " 2023 PhotonIcs and Electromagnetics Research Symposium, Prague, 3-6 Luglio 2023, submitted.

L. Fasolo, L. Oberto, L. Callegaro, E. Enrico, " Internal reflections and nonlinear effects interplay in non-ideal Josephson Travelling Wave Parametric Amplifiers", The International Workshop on Integrated Nonlinear Microwave and Millimetre-wave Circuits - INMMIC 2023, 8-10 Nov, Aveiro, Portugal, submitted.

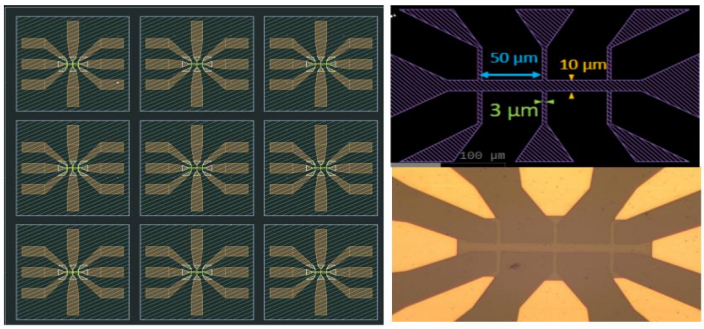


Wafer di dispositivi basati su metamateriali nonlineari Josephson per la generazione di radiazione nonclassica nel regime delle microonde, realizzati nell'infrastruttura PiQuET presso INRiM.

Sensori di campo magnetico quantistici

Il progetto sviluppa sensori di campo magnetico basati su effetti quantistici con due approcci complementari: sensori basati sulla magnetoresistenza ad effetto spin-Hall (SMR) e sulla risonanza magnetica dei centri di Nitrogeno-Vacancy (NV). L'obiettivo è di superare le attuali limitazioni dei sensori tradizionali e spintronici, come la bassa sensibilità e il rumore a bassa frequenza. Il progetto impatterà nel campo dei sensori di velocità o corrente elettrica per applicazioni di mobilità intelligente, ma anche nel rilevamento di campi ultra-bassi per applicazioni biomediche. Di recente sono stati proposti sensori basati sul momento di spin-orbita (SOT). La rilevazione del campo magnetico sfruttando SOT viene effettuata attraverso SMR, consentendo lo sviluppo di un nuovo tipo di sensore con un'architettura semplificata. L'obiettivo del progetto è di sviluppare un sensore prototipo SMR dalla deposizione di film ultra-sottili, la litografia, fino al test in un caso reale. Le prime strutture di test per un sensore SMR sono state progettate e preparate in collaborazione con Polifab e Polimi. Le strutture sono state caratterizzate per le loro proprietà magnetiche, la rugosità superficiale (AFM) e SMR e sono stati suggeriti ulteriori miglioramenti. È stata installata una nuova probe station per la caratterizzazione elettrica. Un articolo teorico è stato presentato alla conferenza HMM2023, e in seguito è stato pubblicato (V. Basso, et al., Phys.B:Cond. Mat, 2024, https://doi.org/10.1016/j.physb.2024.415887). I centri NV nel diamante possono essere impiegati per misurare un campo magnetico grazie alle loro proprietà di risonanza magnetica,

utilizzando nanocristalli di diamante sottoposti a sondaggio ottico (Risonanza Magnetica Rivelata Otticamente, ODMR), con sensibilità molto elevate. L'obiettivo del progetto è di migliorare la sensibilità utilizzando schemi di controllo ottimale quantistico e logica quantistica. Sequenze ODMR a impulsi sono state testate e ottimizzate per gli insiemi di centri NV. Le risonanze ODMR a impulsi sono state acquisite sperimentalmente. Queste risonanze presentano un contrasto maggiore e una larghezza di linea ridotta rispetto alle risonanze ODMR a onda continua. Sono stati acquistati rivelatori di singoli fotoni che saranno impiegati in futuro per una maggiore sensibilità.

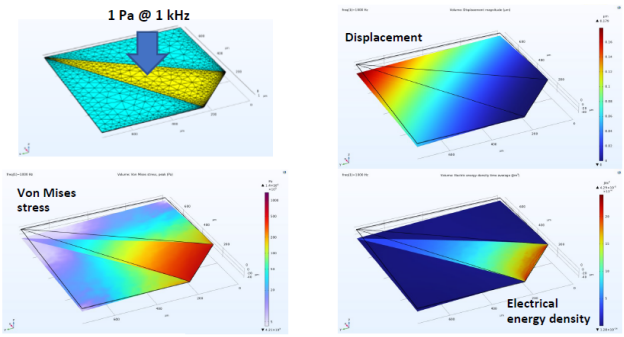


A sinistra: chip con nove dispositivi di test SMR. A destra, pannello superiore: singolo dispositivo a barra Hall. A destra, pannello inferiore: immagine al microscopio del dispositivo a barra Hall. Ciascun dispositivo è composto da multistrati Pt(5nm)/Co40Fe40B20(1.5nm)/Ta(2nm) su substrato Si/SiOx.

<u>Nuova metrologia e nuovi sensori per la sicurezza (compatibilità elettromagnetica e compatibilità acustica) dei dispositivi energetici</u>

Il progetto riguarda la progettazione, la realizzazione e la caratterizzazione di un microfono piezoelettrico basato sulla tecnologia MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems), integrabile in configurazioni di array, per la localizzazione, l'analisi spettrale ed il monitoraggio di sorgenti di rumore ambientale, ed in particolare le emissioni acustiche di dispositivi e sistemi energetici. In tale contesto di condizioni operative e di misura, micro-trasduttori basati sulla conversione piezoelettrica dei segnali sonori sono in grado di garantire buone prestazioni elettroacustiche in termini di sensibilità, rapporto segnale-rumore e risposta in frequenza, nonché ottime caratteristiche di robustezza ed affidabilità, unite ad un consumo di energia molto ridotto. Durante il primo anno del progetto, partendo dall'analisi dello stato dell'arte delle diverse tipologie di microfoni MEMS piezoelettrici, si è svolta la fase di progettazione del trasduttore, che ha riguardato l'identificazione dei materiali e la definizione del layout e dei pattern geometrici del cantilever multistrato che garantiscono il miglior compromesso tra prestazioni elettroacustiche e resistenza meccanica. In particolare, la selezione del materiale piezoelettrico è stata dettata non solo dall'efficienza di conversione, ma anche da criteri di sostenibilità dei materiali e dei processi di deposizione, che hanno fatto ricadere la scelta sul nitruro di alluminio (AlN). Lo spessore ed il pattern geometrico dei diversi strati che compongono il cantilever sono stati determinati in modo tale da incrementare la risposta piezoelettrica alla sollecitazione acustica, nel rispetto dei limiti di elasticità e resistenza meccanica dei materiali.

La progettazione è stata effettuata mediante il software COMSOL Multiphysics® e ha permesso di individuare come struttura migliore dal punto di vista elettromeccanico, quella formata da quattro cantilever di forma pentagonale irregolare, sui quali sono depositati layer piezoelettrici triangolari di AlN. Sulla base dei risultati della fase di progettazione, sono stati definiti, in collaborazione con l'infrastruttura PiQuET dell'INRiM ed il CNR-IMM di Bologna, i vari step di fabbricazione del process flow.



Simulazione elettromeccanica del singolo cantilever piezoelettrico del microfono MEMS con COMSOL Multiphysics®

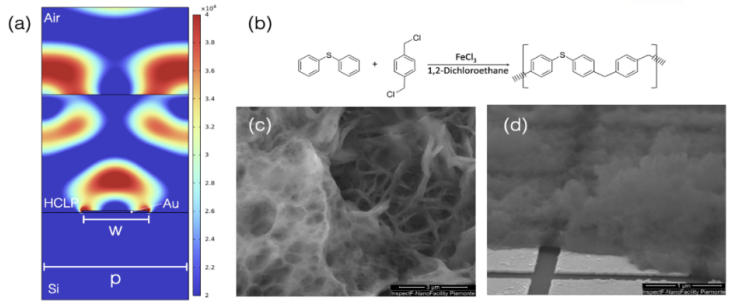
Metrologia e Sensoristica Plasmonica di Metano

Il progetto NEXT-GEN #12a (codice ITA_NEXT-GEN_CARA) è inserito nell'area tematica denominata nuova metrologia e nuovi sensori per la sicurezza (assenza di inquinanti e nano-particelle) dei processi chimici ed alimentari dell'economia circolare per la tutela delle persone e dell'ambiente del bando Next-Gen 2022. Il progetto è nominato Methane Plasmonic Sensing and Metrology (MetPlaSM) e concerne lo sviluppo di sensori di metano a basse concentrazioni (ppm - ppb) il cui funzionamento sfrutti il fenomeno fisico dell'amplificazione per effetto plasmonico dello spettro di assorbimento nell'infrarosso del metano, in inglese surface-enhanced infrared absorption (SEIRA), quando questo è adsorbito in prossimità di microstrutture metalliche opportunamente ingegnerizzate.

Nel corso del 2023, le prime fasi di sviluppo dei sensori si sono articolate nelle seguenti attività:

- WP1 Modellizzazione. Tramite COMSOL Multiphysics, modulo RF, sono stati modellizzati degli array di microstrutture di oro per guidare la scelta dei materiali e la geometrizzazione delle strutture in termini dimensionali (Fig. 1a).
- WP2 Fabbricazione. Sono stati primi chip microstrutturati e, ottimizzando le concentrazioni di sintesi (Fig.1b), è stata realizzata la crescita integrata su chip di strati microporosi di polimeri iper-cross-linkati (Fig.1c-d). Tali polimeri consentono l'intrappolamento dell'analita gassoso in prossimità delle microstrutture metalliche perché il metano possa beneficiare dell'amplificazione plasmonica.
- WP3 Caratterizzazione. E' stata progettata una cella di misura per caratterizzare i sensori con FTIR in trasmissione.

I primi risultati sono stati presentati con un contributo poster alla conferenza internazione NANOP 2023 a Barcellona.



(a) Distribuzione del campo elettrico su una struttura di oro patternata su un chip di silicio e immersa in un ambiente poroso HCLP (hyper cross-linked polimer) per intrappolamento dell'analita gassoso. (b) Sintesi dei polimeri HCLP. (c)-(d) Crescita dei polimenti porosi su microstrutture metalliche.

Sviluppo e validazione di sensore miniaturizzato per la determinazione di nano-contaminanti polimerici in matrici alimentari

Il progetto ha l'obbiettivo di contribuire allo sviluppo di metodi affidabili e standardizzati per l'identificazione e la quantificazione di micro e nanoplastiche (rispettivamente pMP e pNP) in matrici complesse, vista l'implicazione dell'inquinamento da plastica negli ecosistemi e nella catena alimentare, e nella definizione di imminenti normative europee che richiedono la loro rilevazione.

E' stato quindi messo in atto un approccio multi-parametrico e multi-strumentale per garantire un'adeguata caratterizzazione delle pMP e pNP, al fine di rispondere alle tre domande principali riferite alla quantità di particelle, alla loro dimensione e all'identità chimica.

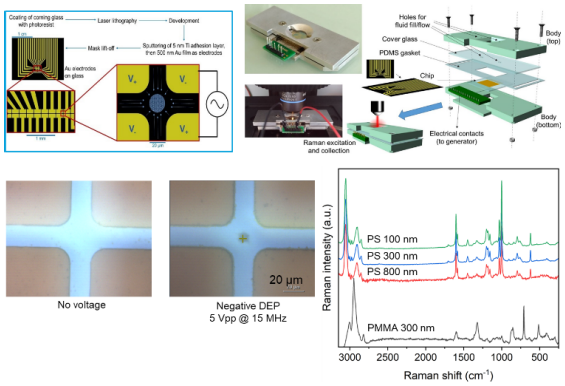
Tale sistema integrato è formato da un chip di analisi miniaturizzato ed accoppiato on-line ad una catena di misura multi-parametrica, con i seguenti componenti:

- Sensore formato dall'accoppiamento di una cella dielettreroforetica (DEP) miniaturizzata e di uno spettrometro Raman, in grado di concentrare localmente le particelle nella zona di esposizione del fascio laser, consentendone una loro identificazione chimica;

- Accoppiamento on-line ad una catena di misura formata da un sistema di frazionamento AF4 per separare popolazioni eterogenee di particelle in funzione della taglia, e ad un DLS per determinarne la loro dimensione;

Nel primo anno del progetto sono stati conseguiti i seguenti risultati

1. Progettazione del chip e definizione delle diverse geometrie degli elettrodi (Castellated with/without offset; Oblique; Quadrupole);
2. Valutazione del tipo di substrato, delle tecniche fotolitografiche e delle tecniche di deposizione per la migliore realizzazione del chip e delle relative geometrie (Vetro, litografia laser);
3. Caratterizzazione dei chip a differenti geometrie mediante microscopia ottica;
4. Realizzazione dei chip, integrazione nella cella microfluidica di analisi e caratterizzazioni Raman di pNP di Polistirene (PS) e PMMA (si veda l'immagine a fianco)

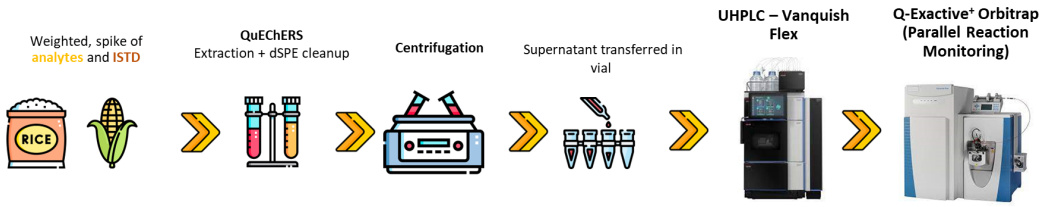


<u>Nuovi approcci metrologici e sensori per lo sviluppo di food packaging sostenibile a supporto dell'economia circolare</u>

Il progetto ha l'obiettivo di contribuire allo sviluppo di approcci metrologici e sensori in ambito alimentare, sviluppando e caratterizzando nuovi materiali di imballaggio alimentare sostenibili (per esempio attivi, con proprietà antiossidanti, per prolungare la shelf life dei cibi, o basati su materiali riciclati)

Nel primo anno del progetto sono stati conseguiti i seguenti risultati:

1. Caratterizzazione delle proprietà antiossidanti (AO) e antibatteriche (AB) di estratti naturali provenienti dagli scarti di diverse filiere alimentari (vite, ulivo, melone., limone). Gli estratti di buccia di limone e di nocciolino di olivo hanno dimostrato le proprietà AO migliori.
2. Caratterizzazione delle proprietà antiossidanti di prototipi di imballaggi alimentari contenenti estratti stessi. Sono stati sperimentati due approcci per l'integrazione degli estratti negli imballaggi: coating e doppio strato ed è stata valutata la loro efficacia nella conservazione di campioni di carne macinata per un intervallo di 14 giorni. I risultati sono stati incoraggianti e sono oggetto di approfondimento.
3. Validazione per la tecnica di NMR quantitativo per la caratterizzazione di matrici alimentari quali pasta e grano. La validazione è avvenuta tramite la partecipazione al confronto NMR organizzato da Innovative Solution.
4. Sviluppo di un approccio metrologico basato sulla spettrometria di massa a diluizione isotopica per la quantificazione di PFAS in matrici alimentari (si veda l'immagine a seguire), con l'obiettivo di raggiungere i limiti di quantificazione previsti dalle linee guida e dalla legislazione esistente a livello europeo. Il metodo, testato su matrici di pasta e grano, ha dimostrato ottime prestazioni in termini di accuratezza, sensibilità e robustezza. Questo metodo permetterà di supportare la caratterizzazione in termini di sicurezza, di imballaggi sostenibili (per ex riciclati, naturali, attivi)

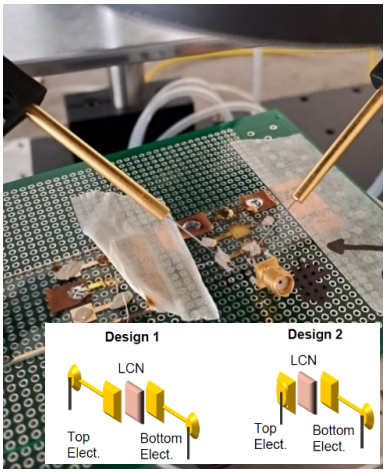


Sensori capacitivi realizzati con cristalli liquidi elastomerici per la rivelazione multifunzionale di agenti chimici

Il progetto LCE-Sense mira allo studio e alla realizzazione di sensori capacitivi miniaturizzati (*micro-electro-mechanical systems, MEMS*) specifici per diversi tipi di analiti. L'interesse per tali dispositivi, la cui applicazione trova già impiego per accelerometri ad esempio, è motivato dalla facilità di misura da remoto, pertanto applicabile a ambienti ostili, e dal basso costo di realizzazione. L'impiego di materiali innovativi quali materiali con struttura molecolare anisotropa e proprietà di cambiamento di forma in risposta a stimoli esterni consentiranno di massimizzare la sensibilità del sensore grazie alla deformazione dello spessore del materiale dielettrico del capacitore in presenza di diversi analiti quali specifici solventi o loro vapori. Di particolare interesse sono i composti organici volatili (VOC) dannosi per la salute, come vapori di toluene o cloroformio.

Il primo anno del progetto è stato dedicato allo studio di materiali dielettrici quali i polimeri liquido cristallini (*LCN, liquid crystalline networks*). Sono stati impiegati diversi processi di sintesi di nuovi polimeri liquido cristallini utilizzando reagenti commerciali e processi di fotopolimerizzazione compatibili con tecniche fotolitografiche per la futura miniaturizzazione dei dispositivi. Lo studio si è focalizzato su tre principali formulazioni selezionate a partire da lavori presenti in letteratura ovvero film di LCN a base acrilato, a base tiolo/acrilato e a base ammina/acrilato. E' stato quindi valutato lo swelling (rigonfiamento) di solventi con differente polarità (acqua, etanolo, cloroformio, acetone e altri). La maggiore deformazione combinata con una più marcata selettività è stata evidenziata per LCN a base acrilato. Tali materiali sono stati impiegati come dielettrico per dei consensatori millimetrici.

In parallelo, è stato studiato il design del sensore MEMS e il processo fabbricativo per dei dispositivi millimetrici. Test fabbricativi e di misura hanno rivelato come la standardizzazione della fabbricazione e la sua ripetibilità fosse un parametro chiave per stima accurata della permittività dielettrica. E' in corso la valutazione della stabilità del valore della capacità nel tempo e i primi studi di variazione in presenza dei diversi solventi.



Primo design (inset), realizzazione e misura dei sensori capacitivi.

BETTER MEASUREMENTS FOR ENERGY STORAGE
Sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per l'accumulo di energia elettrica per la transizione energetica e l'economia circolare

L'affidabilità del sistema di distribuzione dell'energia elettrica e l'integrazione dei sistemi di mobilità elettrica necessitano di un esteso utilizzo di sistemi di accumulo dell'energia, in un contesto di crescente produzione di energia da fonti rinnovabili. Il progetto "Better Measurement for energy storage" si prefigge il rafforzamento della presenza INRiM in un ambito strategico per la transizione energetica, incrementando le competenze e sviluppando nuove attività di ricerca relativamente al tema dell'immagazzinamento e del riutilizzo dell'energia elettrica, in relazione alle tecnologie attuali per l'accumulo di energia elettrica e a quelle più innovative, basate su cluster di batterie, supercondensatori (SC), sistemi ibridi di batterie e SC e su materiali a conduzione mista ionica-elettronica. Il progetto è finanziato dal MUR nell'ambito della "Progettualità di carattere continuativo", finalizzata al sostegno di iniziative di medio-lungo periodo, e prevede l'interazione con il Politecnico di Torino e l'Università di Torino per l'integrazione e il rafforzamento delle competenze.

Il progetto, iniziato nella seconda parte del 2023, intende sviluppare nuova metrologia e sensori innovativi per l'accumulo di energia elettrica per la transizione energetica e l'economia circolare, su un arco temporale di 5 anni. A questo fine si metteranno a frutto le sinergie derivanti dai progetti europei in corso e in avvio (Emphasis e MetSuperCap) che affrontano temi analoghi per altri sistemi di storage dell'energia, quali i supercondensatori.

L'attività si articola su quattro linee che riguardano:

i) La caratterizzazione metrologica e la riferibilità per la messa in opera delle batterie secondo la tecnologia attuale.

ii) La caratterizzazione metrologica delle celle di accumulo e delle diverse soluzioni di assemblaggio del loro layout nel pacco di batterie.

iii) Una nuova metrologia e nuovi sensori integrati per i dispositivi di accumulo dell'energia elettrica, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche.

iv) La digitalizzazione della metrologia per l'accumulo di energia e l'utilizzo dei dati di misura mediante tecniche di intelligenza artificiale.

In merito al tema i) particolare attenzione è posta alla **riferibilità della Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS),** una tecnica che consente di caratterizzare il comportamento elettrico di batterie e supercondensatori, e alla riferibilità delle tecniche di caratterizzazione in DC, ovvero nel dominio del tempo. Gli spettri possono coprire diverse decadi di frequenza, dal millihertz al megahertz; la loro evoluzione è legata allo State-of-Charge (SoC) e State-of-Safety (SoH) della cella considerata. La modellistica consente di determinare quantitativamente parametri associati a questi indicatori. Una appropriata taratura, riferibile alle unità di impedenza del Sistema Internazionale, della strumentazione impiegata è indispensabile per poter associare le variazioni dello spettro EIS, misurate sull'arco temporale dell'intera vita della cella, a effetti reali nella cella. Sono in corso di implementazione tecniche di caratterizzazione di impedenzimetri commerciali nel campo di frequenze sub-acustico (< 20 Hz), per i quali non esiste tradizionalmente una riferibilità presso gli istituti metrologici primari, impiegando mutui induttori in aria come simulatori di capacità elettrica superiore al farad, e metodi di correzione *short-load*. Le metodiche sviluppate verranno successivamente applicate alla caratterizzazione di EIS integrati in potenziostati commerciali.

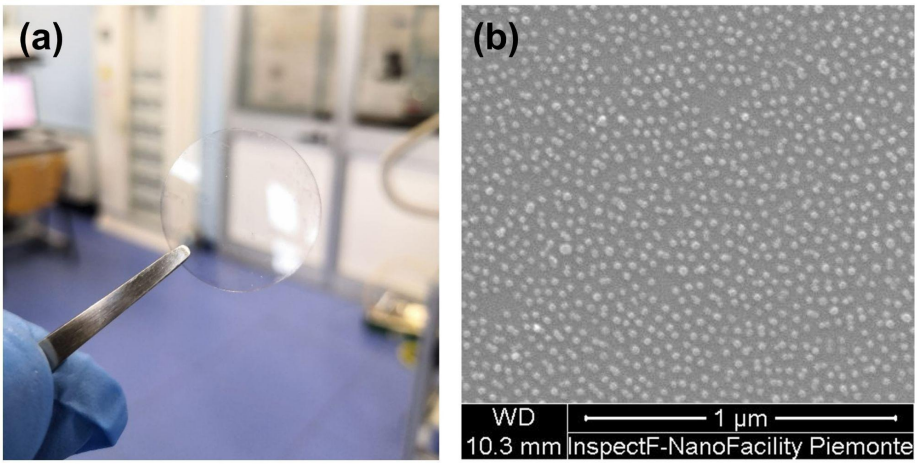
Per quanto attiene alle **tecniche di caratterizzazione DC**, esse sono utili per la determinazione dei parametri fondamentali di batterie e supercondensatori quali la capacità, la resistenza serie ed eventuali circuiti equivalenti. Sono stati svolti studi in merito a una tecnica di determinazione di un circuito equivalente (*equivalent circuit model* - ECM) di supercondensatori, basata su un circuito non lineare a tre rami. La determinazione dell'ECM si basa sulle equazioni di stato del circuito e i parametri equivalenti sono sette, di cui quattro capacità e tre resistenze. La determinazione dei parametri avviene per ottimizzazione rispetto a un set di misure attraverso la tecnica di ottimizzazione *Conventional Trust Region Reflection* (CTRR).

Lo studio del comportamento dei **parametri elettrici in temperatura** è fondamentale per avere un quadro completo del funzionamento del dispositivo di storage. A questo fine, sono in corso di predisposizione catene

di sensori per la mappatura della temperatura superficiale dei dispositivi anche in modalità operando e la mappatura delle camere climatiche utilizzate nella fase di caratterizzazione elettrica.

Per quanto riguarda lo svolgimento delle attività previste al punto ii), esse inizieranno a valle del consolidamento di quelle previste al punto i).

In relazione al punto iii) a oggi sono state sviluppate e caratterizzate nuove **finestre trasparenti in silice e CaF_2** decorate con nanostrutture plasmoniche. Tali finestre consentono di accedere otticamente alla parte interna di *coin-cell*, ed effettuare misure Raman in modalità *operando*. Le strutture plasmoniche aumentano localmente i segnali di scattering Raman dei materiali in contatto con esse, consentendo lo studio della formazione e degradazione delle interfacce *solid-electrolyte interphase* (SEI) e *cathode electrolyte interface* (CEI). Utilizzando questa modalità di lavoro è inoltre possibile effettuare misure Raman *operando* con una sensibilità e specificità superficiali maggiori rispetto a quelle riportate ad oggi in letteratura. Lo sviluppo di queste finestre plasmoniche attive consente di effettuare altri tipi di caratterizzazione delle batterie in modalità *operando*, come ad esempio tecniche basate sull'utilizzo di raggi X. In quest'ottica la disponibilità di una cella di **analisi SAXS *operando***, consentirà un'analisi multiparametrica dello stato delle SEI e CEI, ampliando le capacità di comprensione e miglioramento dei dispositivi di accumulo di energia.



(a) Optically transparent silica windows for operando Raman measurement of coin cells;
(b) SEM micrograph of micellar block copolymers, infiltrated with Au over the transparent window.

In relazione alle linee di attività iii e iv), sono state attivate due Borse di dottorato (XXXIX ciclo) in collaborazione rispettivamente con il'Università di Torino - Scienze chimiche e dei materiali e il Politecnico di Torino su "**Misura e simulazione della conducibilità ionica in elettroliti solidi per batterie secondarie**" e la "**Costruzione e validazione metrologica di modelli digitali (digital twins) per materiali e dispositivi di accumulo energetico"**

Durante la prima fase del progetto, è stata individuata inoltre la strumentazione per la messa in opera di banchi di analisi e misura che includono:

- i componenti per la realizzazione e l'applicazione di ciclatori non commerciali a bassa potenza, in grado di operare con forme d'onda di test non convenzionali su celle singole e moduli in condizioni termiche controllate; i componenti (potenziostato e camera climatica) per la caratterizzazione riferibile in condizione controllate mediante EIS;
- una cella elettrochimica da integrarsi in un sistema di analisi SAXS (scattering di ***raggi X*** a basso angolo) operando; un ciclatore con associato calorimetro isotermo, per la determinazione del calore prodotto dai processi di carica e scarica delle celle Li-ione, per la simulazione, progettazione e dimensionamento di pacchi batterie;
- Per quanto riguarda le capacità di calcolo, in relazione alla linea di attività di cui al punto iv), si è definita una soluzione HPC (high performance computing).

13.3 – I PROGETTI DI DIVISIONE

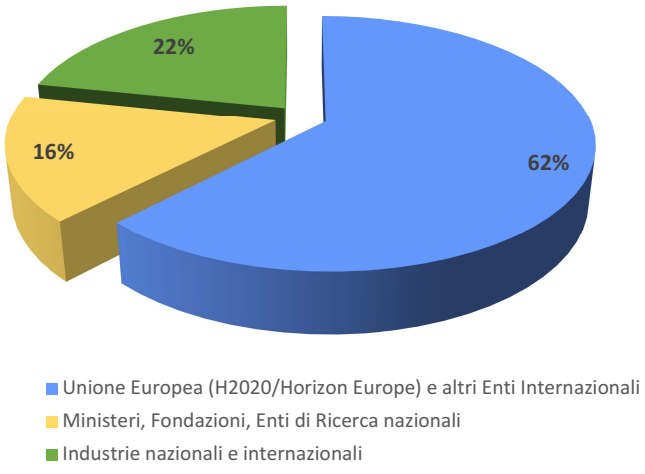
La tabella a seguire mostra, mettendo a confronto i dati del 2022 con quelli raccolti per l'anno 2023, il panorama dei progetti di Divisione, il cui finanziamento va ad integrare le risorse del FOE; vengono riportati la tipologia dell'ente finanziatore, il numero dei progetti attivi nell'anno, il finanziamento ottenuto dall'Istituto e la relativa percentuale suddivisa tra le diverse tipologie.

I dati riguardanti il finanziamento non si riferiscono ai finanziamenti incassati o da incassare nell'anno ma sono stati ricavati sommando le quote di finanziamento complessive indicate nei singoli contratti dei progetti attivi nell'anno; sono stati considerati tutti i progetti attivi nell'anno, comprendendo anche quelli iniziati prima del 2023; considerando la diversa durata di vita di ciascun progetto, il periodo coperto dai 170 progetti attivi si estende dal 2017 al 2034.

Tabella 14 – Distribuzione, per tipologia, dei progetti attivi nel 2023

2023	N. Progetti	Finanziamento per l'INRiM (k€)	% Finanziamento
Unione Europea (H2020/Horizon Europe) e altri Enti Internazionali	91	22.227,50	62%
Ministeri, Fondazioni, Enti di Ricerca nazionali	45	5.694,00	16%
Industrie nazionali e internazionali	34	7.745,50	22%
Totale	**170**	**35.667,00**	**100%**
2022	**N. Progetti**	**Finanziamento per l'INRiM (k€)**	**% Finanziamento**
Unione Europea (H2020/Horizon Europe) e altri Enti Internazionali	71	13.416,00	56%
Ministeri, Fondazioni, Enti di Ricerca nazionali	15	2.636,00	11%
Industrie nazionali e internazionali	30	5.236,00	33%
Totale	**116**	**21.288,00**	**100%**

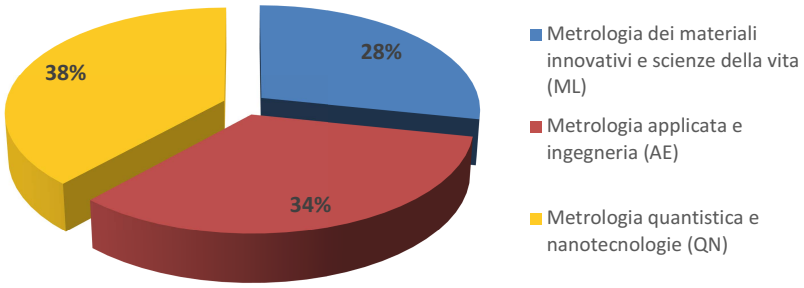
Il grafico riporta, in percentuale, la distribuzione dei finanziamenti dei progetti attivi nel 2023.



Distribuzione dei finanziamenti dei progetti attivi nel 2023.

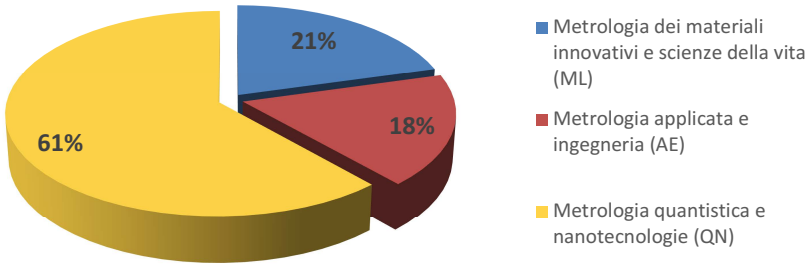
Rispetto al 2022, si evidenzia nel complesso un significativo aumento sia del numero di progetti che della quota di finanziamento, più accentuato, per quanto concerne la numerosità, nell'area dei progetti nazionali; sul fronte dei progetti europei/internazionali, la crescita del numero di progetti e del relativo finanziamento è in parte dovuta anche al fatto che alcuni progetti, che sarebbero dovuti terminare nel 2022, sono stati prorogati al 2023/2024; sono in moderato aumento invece i progetti industriali, sia per quanto riguarda il numero che la quota di finanziamento.

Il prospetto seguente mostra la numerosità, in percentuale, dei 170 progetti presi in esame nelle tre Divisioni, indipendentemente dalle tipologie riportate nella tabella iniziale.



Distribuzione, nelle Divisioni, dei progetti attivi nel 2023.

Nel grafico a seguire sono invece indicate le distribuzioni percentuali di ciascuna Divisione riferite al finanziamento da progetti, indipendentemente dalle tipologie riportate nella tabella iniziale.



Distribuzione, nelle Divisioni, dei finanziamenti relativi ai progetti attivi nel 2023.

La tabella seguente riassume infine l'apporto delle Divisioni in termini di numero di progetti e finanziamenti ottenuti, prendendo sempre in considerazione i progetti attivi nel 2023.

Tabella 15 – I progetti di Divisione: distribuzione progetti attivi nel 2023

TIPOLOGIA	Divisioni						INRiM	
	ML		AE		QN		N. tot.	Totale finanziamento (k€)
	N.	Finanz. (k€)	N.	Finanz. (k€)	N.	Finanz. (k€)		
EURAMET	21	4.039	24	3.650	17	2.984	62	10.673
H2020	4	924	1	186	3	1.003	8	2.113
HORIZON EUROPE	3	966	1	64	6	6.920	10	7.950
INDUSTRIALE	4	96	18	817,5	12	6.832	34	7.745,5
INTERNAZIONALE	-	-	6	1.147	5	344,5	11	1.491,5
NAZIONALE	15	1.313	7	450	16	3.476	38	5.239
REGIONALE E FONDAZIONI	1	33	-	-	6	422	7	455
Totale	**48**	**7.371**	**57**	**6.314,5**	**65**	**21.981,5**	**170**	**35.667**

I **progetti europei/internazionali** sono 91 e, poiché costituiscono il 62% del totale dei finanziamenti esterni, sono un segnale di forte partecipazione dei ricercatori INRiM alle attività di ricerca scientifica internazionali.

Degli 80 progetti finanziati dalla Commissione Europea, 62 sono *progetti EURAMET* specificamente dedicati alla metrologia: nella tabella seguente si riporta l'elenco di questi progetti, alcuni nati nell'ambito del programma EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research) che si concluderà nel 2024, altri nati nell'ambito del nuovo programma EPM (European Partnership on Metrology) inaugurato con l'avvio della call 2021. Sono indicati in grassetto i 17 progetti coordinati dall'Istituto.

Il finanziamento Euramet complessivo ricevuto dall'Istituto per questi progetti è di circa 10,7 M€. I dettagli sulle calls EMPIR/EPM a cui appartengono questi progetti sono riportati nell'Appendice 2.

Tabella 16 – I progetti EURAMET attivi nel 2023

CODICE PROGETTO	TITOLO E ACRONIMO	ANNO DI INIZIO	ANNO DI FINE	CONTRIBUTO PER INRiM (k€)
EMPIR 17ND03	Large Volume Metrology Applications (LAvA)	2018	2023	175
EMPIR 18SIB04	Towards quantum-based realisations of the pascal (QuantumPascal)	2019	2023	270
EMPIR 18RPT01	Traceability for contact probe and stylus instrument measurements (ProbeTrace)	2019	2024	15
EMPIR 18SIB01	Large-scale dimensional measurements for geodesy (GeoMetre)	2019	2023	201
EMPIR 18SIB02	Realising the redefined kelvin (Real-K)	2019	2024	230
EMPIR 18NET05	Support for a European Metrology Network for mathematics and statistics (MathMet)	2019	2023	20
EMPIR 18NET03	Support for a European Metrology Network on smart electricity grids (SEG-Net)	2019	2023	40
EMPIR 18NET02	Support for a European Metrology Network on traceability in laboratory medicine (TraceLabMed)	2019	2024	40
EMPIR 19RPT02	Improvement of the realisation of the mass scale (RealMass)	2020	2023	50
EMPIR 19NET01	Support for a European Metrology Network on advanced manufacturing (AdvManuNet)	2020	2024	51

EMPIR 19ENG07	Metrology for enhanced reliability and efficiency of wind energy systems (Met4Wind)	2020	2024	120
EMPIR 19NRM07	Support for standardisation of high voltage testing with composite and combined wave shapes (HV-COM²)	2020	2023	71
EMPIR 19SIP06	Increasing the comparability of extreme air temperature measurements for meteorology and climate studies (COAT)	2020	2023	25
EMPIR 19SIP03	**Climate Reference Station (CRS)**	**2020**	**2023**	**50**
EMPIR 19ENV05	Stable isotope metrology to enable climate action and regulation (STELLAR)	2020	2023	100
EMPIR 19ENV08	Advanced aerosol metrology for atmospheric science and air quality (AEROMET II)	2020	2023	100
EMPIR 19ENG05	High throughput metrology for nanowire energy harvesting devices (NanoWires)	2020	2023	140
EMPIR 19NRM05	**Measurement methods and test procedures for assessing accuracy of instrument transformers for power quality measurements (IT4Q)**	**2020**	**2023**	**189**
EMPIR 19ENG06	**Metrology of magnetic losses in electrical steel sheets for high-efficiency energy conversion (HEFMAG)**	**2020**	**2023**	**350**
EMPIR 19NRM04	Standardisation of structural and chemical properties of graphene (ISO-G-SCoPE)	2020	2026	90
EMPIR 19RPT01	Quantum traceability for AC power standards (QuantumPower)	2020	2023	51
EMPIR 19NET02	**Support for a European Metrology Network on quantum technologies (EMN-Quantum)**	**2020**	**2024**	**202**
EMPIR 19NRM06	**Metrology for testing the implementation security of quantum key distribution hardware (MeTISQ)**	**2020**	**2024**	**185**
EMPIR 20IND13	Sustainable advanced flow meter calibration for the transport sector (SAFEST)	2021	2024	230
EMPIR 20IND07	Traceable industrial 3D roughness and dimensional measurement using optical 3D microscopy and optical distance sensors (TracOptic)	2021	2024	140
EMPIR 20IND06	**Metrology for trace water in ultra-pure process gases (PROMETH2O)**	**2021**	**2024**	**345**
EMPIR 20NET01	Support for a European Metrology Network for Clean Energy (Clean Energy)	2021	2024	62
EMPIR 20IND10	Metrology for decarbonising the gas grid (Decarb)	2021	2024	185
EMPIR 20FUN06	**Memristive devices as quantum standard for nanometrology (MEMQuD)**	**2021**	**2024**	**425**
EMPIR 20NRM03	Standardisation of measurements for DC electricity grids (DC grids)	2021	2024	100
EMPIR 20IND01	Metrology for the recycling of Technology Critical Elements to support Europe's circular economy agenda (MetroCycleEU)	2021	2024	144
EMPIR 20NRM05	Improved metrology for quantitative MRI (iMET-MRI)	2021	2024	100
EMPIR 20NET02	**Support for a European Metrology Network on Food Safety (Food-MetNet)**	**2021**	**2024**	**201**
EMPIR 20FUN03	Two dimensional lattices of covalent- and metal-organic frameworks for the Quantum Hall resistance standard (COMET)	2021	2024	180
EMPIR 20FUN07	Microwave metrology for superconducting quantum circuits (SuperQuant)	2021	2024	205
EMPIR 20FUN02	Pushing boundaries of nano-dimensional metrology by light (POLight)	2021	2024	155
EMPIR 20FUN05	Single- and entangled photon sources for quantum metrology (SEQUME)	2021	2024	Unfunded
EMPIR 20IND05	**Quantum sensors for metrology based on single-atom-like device technology**	**2021**	**2024**	**410**

	(QADeT)			
EMPIR 20FUN01	Two-species composite atomic clocks (TSCAC)	2021	2024	150
EMPIR 20FUN08	Next generation ultrastable lasers: reducing thermal noise limit and overcoming technical limitations with new materials and technologies (NEXTLASERS)	2021	2024	160
EPM 21GRD05	Metrology for the hydrogen supply chain (MET4H2)	2022	2025	150
EPM 21GRD06	Metrology Support for Carbon Capture Utilisation and Storage (MetCCUS)	2022	2026	281
EUR_18SIB02-RMG3_I_202303	18SIB02 - Research Mobility Grant 3	2022	2023	10,00
EPM 21GRD08	Metrology for multi-scale monitoring of soil moisture (SoMMet)	2022	2025	110
EPM 21GRD01	Operando metrology for energy storage materials (OpMetBat)	2022	2025	200
EPM 21GRD03	**Metrological framework for passive radiative cooling technologies (PaRaMetriC)**	**2022**	**2025**	**359**
EPM 21NRM05	Standardisation for safe implant scanning in MRI (STASIS)	2022	2025	100
EMPIR 21SCP02	**Traceability Routes for Magnetic Measurements (TRaMM)**	**2022**	**2025**	**76**
EPM 21GRD07	**Metrological traceability of measurement data from nano- to small-microplastics for a greener environment and food safety (PlasticTrace)**	**2022**	**2025**	**400**
EUR_20FUN01_RMG1_I_202307	20FUN01 - Research Mobility Grant 1	2022	2024	11
EUR_22IEM04_I_202605	Metrology for quantum-based traceability of the pascal (MQB-Pascal)	2023	2026	250
EUR_22RPT01_I_202608	TracInd BVK-H	2023	2026	129
EUR_22IEM02_I_202608	**DireK-T**	**2023**	**2026**	**400**
EUR_22NRM06_I_202608	**ADMIT**	**2023**	**2026**	**80**
EUR_22NRM04_I_202605	**e-TRENY**	**2023**	**2026**	**169**
EUR_22HLT02_I_202608	A4IM	2023	2026	285
EUR_22HLT04_I_202605	MetrINO	2023	2026	270
EUR_22HLT06_I_202608	**GenomeMET**	**2023**	**2026**	**480**
EUR_22HLT05_I_202608	**MAIBAI**	**2023**	**2026**	**372**
EUR_22RPT02_I_202605	True8Digit	2023	2026	85
EUR_22IEM06_I_202605	22IEM06 S-CALe Up	2023	2026	200
EUR_22IEM01_I_202604	TOCK	2023	2026	299

Oltrechè sui progetti EURAMET specifici per la metrologia, l'INRiM è stato attivo anche su altri progetti europei nell'alveo dei programmi quadro dell'Unione Europea ***Horizon 2020*** (2014-2020) e ***Horizon Europe*** (il nuovo programma che copre il periodo 2021-2027); la tabella a seguire riporta i 18 progetti attivi nel 2023, per i quali l'Istituto ha ricevuto un finanziamento complessivo di circa 10,1 M€.

Tabella 17 – I progetti Horizon 2020 e Horizon Europe attivi nel 2023

FINANZIATORE	NOME PROGETTO	ANNO DI INIZIO	ANNO DI FINE	CONTRIBUTO PER INRiM (Keuro)
H2020 (ERC-EC)	Direct cell reprogramming therapy in myocardial regeneration through an engineered multifunctional platform integrating biochemical instructive cues - BIORECAR	2018	2023	Unfunded
H2020 MSCA ITN (GA 860060)	Magnetism and the effects of Electric Field - MagnEFi	2019	2024	261
H2020 MSCA ITN (GA 861145)	Magnetoelectrics Beyond 2020: A Training Programme on Energy-Efficient Magnetoelectric Nanomaterials for	2019	2024	261

	Advanced Information and Healthcare Technologies - BeMAGIC			
H2020 - EC	Photonic and nAnomeTric High-sensitivity biO-Sensing - PATHOS	2019	2023	506
H2020 - EC	Quantum readout techniques and technologies - QUARTET	2019	2023	325
H2020 - EC	CLONETS-DS	2020	2023	172
H2020 - EC	Metrology for Integrated Marine Management and Knowledge-Transfer Network - MINKE	2021	2026	186
H2020 - ENGINSOFT S.P.A.	Living Impact on Fetal Evolution: Shelter-Analyze-Validate-Empower Regulations - LIFESAVER	2021	2025	402
Horizon Europe - EC (UNIVERSITY OF SAARLAND)	EUR_AM2SoftMag_I_202602 - AM2SoftMag	2022	2027	566
Horizon Europe – EC (TELECOM ITALIA S.P.A.)	EUR_EQUO_I_202506 - EQUO European Quantum Ecosystem	2022	2025	208
Horizon Europe - EC	EUR_QUID_I_202503 - Quantum Italy Deployment	2022	2025	452
Horizon Europe - EC	EUR_ADEQUADE_I_202511 - ADEQUADE	2022	2025	1.999
Horizon Europe - EC (SNAM RETE GAS S.P.A.)	EUR_THOTH2_I_202507 - Novel methods of testing for measurement of natural gas and hydrogen mixtures	2023	2025	64
Horizon Europe - EC	Integrated Microwave-to-Optical Conversion by Atoms on a superconducting chip - QuantERA MOCA	2023	2026	150
Horizon Europe - EC	Efficient materials and processes for high-energy supercapacitors for smart textiles and electromobility applications - EMPHASIS	2023	2025	250
Horizon Europe - EC	EUR_QUANTIFY_I_202706 - QUantum enhANced phoTonic Integrated sensors For metrologY	2023	2027	3.000
Horizon Europe - EC (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek - TNO , Paesi Bassi)	EUR_QuTest_I_202609 - Qu-Test Framework Partnership Agreement for open testing and experimentation for quantum technologies	2023	2026	1.233
Horizon Europe - EC (CellNex)	22-EU-DIG-5G FREJUS	2023	2024	28

Una fetta più ridotta dell'impegno dei ricercatori dell'INRiM è quella rappresentata dai *progetti con organizzazioni, agenzie e università internazionali*. Il minor numero di progetti è tuttavia compensato dal prestigio degli organismi con cui l'INRiM interagisce, alcuni dei quali, per motivazioni diverse, sono interlocutori di eccellenza nel panorama mondiale.

Gli organismi coinvolti sono:

- Agenzia Spaziale Francese – CNES (Francia);
- Agenzia Europea per i Sistemi di Navigazione Satellitare – EUSPA;
- Austrian Federal Ministry of Education, Science and Research – BMBWF (Austria);
- CAL State L.A. University Auxiliary Services INC. (USA);
- European Space Agency – ESA:
- Georgian National Agency for Standards and Metrology – GEOSTM (Georgia);
- National Institute of Metrology (Cina);
- Princeton University (USA).

Nella tabella a seguire sono elencati i progetti con enti internazionali, attivi nel 2023, che hanno portato all'INRiM un finanziamento complessivo di circa 1,5 M€.

Tabella 18 – I progetti con enti internazionali attivi nel 2023

FINANZIATORE	NOME PROGETTO	ANNO DI INIZIO	ANNO DI FINE	CONTRIBUTO PER INRiM (Keuro)
ESA – European Space Agency	EUR_ISOC_C_201801 - Iss Space Optical Clock - ISOC	2017	2024	11
ESA - Università di Pisa	Laser Interferometry Gauge and Accelerometer - LIG-A	2019	2023	80
ESA - European Space Agency	In-orbit optical shape sensing measurements - ATOM	2021	2024	250
Unione Europea - Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM, Georgia)	EUR_GEOSTM_I_202312 – GEOSTM Twinning project	2022	2024	189
Princeton University	INT_PTOLEMY_C_202509 - PTOLEMY	2022	2025	100
Austrian Federal Ministry of Education, Science and Research (BMBWF)	EUR_NextPi_I_202602 - NextPi	2023	2026	178
ESA ESTEC POSTBUS 299 - KEPLERLAAN 1 2201	EUR_LIG-A_Cube_C_202402 - LIG-A Cube Pre-Phase A for a Cubesat Mission to Demonstrate the Lig-A Accelerometer	2023	2024	250
ESA – European Space Agency	EUR_LIG-on-a-chip_C_202410 - LIG-on-a-chip	2023	2024	200
NIM - NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY	INT_NIMTES_C_202312 - Progetto NIM-TES	2023	2023	12,5
CAL State L.A. University Auxiliary Services INC.	INT_IVQKD_I_202604 - NATO IV-QKD	2023	2027	120
CNES/EUSPA	EUR_GEMOP_I_203006 - Galileo and EGNOS Monitoring Of Performances - GEMOP	2023	2030	101

Particolarmente significativa è la collaborazione con la European Space Agency (ESA) e l'Agenzia dell'Unione Europea per il programma spaziale (EUSPA), iniziata nel 1998 contribuendo alla definizione, sviluppo e sperimentazione degli aspetti di tempo del sistema di navigazione satellitare europeo Galileo. Negli ultimi 20 anni l'INRiM ha preso parte, come laboratorio di metrologia del tempo, a tutte le diverse fasi sperimentali del progetto Galileo, diventando uno dei laboratori di riferimento in Europa per le attività legate a Galileo e allo spazio. Come contributo degli Stati Membri dell'UE, l'INRiM invia regolarmente al Galileo Reference Center i prodotti per la valutazione delle prestazioni degli orologi spaziali e della scala di tempo di Galileo, e contribuisce inoltre alla validazione degli aspetti di timing di EGNOS - il sistema europeo di completamento al GPS - nell'ambito del progetto "GEMOP" con l'Agenzia Spaziale Francese e con l'Agenzia Europea per i Sistemi di Navigazione Satellitare.

Il numero dei **progetti nazionali** attivi nel 2023 è significativamente aumentato rispetto ai dati della precedente Relazione consuntiva, e di conseguenza anche il finanziamento ad essi legato.

I progetti nazionali si sono sviluppati su diversi fronti:

- Ministeri: MUR (PRIN, PON, PNRR), Ministero della Difesa, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero della Salute;
- Enti nazionali: sono state intraprese collaborazioni con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Università di Genova, il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte/Liguria/Valle d'Aosta;
- Fondazioni: i progetti avviati sono espressione dei costanti e proficui rapporti dell'INRiM con la realtà locale, in particolare con Fondazione CRT e Fondazione Compagnia di San Paolo.

Nella tabella seguente sono riportati in dettaglio i 45 progetti nazionali attivi nel 2023, per un finanziamento complessivo di circa 5,7 M€.

Tabella 19 – I progetti con enti nazionali attivi nel 2023

FINANZIATORE	NOME PROGETTO	ANNO DI INIZIO	ANNO DI FINE	CONTRIBUTO PER INRiM (Keuro)
MUR (PRIN 2017)	Theoretical modelling and experimental characterization of sustainable porous materials and acoustic metamaterials for noise control (SustMetMat)	2019	2023	76
C.R.E.A. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria	QualShelL	2020	2024	76
Fondazione CRT	ViRaDEP	2020	2023	22
Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto Nazionale di Ottica	Nonlinear Interferometry at Heisenberg limit (NIHL)	2020	2024	120
Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta	IZS PLV 21C07	2021	2023	18
Ministero dello Sviluppo Economico (MISE)	MISE RilTeM Rilancio Terza Missione	2021	2023	58
Fondazione CRT	Visco3DCell	2021	2023	33
INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Detector Array Readout with Traveling Wave AmplifieRS (DartWars)	2021	2024	65
MUR (PON Ricerca e Innovazione 2014-2020)	QUANCOM	2021	2023	159
Fondazione CRT (dal 26/10/2022 finanziato da Banca d'Italia)	Facility ad elevata accuRAtezza Temporale pEr espeRimeNti di fISica fondamEntale (FRATERNISE)	2021	2024	65
Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto Nazionale di Ottica	FORUM Balloon – Sviluppo di un prototipo per pallone stratosferico	2021	2024	20
MUR (PRIN)	GraPHS	2022	2025	79
MUR (PNRR)	PNRR METROFOOD-IR	2022	2025	820
Ministero della Difesa	Quantum Radar	2022	2025	86
MUR (PRIN)	Quantum electrical italian national capacitance (PRIN CAPSTAN)	2022	2025	268
MUR (PRIN)	Polymer mETamateriALs for nanophotonicS (PRIN PETALS)	2022	2025	130
MUR (PRIN)	The Italian factory of micromagnetic modeling and spintronics (PRIN SPIN)	2022	2025	90
Fondazione Compagnia di S. Paolo	Quantum Metrology for Fundamental Physics (QuaFuPhy)	2022	2024	100
MUR (PNRR)	Intramolecular DNA Structural studies (InStruct)	2022	2025	150

Ministero della Salute tramite UniCal	RADIO AMICA	2022	2026	196
Fondazione Compagnia di S. Paolo	Analytical contaminants assessment in food	2023	2026	80
MUR (PRIN)	Dynamic Observation and Machine learning-assisted profiling for fast Assessment of submicroplastics and native ecocorona in exposure media (DOMANI)	2023	2025	56
MUR (PRIN)	Calibration of microwave chains for Quantum States preparation and readout at millikelvin temperatures (CalQuStates)	2023	2025	101
MUR (PRIN)	Next quantum-based traceability and new accuracy description for synchronized multifrequency phasor measurements in modern distribution grids (TRACGRIDS)	2023	2025	118
MUR (PRIN)	EXTRASTRONG 2022ZCHTHH	2023	2025	65
MUR (PRIN)	Advanced Quantum Time Experiment (AQuTE)	2023	2025	130
Fondazione Compagnia di S. Paolo	Advanced Lasers for Quantum Technologies	2023	2025	120
Ministero della Difesa	Quantum technologies 4 SECurity	2023	2024	214
Università degli Studi di Genova	ITA_MAGSAT_I_202402	2023	2024	15
MUR (PRIN)	ITA_PHOTAG_I_202508	2023	2025	112
Ministero dello Sviluppo Economico (MISE)	ITA_ConTeMi_I_202506 Consolidamento Terza Missione	2023	2025	62
MUR (PRIN)	ITA_TEEPHANY_I_202508	2023	2025	19
MUR (PRIN)	ITA_U-MagFinger_I_202508	2023	2025	68
MUR (PRIN)	ITA_MetroSpin_I_202508	2023	2025	79
MUR (PRIN)	ITA_Xvers.T.E.C._I_202508	2023	2025	123
MUR (PRIN)	DAREDEVIL: DARk-mattEr-DEVIces-for-Low-energy-detection	2023	2025	50
MUR (PRIN)	ITA_EMPEROR_I_202508	2023	2025	105
MUR (PRIN)	ITA_Heusler_I_202508	2023	2025	64
Fondazione CRT	Laser a frequenza ultrastabile con terre rare	2023	2025	35
MUR (PRIN)	Efficient simulation and design of quantum CONtrol sTRategies for mAny-Body quAntum SystemS (CONTRABASS)	2023	2025	81
MUR (PRIN)	Precision isotopic shift measurements to test physics beyond the Standard Model (ISOTOP)	2023	2025	85
MUR (PRIN)	Rockfall risk mitigation in the Alps (ROCKFALL)	2023	2025	73
MUR (PRIN)	NEURONE	2023	2025	50
Agenzia Spaziale Italiana (ASI)	Attività di Ricerca e Sviluppo per la realizzazione della Fase 1) di un modello ingegnerizzato di Orologio Ottico Trasportabile	2023	2025	1.079
MUR (PRIN)	Measurement Infrastructure for Research on heAlthy and zero energy Buildings in novel Living lab Ecosystems (MIRABLE)	2023	2025	79

Tra le collaborazioni più fruttuose dal punto di vista del finanziamento ottenuto, spicca quella con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

I finanziamenti provenienti dai **progetti commissionati dall'industria** costituiscono un quinto dei finanziamenti esterni dell'INRiM; la tabella n.14 evidenzia che il numero dei progetti industriali si è mantenuto costante nel 2023.

Nella tabella a seguire sono elencati i progetti industriali attivi nel 2023, le aziende committenti e l'importo dei singoli finanziamenti; il finanziamento complessivo di questi progetti è di circa 7,7 M€.

Tabella 20 – I progetti industriali attivi nel 2023

COMMITTENTE	NOME PROGETTO	ANNO DI INIZIO	ANNO DI FINE	CONTRIBUTO PER INRiM (Keuro)
LTF S.p.A.	Concessione di una licenza di sfruttamento del know-how nel settore delle misure di durezza per le scale rockwell, brinell, vickers e marten (LTF Cessione Know-how)	2017	2027	13
ESA tramite Thales Alenia Space Italia	Galileo Exploitation Phase System and Service Support Activities (FOC Exploitation)	2017	2023	1.690
GMV Aerospace and Defence SAU	TGVF-X	2018	2023	127
IAM S.r.l.	Attività validazione e di verifica su un nuovo progetto di condotti sbarre e loro accessori (IAM2)	2019	2023	216
Measurements International Ltd	Concessione licenza know-how per Measurements International Ltd (Canada)	2019	2034	10
EICAS Automazione S.p.A.	Astra	2020	2023	105
SNAM Rete Gas S.p.A.	Taratura, Verifica e Analisi dei gascromatografi	2021	2023	35
Space Tech GmbH	CCN3-STI	2021	2024	99
Tetra Pak	TETRA-PAK	2021	2023	30
Gruppo Torinese Trasporti S.p.A.	GTT	2021	2024	18
ORICAS Import and Export (Beijing) Corporation - on behalf of The End-user: Technical Institute of Physics and Chemistry, CAS	Test Service	2021	2023	38
KAYSER Italia S.r.l.	Prospect	2021	2023	200
SNAM Rete Gas S.p.A.	Analisi Metodologia di Calcolo del Fattore di Comprimibilità	2021	2023	47
Leonardo S.p.A.	Industrialization of the Rubidium Pulsed Optically Pumped Clock (RbPOP)	2021	2023	500
IRVING 80 S.r.l.	IRVING80	2021	2023	8
LTF S.p.A.	FastTech	2022	2023	10
ELLAB S.r.l.	Consulenza tecnica al Centro per l'estensione di accreditamento ad una nuova grandezza (ELLAB)	2022	2024	28
FINDER S.p.A.	Studio, sviluppo e validazione di alcuni prodotti Finder innovativi, rivolti ai settori emergenti dell'uso dell'energia elettrica, quali la mobilità elettrica (Finder)	2022	2024	39,5
Marcegaglia Ravenna S.p.A	Progetto Commerciale Marcegaglia	2022	2023	22
SPACEOPAL	TSP-Time Service Provider - Specific Contract 3	2022	2026	3.051
Leonardo S.p.A.	QuantumLab	2022	2023	50
Leonardo S.p.A.- Divisione Elettronica	Future on-board atomic clocks critical items de-risking	2022	2023	90
Thales Alenia Space Italia S.p.A.	E2E Quantum Communication & Synchronization TestBed (QCS-TB)	2022	2023	25
TUV ITALIA S.r.l.	TUV2	2022	2023	33
MetroStaff S.r.l.	Dynametric-MetroStaff	2023	2024	30
ASF Metrology S.r.l.	Dynametric-ASF	2023	2024	30
Luxottica S.r.l.	GeoTOP	2023	2024	32
Planckian S.r.l..	Progetto Planckian	2023	2024	32
Ortea S.p.A.	ORTEA	2023	2025	26

Leonardo S.p.A.	Chipscale Rb Optical Clock - ChiROC	2023	2023	620
ITALCERTIFER S.p.A..	ITALCERTIFER	2023	2023	10
CO.RI.METAL S.r.l.	CO.RI.METAL	2023	2024	34
Thales Alenia Space Italia/ESA	Contribution to the Galileo Second Generation System Test Bed	2023	2027	322
GMV Madrid/ESA	GESS Hosting services and provision of timing products as part of the Galileo G2 System Test Bed	2023	2027	125

Da segnalare, anche per l'importo significativo dei finanziamenti ottenuti, che nel 2023 sono continuate le attività di validazione degli orologi di bordo e della disseminazione di UTC e GGTO (GPS to Galileo Time Offset) in collaborazione con Thales Alenia Space Italia, e la collaborazione con la società spagnola GMV nell'ambito della *Galileo Time and Geodetic Validation Facility (TGVF-X)* per la fase *Exploitation* di Galileo. Inoltre, a partire dal 2018 INRiM contribuisce al *Galileo Time Service Provider* (*TSP*) mediante l'invio di dati di confronto via satellite fra la scala di tempo italiana ed il tempo di Galileo; tali dati sono utilizzati per mantenere la scala di tempo di Galileo in accordo con il riferimento internazionale UTC, e per la validazione di tutti gli orologi di bordo e di terra, inclusi quelli presenti presso i Centri di Controllo di Galileo. Infine, l'INRiM partecipa allo sviluppo e alla realizzazione di una soluzione basata su algoritmi in tempo reale con soluzioni hardware integrate, per la generazione di una scala di tempo robusta ed ultra-stabile - nell'ambito di un contratto con Thales Alenia Space Italia e l'Agenzia Spaziale Europea.

14 – LE ATTIVITÀ DI TERZA MISSIONE

L'INRiM ha anche compiti di Terza Missione, come indicato dallo Statuto art. 3 al c. 1 "*L'INRiM inoltre valorizza, diffonde e trasferisce conoscenze e risultati della ricerca allo scopo di favorire lo sviluppo del Paese nelle sue varie componenti.*" e al c. 4 "*L'INRiM promuove e stipula accordi e convenzioni con il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e con il Ministero dello Sviluppo Economico, per l'individuazione e la disciplina delle relazioni tra la ricerca e le applicazioni nei campi della metrologia; analoghe convenzioni, nell'ambito delle risorse disponibili, possono essere stipulate per le finalità di cui al presente statuto con altri Ministeri interessati ed Enti nazionali e internazionali.*".

La declaratoria delle attività delle Divisioni indica con più dettaglio l'attività di Terza Missione: "*Fostering, releasing and transferring the available knowledge to the economy and to society at large; this includes applied research, training and knowledge transfer, attention to companies, advice to the public administration, support to the economy, and standardization.*"

L'attività di Terza Missione può essere suddivisa in:

- valorizzazione economica della conoscenza;
- coinvolgimento culturale e sociale (public engagement).

14.1 – ATTIVITÀ DI VALORIZZAZIONE ECONOMICA: L'UFFICIO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO (UTT)

La costituzione di un *Ufficio di Trasferimento Tecnologico* (UTT) coordinata da un *Funzionario di Trasferimento Tecnologico* (TTO – *Technology Transfer Officer*) e di un *Unità Operativa Knowledge Transfer* (UO KTr) con l'intenzione di rilanciare la Terza Missione mediante supporto e promozione centrale.

Fortemente collegato con l'UTT è stato il progetto RilTeM (*Rilancio della Terza Missione*) della durata di tre anni (07/2020-06/2023) e il progetto ConTeMi (*Consolidamento della Terza Missione*). Questi progetti sono stati resi possibili grazie ai finanziamenti competitivi concessi dal MiSE/MIMIT – UIBM (Ufficio Italiano Brevetti e Marchi). I finanziamenti hanno permesso l'assunzione di personale specializzato nel ruolo di Technology Transfer Manager per la durata dei progetti. Durante questo periodo, le attività dell'Ufficio di Trasferimento Tecnologico e dei progetti si sono integrate e spesso sono state indistinguibili, evidenziando il ruolo cruciale di RilTeM e Con TeMi nel rilanciare l'attività di terza missione attraverso lo UTT.

La creazione e l'utilizzo della proprietà intellettuale hanno ricevuto grande attenzione da parte degli stakeholder della ricerca, specialmente per quanto riguarda le ricerche con ricadute tecnologiche. Le statistiche indicano che l'Italia ha un numero di brevetti depositati per milione di abitanti (83) ben al di sotto della media dei Paesi dell'EPO (European Patent Office, 134), con valori particolarmente alti per nazioni come Francia (161), Germania (297), Svezia (482) e Svizzera (1.031). Alla fine del 2023, il portafoglio IPR dell'INRiM comprendeva 16 famiglie brevettuali attive (compresi quelli in fase di deposito) e 4 licenze di concessione di know-how e di distribuzione di software. Tuttavia, il numero di brevetti effettivamente sfruttati è stato significativamente inferiore.

Per un ente di ricerca pubblico il cui obiettivo principale è l'avanzamento della conoscenza, il brevetto rappresenta un delicato equilibrio tra la diffusione libera della conoscenza nell'ottica dell'Open Science e il supporto alle imprese, che richiedono protezione per investire nello sfruttamento di un'invenzione. Pertanto, il brevetto è efficace solo quando vi è una reale possibilità di sfruttamento e deve essere perseguito con attenzione. È importante valutare attentamente le opportunità di sfruttamento prima del deposito del brevetto, considerando che solo una piccola frazione dei brevetti nel portafoglio sarà effettivamente sfruttata. L'esperienza dimostra che spesso i brevetti più interessanti scientificamente non sono necessariamente quelli che trovano effettivo sfruttamento commerciale.

Obbiettivi

- Disporre d'informazioni centralizzate e puntuali su tutte le famiglie brevettuali e sugli altri strumenti di privativa.
- Diffondere fra i colleghi la conoscenza e familiarità con gli strumenti di privativa, perché ciascuno possa considerarli a ragion veduta.
- Aiutare gli inventori a comprendere le potenzialità di sfruttamento, e a valutarne insieme l'opportunità di deposito e d'eventuali internazionalizzazioni, formulando piani d'azione.
- Monitorare il portafoglio per rivalutare di anno in anno se e quali azioni siano necessarie, sia di promozione sia di rinnovo o abbandono.
- Nel lungo periodo, raggiungere la parità di bilancio fra costi di deposito e mantenimento e ricavi per royalties;
- Sostenere i colleghi nel rapporto con imprese ed altri enti quanto a protezione della riservatezza delle informazioni, necessarie per la preparazione e la conduzione di progetti di ricerca, con particolare riferimento agli accordi di riservatezza (NDA) e contrattuali di progetto.

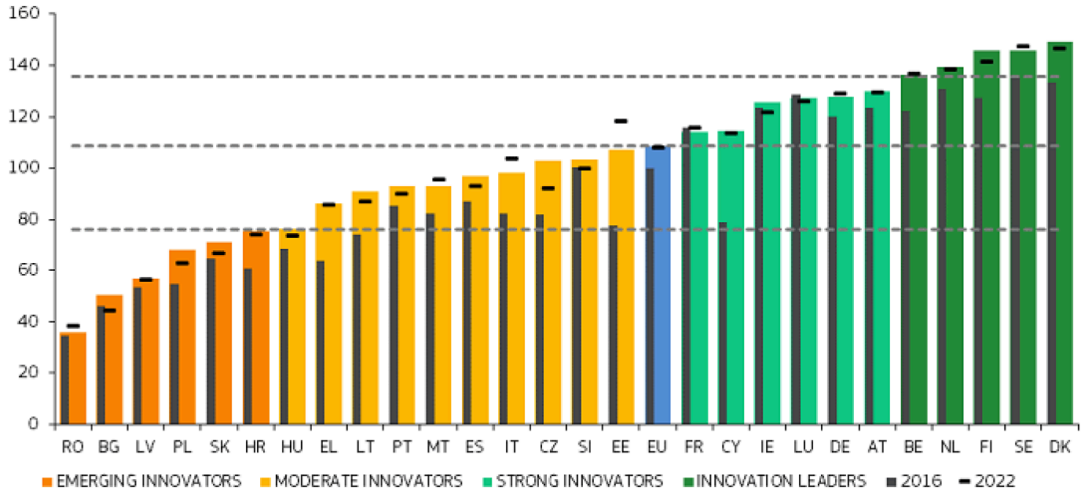
Attività

- Si prosegue l'aggiornamento sistematico di informazioni sui titoli in portafoglio.
- Si sono svolti incontri personali e collettivi con inventori di brevetti già in portafoglio o futuri, per discutere insieme delle opportunità e di azioni future.
- Si sono valutati a richiesta documenti legali, quali accordi di riservatezza o di deposito congiunto di brevetto.
- S'è partecipato a vari eventi di formazione specifica, in particolare la scuola estiva organizzata dalla rete NETVAL e corsi organizzati da ASTP.
- È proseguita l'attività di registrazione sistematica del portafoglio brevetti nella piattaforma *KnowledgeShare*.
- Analisi e inizio redazione regolamento brevetti INRiM.
- Redazione contratto per la definizione all'uso e allo sfruttamento (riconoscimento a INRiM di una compensazione economica, royalties e fee d'ingresso, derivanti da tale sfruttamento) dell'invenzione denominata "Metodo per la rilevazione di un arco elettrico in sistemi ferroviari alimentati in continua e successiva estensione" e del relativo brevetto (famiglia brevettuale INRiM_011)

Risultati

- Gestione, in collaborazione con gli inventori, di 2 nuovi brevetti italiani depositati, concessione di 2 brevetti italiani, 10 rinnovi (nazionali ed internazionali).
- Contratto per la definizione dei reciproci rapporti in merito alla proprietà, all'uso e allo sfruttamento (riconoscimento a INRiM di una compensazione economica pari al 10% delle entrate/benefici economici derivanti da tale sfruttamento) dell'invenzione denominata "sistema ottico per la misura dell'assetto relativo di due corpi" e del relativo brevetto (famiglia brevettuale INRiM_017)
- Gestione di accordi di riservatezza.
- Numerosi colloqui con inventori per inquadramento e indirizzamento.

- Strutturazione normalizzata dell'area dati condivisa fra i membri dello UTT contenente tutto il materiale tecnico e amministrativo relativo a brevetti, NDA, contratti, ecc.
- Uso e gestione della piattaforma *KnowledgeShare 2.0*, caricamento delle schede e loro modifica e verifica.
- Partecipazione al Netval Annual Conference 2023 "I*nnovazione nello spazio: spazio all'innovazione!*", all'assemblea ordinaria dell'associazione Netval.
- Incontri con 3 PMI per la somministrazione del questionario di diagnosi della proprietà industriale del MISE. Negli incontri è stato inoltre fatto conoscere INRiM e sono stati proposti alcuni brevetti INRiM.



Quadro europeo di valutazione dell'innovazione relativa all'anno 2023
(grafico disponibile sul sito della Commissione europea gestito da Rappresentanza in Italia)

14.2 - Attività di coinvolgimento Culturale e Sociale: il Public Engagement

Con l'espressione 'Public Engagement' si vuole indicare l'insieme delle iniziative di comunicazione maggiormente idonee e appropriate, con valore educativo, culturale e di sviluppo, atte a trasferire i benefici dell'istruzione e i risultati della Ricerca nella Società, attraverso la condivisione e la disseminazione. Le azioni di Public Engagement permettono di instaurare relazioni stabili di ascolto, dialogo e collaborazione tra i ricercatori e i cittadini, gli studenti di tutte le età, gli insegnanti, le istituzioni e le imprese del territorio.

Per quanto concerne le attività di Public Engagement, l'INRiM nel 2023 ha organizzato e preso parte alle iniziative descritte qui di seguito.

14.2.1 Diffusione della cultura scientifica/metrologica

Attività svolte

Visite ai laboratori INRiM da parte di studenti e docenti di scuole e università e di associazioni e privati, sia in primavera che in autunno (circa 800 partecipanti)

Produzione della trasmissione web **"Cocktail di Scienza - IV stagione"**, composta da 4 puntate in diretta streaming sul canale YouTube "SI misura", per l'adesione dell'INRiM alle Settimane della Scienza, promosse dall'Associazione CentroScienza Onlus:

- progettazione dell'iniziativa, coinvolgendo ricercatori e tecnologi, nel ruolo di intervistati e intervistatori, e una ditta esterna per le riprese e la trasmissione in diretta su YouTube;
- ideazione della grafica e dell'immagine coordinata e realizzazione di testi e immagini di promozione per il sito e i canali social dell'INRiM.





Coordinamento e organizzazione delle attività con cui l'INRiM ha partecipato alla **Notte Europea delle Ricercatrici e dei Ricercatori**:

- definizione del programma scientifico per la partecipazione dell'INRiM alla Notte dei Ricercatori;
- cura grafica dell'evento e redazione di testi promozionali da pubblicare sul sito web e sui canali social dell'INRiM, in collaborazione con l'UO Comunicazione, e sui vari canali di comunicazione gestiti dall'Università e dal Politecnico di Torino.

Dopo la costituzione dell'**Associazione APEnet**, Rete italiana degli Atenei ed Enti di Ricerca, creata con l'obiettivo principale di diffondere, promuovere e valorizzare in modo coordinato la cultura e le esperienze di Public Engagement, nel 2023 sono stati costituti cinque Gruppi di Lavoro. L'INRiM ha partecipato al Gruppo "Osservatorio e Barometro" in qualità di coordinatore ed al Gruppo Monitoraggio e Valutazione. Nell'ambito dell'Osservatorio sono stati analizzati circa 70 casi studio sul PE e la Terza Missione valutati nella precedente VQR 2015-2019, per approfondire le tematiche dell'impatto delle attività svolte dagli atenei e la ricaduta sulla

valutazione. Il lavoro proseguirà nel 2024. Si è tenuta l'Assemblea nazionale dei Soci a Palermo, occasione di incontro personale dei gruppi di lavoro e momento formativo per tutta l'associazione.

Bambini & Bambine: un giorno all'Università: Nell'ambito di ITER- Crescere in città del comune di Torino e promosso da UNITO, si è aderito all'iniziativa rivolta a scuole primarie e secondarie di primo grado, proponendo laboratori didattici sulla metrologia e sul magnetismo. Gli studenti hanno potuto fare esperienza diretta di misure e fenomeni fisici.

Organizzazione/gestione dei tirocini curricolari, extracurricolari, di orientamento e dei PCTO



Raccolta delle proposte di tirocini curriculari per laurea triennale e di tesi magistrali da parte dei colleghi ricercatori e tecnologi. Presentazione delle proposte INRiM al Politecnico di Torino in occasione della giornata "Time for Job) e sul portale Stage&Job del Politecnico. Promozione dell'offerta di tirocini anche presso l'Università di Torino e la visita ai laboratori INRiM.

Assistenza agli studenti e ai colleghi nelle fasi di avvio dei tirocini e delle tesi.

Contatti con il Servizio Prevenzione del Politecnico per l'inserimento dei tirocinanti nei loro corsi per la sicurezza.

Consulenza ai colleghi per l'inserimento in stage di tirocinanti/studenti e giovani provenienti da altri Paesi, Collaborazione con gli uffici amministrativi per le convenzioni.

In riferimento alle attività sopra descritte, sono stati ottenuti i seguenti risultati.

Adesione dell'INRiM a iniziative di divulgazione scientifica, a livello locale, nazionale e internazionale:

- Settimane della Scienza;
- Bambini & Bambine: un giorno all'Università.
- Notte Europea delle Ricercatrici e dei Ricercatori;

Promozione di tirocini curriculari per laurea triennale e tesi magistrali e master di I e II livello presso il Politecnico e l'Università degli Studi di Torino.

Realizzazione di video di divulgazione scientifica (filmati risultanti dalla registrazione delle puntate della trasmissione web "Cocktail di Scienza").

Incremento dei *follower* dei profili social dell'INRiM grazie alle centinaia di visualizzazioni ottenute dai video sopra citati e dai post pubblicati nel corso dell'anno.

14.2.2 Comunicazione

Quest'ambito, gestito dalla UO Comunicazione, ha come obiettivi strategici di riferimento la promozione dell'ente, la comunicazione e promozione della ricerca scientifica e delle attività di terza missione.

Le funzioni affidate alla UO Comunicazione sono:

- programmare e coordinare le attività di comunicazione;
- sviluppare e presidiare l'immagine coordinata;
- coordinare, gestire e sviluppare i siti web istituzionali;
- pianificare e gestire la comunicazione social;
- supportare le attività di comunicazione interna;
- supportare la progettazione e la realizzazione di progetti e di materiale di comunicazione;
- gestire i rapporti con i media.

Gli strumenti attraverso i quali l'INRiM realizza la comunicazione delle attività di ricerca (e non solo) sono i seguenti:

- ***Portale INRiM;***
- ***Stampa e media*** locali e nazionali;
- ***Social network***
    - *Facebook*: canale orientato al mondo degli over 30 che permette di coinvolgere il pubblico generico;
    - *Youtube*: canale che ospita i video riguardanti l'attività di ricerca istituzionale;
    - *LinkedIn*: canale orientato al mondo del lavoro;
    - *Instagram*: canale orientato al mondo degli under 40 che permette di coinvolgere i dottorandi, gli assegnisti, gli studenti che lavorano in INRiM o che vorrebbero avvicinarsi;
    - *Spotify*: canale musicale nato con lo scopo di coinvolgere i dipendenti e creare un senso di appartenenza.
- ***Intranet***: è lo spazio web accessibile da rete interna destinato al personale INRiM. I contenuti sono principalmente di carattere informativo e organizzativo, utili ad agevolare il lavoro dei dipendenti e la condivisione di contenuti. Si segnala in particolare la sezione Science books, con tre blog dedicati alle divisioni di ricerca, creata al fine di condividere contenuti di carattere specialistico;
- ***Newsletter***: è inviata via email ad all il pomeriggio di ogni venerdì, allo scopo di aumentare la veicolazione delle informazioni verso le/i dipendenti dell'Istituto e creare l'abitudine all'utilizzo della Intranet, attraverso il link diretto delle notizie.

Nel 2023 sono state realizzate le seguenti attività:

- **Presidio dell'immagine coordinata,**
- **Comunicazione di eventi, organizzati o che coinvolgono l'Istituto, attraverso gli strumenti sopra descritti:**
    - Congressi;
    - Seminari;

- Progetti;
- Workshop;
- Meeting;
- Eventi a carattere nazionale e internazionale.

- **Presidio della Media Communications;**
- **Realizzazione e diffusione di comunicati stampa;**
- **Realizzazione di campagne di comunicazione;**
- **Pubblicazioni.**

Campagne di comunicazione

Nel 2023 sono state portate avanti campagne di comunicazione, di seguito suddivise per categoria.

- EVENTI -

- **Campagna AIM 2023 - Conferenza;**
- **Campagna MSMM 2023 - Workshop.**

- PROGETTI DI RICERCA -

Le campagne di comunicazione per i progetti di ricerca nascono per dare visibilità, far conoscere i progetti di ricerca, seguirli durante la loro intera vita e rispondere agli obblighi dei regolamenti in materia di finanziamento dei progetti stessi. Il documento di progettazione e analisi della campagna di comunicazione diventa talvolta strumento per la rendicontazione delle azioni richieste dal progetto.

Di seguito l'elenco delle campagne per le quali sono state effettuate azioni di comunicazione nell'anno 2023.

- **Campagna MEMQuD;**
- **Campagna TRaMM;**
- **Campagna OpMetBat;**
- **Campagna PaRaMetriC;**
- **Campagna PROMETH2O;**
- **Campagna EMPHASIS;**
- **Campagna PlasticTrace;**
- **Campagna LASER;**
- **Campagna GENOMEMET;**
- **Campagna QUANTIFY;**

Oltre a queste abbiamo due campagne di comunicazione aperte che nel 2023 non hanno richiesto azioni di comunicazione.

- INFRASTRUTTURE -

- **Campagna PiQuET;**
- **Campagna IMPreSA.**

- COMUNICAZIONE ORGANIZZATIVA E ISTITUZIONALE -

- **Campagna "INRiM c'è"** creata e realizzata con l'intento di racchiudere tutte le iniziative dell'Ente aventi in comune questo slogan. Gli obiettivi della campagna sono stati quelli di:

- Dare maggiore visibilità all'Ente, promuovere la ricerca, mostrare il volto istituzionale accanto a quello scientifico;
- Mostrare l'immagine di un Ente moderno attento alle persone, al contesto, alle sfide globali.

- **Campagna "Lavora in INRiM"** realizzata per promuovere i concorsi indetti dall'Ente e finalizzati all'assunzione di varie tipologie di personale. La campagna è nata per dare visibilità e far conoscere:
  - Le opportunità di lavoro nei diversi ambiti dell'Ente;
  - L'immagine dell'Ente.

- **Campagna "INRiM GO Green"** realizzata con lo scopo di sostenere gli obiettivi strategici dell'Ente in tema di sostenibilità ambientale e sensibilizzare i dipendenti verso comportamenti sostenibili. La campagna è nata per rispondere a quattro esigenze:
  - Informare il pubblico esterno e il personale sulle azioni strutturali che INRiM sta portando avanti per raggiungere l'obiettivo strategico di sostenibilità ambientale;
  - Rendere partecipi i destinatari del cambiamento in corso e delle sue ricadute nel contesto lavorativo e sull'ambiente in generale;
  - Sensibilizzazione del personale verso comportamenti sostenibili;
  - Incoraggiare il personale a modificare i propri comportamenti tramite azioni concrete.

Attività e prodotti a supporto della comunicazione

Di seguito sono indicati le attività e i prodotti multimediali realizzati nel corso dell'anno 2023 a supporto della comunicazione:

- Realizzazione video (n. 9) a supporto di eventi e campagne di comunicazione;
  - Giornata Internazionale delle donne e delle ragazze nella scienza 23: INRiM C'è
  - La ricerca oltre il Laboratorio #womeninscienceday
  - Tempo e costanza per raggiungere i tuoi obiettivi
  - Studio e impegno per i tuoi sogni #womeninscienceday
  - Il tuo futuro inizia da te #womeninscienceday
  - Mantieni sempre la curiosità #womeninscienceday
  - Non servono superpoteri #womeninscienceday
  - iENTRANCE@ENL I Lavora in INRiM;
  - TRaMM I EMPIR Project

- Realizzazione di grafiche e supporti per la comunicazione:
  - Save the date;
  - Flyer;
  - Grafiche per i post social (LinkedIn, Facebook, YouTube, Instagram), intranet e portale istituzionale;
  - Roll up;
  - Template.

- Realizzazione di grafiche e supporti per gli eventi:
    - Save the date;
    - Flyer;
    - Grafiche per i post social (LinkedIn, Facebook, YouTube, Instagram), intranet e portale istituzionale;
    - Roll up;
    - Shopper;
    - Gadget;
    - Segnaletica;
    - Cartelline

Le attività di Public Engagement dell'INRiM svolte nel 2023 sono descritte più in dettaglio nel documento Risultati e dati 2023 (sezione Knowledge Transfer).

14.3 - L' ALTA FORMAZIONE: LA COLLABORAZIONE CON LE UNIVERSITA' E LA FORMAZIONE PERMANENTE

Nell'ambito della Terza Missione, parte delle attività del personale INRiM sono dedicate anche a:

- collaborazione ad attività formative svolte dalle Università (rivolta agli studenti nell'ambito dei percorsi accademici istituzionali);
- formazione permanente (rivolta a personale di imprese, enti pubblici e scuole che necessiti di ampliare la propria formazione professionale, ma anche a studenti e giovani ricercatori in affiancamento ai percorsi accademici universitari).

Alta formazione universitaria

L'Alta Formazione in collaborazione con il mondo accademico coinvolge parte del personale dell'INRiM, che svolge attività di docenza sia a livello locale, presso il Politecnico di Torino e l'Università degli Studi di Torino, che presso altre realtà accademiche nazionali e internazionali.

La tabella seguente illustra i dati dell'attività di docenza del personale dell'INRiM per quanto riguarda l'anno 2023; i ricercatori e tecnologi impegnati nelle docenze elencate in tabella sono stati in tutto 51.

Tabella 21 – Attività di docenza svolta nel 2023

ORGANISMI	N. docenze	N. ore di docenza	N. studenti
Laboratorio Europeo di Spettroscopia Nonlineare	**1**	**10**	**15**
Corso di Dottorato	1	10	15
Politecnico di Milano	**1**	**2**	**20**
Corso di Dottorato	1	2	20
Politecnico di Torino	**46**	**801**	**2.331**
Corso di Dottorato	15	133	139
Corso di Laurea Magistrale/Master	17	239	403
Corso di Laurea Triennale	14	429	1789
Università degli Studi dell'Aquila	**2**	**6**	**32**
Corso di Laurea Magistrale/Master	2	6	32
Università degli Studi di Firenze	**1**	**20**	**8**
Corso di Dottorato	1	20	8
Università degli Studi di Firenze, LENS	**1**	**20**	**18**
Corso di Dottorato	1	20	18
Università degli Studi di Padova	**1**	**3**	**10**
Corso di Laurea Magistrale/Master	1	3	10
Università degli Studi di Pavia	**2**	**18**	**40**
Corso di Laurea Triennale	2	18	40
Università degli Studi di Torino	**14**	**216**	**530**
Corso di Dottorato	3	26	33
Corso di Laurea Magistrale/Master	6	114	122
Corso di Laurea Triennale	5	76	375
Università degli Studi di Trento	**1**	**2**	**30**
Corso di Dottorato	1	2	30
Università del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro"	**2**	**32**	**22**
Corso di Laurea Triennale	2	32	22
Università Mediterranea di Reggio Calabria	**1**	**2**	**20**
Corso di Laurea Triennale	1	2	20
Universitatea Valahia Targoviste (Romania)	**6**	**194**	**111**
Corso di Laurea Magistrale/Master	2	84	37
Corso di Laurea Triennale	4	110	74
University of Colorado	**1**	**1**	**15**
Corso di Laurea Magistrale/Master	1	1	15
Totale complessivo	**80**	**1.327**	**3.202**

Per quanto riguarda la partnership con il Politecnico in merito alla formazione, terminata la convenzione riguardante il Dottorato di Ricerca in Metrologia, l'INRiM e il Politecnico di Torino hanno avviato un Programma congiunto di collaborazione denominato **"Scienza e Tecnologia per le Misure"**, che consiste- a partire dal XXXIX ciclo di dottorato - nell'allargare la visibilità del dottorato estendendo la collaborazione con tutti i corsi di dottorato attivi, o almeno con una parte significativa di essi, consentendo agli studenti di mantenere un percorso più in linea con la loro laurea magistrale, promuovendo al contempo l'applicazione della scienza e tecnologia della misura.

Il Politecnico di Torino si è impegnato, per i tre cicli 39°, 40° e 41°, a bandire le borse di studio finanziate dall'INRiM, finalizzate allo svolgimento delle attività di ricerca dei Dottorati di Ricerca individuati da un apposito Comitato tecnico istituito dai due contraenti. I dottorandi selezionati attraverso il bando di concorso svolgeranno l'attività prevalentemente presso il Politecnico, presso la sede dell'INRiM, oppure presso istituzioni di ricerca italiane e straniere. L'INRiM si è impegnato a finanziare al Politecnico almeno tre borse di dottorato per ciascuno dei tre cicli di dottorato a partire del 39° ciclo, per un totale di 9 borse di dottorato

La convenzione ha la durata di nove anni accademici e si intende in vigore sino alla scadenza dei relativi corsi del 41° Ciclo del Dottorato di Ricerca.

L'l'INRiM ha inoltre aderito, già a partire dal 2022, a due iniziative di Alta Formazione che si svilupperanno ulteriormente nel triennio:

- **Dottorato Nazionale in "Materiali, Processi sostenibili e Sistemi per la Transizione Energetica"**, che rappresenta la prosecuzione ideale del progetto iENTRANCE@ENL e mira a formare figure di ricercatori e tecnici che svolgeranno un ruolo strategico nel raggiungimento degli obiettivi del PNRR.
- **Master in "Quantum Communication and Computing"**, un'iniziativa di formazione (finanziata da Fondazione LINKS, INRiM e Politecnico di Torino) per capitalizzare nel territorio le ricadute delle tecnologie quantistiche; l'INRiM si è impegnato a sostenere l'iniziativa erogando al Politecnico un contributo pari ad € 25.000,00 (circa il 25% dell'intero costo), ospitando tre studenti in tirocinio e proponendo al Politecnico i nominativi di esperti qualificati tra il personale INRiM o di altre istituzioni di ricerca (UNITO, INFN, etc) al fine di conferire l'incarico d'insegnamento a titolo oneroso per lo svolgimento di interventi di docenza, seminari e/o testimonianze nell'ambito delle attività didattiche del master, per un totale di circa 190 ore.

Il personale dell'INRiM si è dedicato anche ad attività di sostegno e formazione degli studenti laureandi, che in INRiM hanno la possibilità di seguire qualificati tirocini curricolari e di trovare supporto per le tesi di Laurea Magistrale.

Nella tabella a seguire sono riportati i dettagli riguardanti l'Alta Formazione in collaborazione con le Università nell'anno 2023.

Tabella 22 – I numeri dell'Alta Formazione universitaria nel 2023

Tipologia	N.
Docenze universitarie erogate (corsi di laurea, master e dottorati di ricerca)	**80**
Ore di didattica universitaria erogate	**1.327**
Ricercatori e tecnologi coinvolti	**51**
Corsi di dottorato in convenzione	**2**
Studenti di dottorato al 31/12/2023	**41**
Studenti di II livello (supporto a studenti per tesi di laurea magistrale)	**17**
Tesi di II livello	**11 concluse nel 2023**
Tirocini curriculari /tesi per laurea triennale	**53**
Tesi di I livello	**17 concluse nel 2023**

Anche nel 2023 l'INRiM ha promosso l'iniziativa "*Premio INRiM per tesi di laurea magistrale",* volta a premiare le cinque migliori tesi di laurea magistrale attinenti alle misurazioni di precisione o agli studi di fenomeni/tecnologie che possano contribuire allo sviluppo della scienza delle misure o alla verifica delle leggi della natura.

Formazione Permanente

La nozione di Formazione Permanente ("lifelong learning") si basa sull'assunto che il bagaglio di conoscenze, abilità e competenze apprese durante la fase della formazione iniziale (scuola e università) non sia, da solo, sufficiente a svolgere i compiti lavorativi in modo efficace. La formazione adulta è una componente fondamentale del lifelong learning e consiste in attività formative rivolte ai soggetti adulti, al fine di adeguare o di elevare il loro livello professionale.

Gli eventi di Formazione Permanente comprendono corsi, seminari, convegni, conferenze, tavole rotonde e workshop finalizzati all'acquisizione, allo sviluppo ed all'aggiornamento di specifiche competenze professionali.

Tali iniziative possono essere destinate a studenti, diplomati, laureati, dottorandi, professionisti, lavoratori e disoccupati, rappresentando un'opportunità di migliore inserimento nel mondo del lavoro o di adeguamento ed accrescimento delle conoscenze professionali, in stretta connessione con l'innovazione tecnologica ed organizzativa del mondo produttivo e con le esigenze di competizione su scenari nazionali e internazionali.

Il personale dell'INRiM svolge docenze in corsi di formazione di argomento prettamente metrologico che coinvolgono il personale di imprese, enti di certificazione, enti di ricerca internazionali e associazioni, nonchè i docenti di scuole di ogni ordine e grado. Un'altra fetta di attività di docenza è invece dedicata alla formazione di studenti e giovani ricercatori, tramite seminari o lezioni tenute presso scuole nate nell'ambito di convegni o workshop, allo scopo di approfondire determinate tematiche al di fuori dei percorsi universitari istituzionali.

A richiesta si tengono seminari sul Sistema Internazionale e si partecipa in qualità di docenti ad eventi formativi proposti da associazioni; l'INRiM propone agli insegnanti di ogni ordine e grado seminari e corsi sperimentali per la formazione nella scienza della misura, con il coinvolgimento di studenti in attività sperimentali e possibilità di stage.

Di seguito sono riportati alcuni degli eventi di formazione, in parte organizzati dall'INRiM, nell'ambito dei quali il personale dell'Istituto ha prestato le proprie competenze:

- Summer School 2023 (INRiM, dal 15 al 29 giugno), attivata su proposta del Dipartimento Laboratori di taratura di Accredia, in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica: è stato offerto un percorso didattico-formativo con l'obiettivo di fornire le nozioni di base per una corretta attività di taratura, sia gestionale che tecnico-metrologica; il corso era dedicato ai dipendenti di Accredia e di INRiM, agli Ispettori/Esperti di Accredia, al personale dei laboratori e degli organismi accreditati (o accreditandi) da Accredia e più in generale ai professionisti che già operano all'interno del sistema italiano di accreditamento o che intendono acquisirne le relative conoscenze;
- EAA Summer School for Young Acousticians (Politecnico di Torino, dall'8 al 10 settembre), nell'ambito del Forum Acusticum Conference (FA2023): il corso, dedicato alla scienza del suono, era rivolto a dottorandi, giovani ricercatori, professionisti e studenti laureati;
- School on Nanotechnologies - processes and applications to sensors and actuators (Università La Sapienza di Roma, dal 20 al 22 settembre), nell'ambito della conferenza NanoInnovation 2023: il corso, rivolto a studenti di laurea magistrale e dottorato di ricerca, nonché a scienziati che lavorano nel vasto campo delle micro e nanotecnologie, ha offerto l'opportunità di apprendere i fondamenti sui processi, sulla fabbricazione di dispositivi e sui processi di caratterizzazione, con attenzione a tecnologie sia planari che 3D;
- Workshop "La metrologia a supporto della risonanza magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti" (INRiM dal 19 al 20 ottobre), organizzato dall'INRiM in collaborazione con l'Associazione Italiana di Fisica Medica e Sanitaria (AIFM): il corso, rivolto a studenti, medici ed esperti del settore, ha approfondito, relativamente alla Risonanza magnetica, il tema della garanzia di qualità nell'imaging quantitativo e della sicurezza del paziente.

Nel corso del 2023 sono stati tenuti corsi in collaborazione con i seguenti organismi:

- AIFM - Associazione Italiana di Fisica Medica e Sanitaria
- Accredia
- ANGQ- Accredia
- EURAC Research
- FEMTO-ST - Institute “Franche-Comté Electronics Mechanics Thermal Science and Optics – Sciences and Technologies”
- GEOSTM - Georgian National Agency for Standards and Metrology
- GTT S.p.A.
- HHU - Heinrich Heine University Düsseldorf
- ILNAS - Istituto Metrologico Nazionale (Lussemburgo)
- LNE-SYRTE - Laboratoire national de métrologie et d'essais - Système de Références Temps-Espace
- Nippon Gases Italia
- Politecnico di Milano
- Politecnico di Torino
- Progetto H2020 MINKE
- PTB - Physikalisch-Technische Bundesanstalt
- Sirena S.p.A.
- SpaceOpal (presso Galileo Control Centre Italy in Centro Spaziale/Telespazio Fucino)
- Università degli Studi di Firenze
- Università La Sapienza di Roma

Nella tabella a seguire sono riportati i dettagli delle attività legate alla Formazione Permanente per l’anno 2023.

Tabella 23 – I numeri della Formazione Permanente nel 2023

Tipologia	N.
Docenze erogate	**32**
Ore di didattica erogate	**298**
Ricercatori/tecnologi/CTER coinvolti	**28**
Organizzazioni esterne che hanno fruito delle competenze dell’INRiM	**19**

PAGINA BIANCA

PARTE 2 – Schede di attività

1 – LA DIREZIONE SCIENTIFICA

1.1 – Il Direttore Scientifico, il Consiglio di Direzione, le Divisioni e i Settori Scientifici Omogenei

Direttore Scientifico: Pietro Asinari

Personale impegnato (mesi/persona)

Personale	*Mesi/persona*
Pietro Asinari	11
Paola Tiberto	2,2
Michela Sega	2,2
Davide Calonico	2,2

La Direzione Scientifica è composta dal Direttore Scientifico e dal Consiglio di Direzione, del quale fanno parte i Responsabili di Divisione e un pari numero di membri eletti dalla comunità scientifica e tecnica dell'ente (come da artt. 13 e 15 del nuovo Statuto dell'INRiM ai sensi del DLgs n. 218 del 25/11/2016).

La composizione del Consiglio di Direzione è la seguente:

- Pietro Asinari (Direttore Scientifico)
- Paola Tiberto (Resp. di Divisione)
- Michela Sega (Resp. di Divisione)
- Davide Calonico (Resp. di Divisione)
- Marco Coisson (membro eletto)
- Ivo Pietro Degiovanni (membro eletto)
- Claudio Origlia (membro eletto)
- Marco Pisani (membro eletto)

Nel 2023 il Consiglio di Direzione ha tenuto 7 riunioni.

Campi di attività

Le Divisioni in cui si è strutturata la Direzione Scientifica nel 2023 sono:

Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita (ML) - La Divisione sviluppa la scienza delle misure e i materiali innovativi con attenzione alle ricerche e alle applicazioni nelle scienze della vita. La Divisione cura temi quali la tutela della salute con riferimento alle applicazioni diagnostiche e terapeutiche, la qualità e sicurezza dell'alimentazione, le misurazioni biologiche e chimiche, i materiali funzionali e intelligenti, gli ultrasuoni e l'acustica.

Si articola nei seguenti Settori Scientifici Omogenei (SSO):

- ML1: Scienza e tecnologia alla nanoscala
- ML2: Campi e sistemi elettromagnetici
- ML3: Acustica e ultrasuoni
- ML4: Scienze e tecnologie biomediche
- ML5: Magnetismo, materiali e spintronica

Metrologia applicata e ingegneria (AE) - La Divisione sviluppa la scienza delle misure e le tecnologie con attenzione all'ingegneria e alle necessità industriali. La Divisione ha il compito di realizzare e disseminare le unità di misura delle grandezze meccaniche e delle grandezze termodinamiche, nonché di disseminare le unità di misura delle grandezze elettriche. La Divisione cura temi quali la mobilità sostenibile, il monitoraggio ambientale e il clima, l'impiego razionale dell'energia, e lo sviluppo di strumenti metrologici a supporto della crescente digitalizzazione del mondo contemporaneo.

Si articola nei seguenti Settori Scientifici Omogenei (SSO):

- AE1: Metrologia della massa e delle grandezze apparentate
- AE2: Metrologia della lunghezza
- AE3: Misure elettriche ed elettroniche
- AE4: Termodinamica fisica
- AE5: Termodinamica applicata

Metrologia quantistica e nanotecnologie (QN) - La Divisione sviluppa la scienza delle misure e le nanotecnologie con attenzione alle applicazioni quantistiche. La Divisione ha il compito di realizzare e disseminare le unità di misura del tempo e della frequenza, delle grandezze fotometriche e delle grandezze radiometriche, nonché di realizzare le unità di misura delle grandezze elettriche. La Divisione cura la mutua applicazione tra la metrologia e temi quali la fisica atomica e molecolare, la fotonica, l'elettronica quantistica, i dispositivi quantistici e le misurazioni quantistiche.

Si articola nei seguenti Settori Scientifici Omogenei (SSO):

- QN1: Chimica fisica e nanotecnologie
- QN2: Elettronica quantistica
- QN3: Fotometria e radiometria (fino al 30 giugno 2022)
- QN4: Ottica quantistica e Fotometria
- QN5: Tempo e frequenza

La Direzione Scientifica si pone inoltre l'obiettivo di promuovere le attività di Public Engagement al fine di coinvolgere sempre più il tessuto sociale del Paese. In questa direzione opera il coordinamento interdivisionale della Direzione scientifica, costituito nel 2019.

Il **Coordinamento interdivisionale e segreteria scientifica** svolge le seguenti attività:

- diffusione della cultura scientifica/metrologica (attività di Public Engagement e di Formazione Permanente);
- organizzazione/gestione dei tirocini curricolari, extracurricolari, di orientamento e dei PCTO;
- gestione della biblioteca INRiM;
- gestione delle pubblicazioni scientifiche / prodotti dell'Ente e dei relativi database utilizzati per la raccolta dei prodotti della ricerca;
- preparazione della documentazione scientifica istituzionale prevista dallo Statuto dell'INRiM;
- coordinamento della raccolta dati e prodotti per la Valutazione della Qualità della Ricerca e la Valutazione delle Attività di Terza Missione (VQR);
- supporto al DS nelle riunioni del Consiglio di Direzione;
- supporto nella gestione di pratiche riguardanti il personale scientifico.

La presentazione dei risultati nelle schede di Divisione riportate di seguito si riferisce ai Programmi definiti nel Piano Triennale 2023-2025.

1.2 – COORDINAMENTO INTERDIVISIONALE E SEGRETERIA SCIENTIFICA

Responsabile: Pietro Asinari

Personale impegnato (mesi/persona)

Personale	*Mesi/persona*
Lucia Bailo	11
Claudia Rota	11
Marina Sardi	11
Emanuela Secinaro	11

Attività e risultati conseguiti

Le attività di cui si occupato il settore nel 2023 sono le seguenti.

Diffusione della cultura scientifica/metrologica (attività di Public Engagement e di Formazione Permanente)

Le attività di *Public Engagement* svolte dal Settore si avvalgono della fondamentale cooperazione di ricercatori, tecnologi e tecnici dell'INRiM e comprendono l'organizzazione di visite ai laboratori da parte di scuole, associazioni e privati cittadini da ogni regione d'Italia, iniziative di divulgazione scientifica, rivolte in particolare alle scuole e all'università, e corsi per insegnanti e studenti. Molte di queste attività si svolgono in collaborazione con enti, istituzioni e associazioni (CentroScienza, Agorà Scienza di UniTO, Fondazione Mirafiori…).

Numerose sono state le visite ai Laboratori, con la partecipazione di circa 450 studenti di scuole primarie e secondarie di primo grado, ma soprattutto di Licei e Istituti Tecnici, molti provenienti anche da fuori Regione, in visita in città.

L'INRiM ha aderito alle Settimane della Scienza, iniziativa promossa da CentroScienza, producendo una trasmissione web costituita da 4 episodi andati in onda sul canale YouTube "SI misura". La trasmissione, intitolata "Cocktail di scienza -IV stagione", in quanto quarta edizione di un'iniziativa nata nel 2020, ha riscosso centinaia di visualizzazioni on-line. Il progetto ha coinvolto 7 ricercatori e tecnologi, in veste di intervistati o di intervistatori, spaziando su alcune delle attività di ricerca dell'INRiM. La serie si rivolge in particolare a un pubblico di adolescenti e giovani (corrispondenti agli studenti delle scuole superiori di secondo grado e delle università). Il link ai video è poi pubblicizzato a tutti gli insegnati che portano i loro studenti in visita. Le riprese e la trasmissione in diretta streaming sono state affidate a una ditta esterna. La produzione delle varie puntate ha incluso la realizzazione di una grafica e di un'immagine coordinata da parte del personale del Settore.

Sempre nell'ambito delle "Settimane", occasioni di visita sono state anche proposte a privati cittadini, che periodicamente chiedono di conoscere l'Ente.

Nel 2023 l'INRiM ha partecipato alla Notte Europea delle Ricercatrici e dei Ricercatori (29-30 settembre), organizzata a Torino dal Politecnico e dall'Università nell'ambito del Progetto U*Night del consorzio UNITA - Universitas Montium, un'alleanza di 6 università che unisce in una linea immaginaria da ovest a est il Portogallo, i Pirenei, le Alpi e i monti del Banato in Romania. L'INRiM è stato presente alla Notte del 29 settembre con un esperimento sulla food metrology, un caffè scientifico e un gioco didattico su metrologia e cambiamento climatico. L'evento è stato organizzato per cluster, basati sulle principali tematiche di attualità scientifica, nel nostro caso "Suolo e cibo sani", "Città intelligenti ", "Adattamento al cambiamento climatico", anche al fine di favorire l'incontro tra gruppi diversi dell'Università, del Politecnico e degli Enti e far nascere nuove collaborazioni.

Nel corso del 2023 il personale del Settore ha partecipazione alle riunioni dei Gruppi di Lavoro (Osservatorio e Barometro (con il relativo Coordinamento), Monitoraggio e Valutazione, Formazione) dell'Associazione APEnet, Rete italiana degli Atenei ed Enti di Ricerca, creata con l'obiettivo principale di diffondere, promuovere e valorizzare la cultura e le esperienze di Public Engagement; a novembre si è tenuta a Palermo l'assemblea dei soci con delega a M. Sardi da parte del presidente; ci si sta preparando per dare un contributo utile alla VQR .

Organizzazione/gestione dei tirocini curricolari, extracurricolari, di orientamento e dei PCTO

E' stato possibile attivare per gli studenti delle scuole secondarie di secondo grado alcuni Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO), ex-alternanza scuola lavoro, presso il laboratori INRiM.

Un progetto è stato svolto con una quarta Liceo scientifico di Luino (VA) per un approfondimento a distanza sulla scienza metrologica e sul calcolo dell'incertezza, successivamente gli studenti hanno svolto un esperimento in laboratorio a scuola con il loro insegnante e applicato quanto visto durante il seminario.

A febbraio, nel corso dell'evento "Time for Job" organizzato dal Politecnico di Torino, in modalità on-line, per la presentazione agli studenti dei tirocini curricolari per la laurea triennale e le tesi magistrali (45 nel corso dell'anno) il personale del Settore, che gestisce il popolamento delle pagine INRiM sul portale Stage&Job del Politecnico, ha illustrato l'offerta di tirocini e tesi di laurea dell'Istituto.

Questa stessa offerta, preparata rielaborando le proposte dei colleghi ricercatori e tecnologi, è stata pubblicizzata presso la facoltà di Fisica e di Scienza dei Materiali dell'Università di Torino (UNITO). È stata fornita assistenza agli studenti ed ai colleghi ricercatori nelle fasi di avvio dei tirocini e delle tesi, che si sono svolti in modalità mista (in parte in presenza e in parte da remoto), attraverso apposita procedura stilata per l'avvio dei tirocini. Particolare attenzione è stata dedicata alla necessità e alla verifica della formazione per la sicurezza dei tirocinanti, seguendo le indicazioni del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione. Nell'impossibilità da parte dell'INRiM di erogare tutti i corsi necessari, ci si è rivolti al Servizio del Politecnico - che ha prestato una preziosa collaborazione - ed in parte anche a UNITO.

Si è inoltre fornita consulenza ai colleghi per l'inserimento in stage di tirocinanti/studenti/ dottorandi (una decina) o ospiti ricercatori provenienti da altri Paesi.

Gestione della Biblioteca dell'INRiM

La gestione della biblioteca INRiM entra a far parte delle attività della Direzione Scientifica a partire da aprile 2022. Ad oggi la biblioteca si configura come un ambiente digitale diffuso costituito da accesso on line tramite abbonamento a riviste, ebooks e banche dati digitali sia all'interno dell'INRiM che da remoto e da servizi di assistenza per consentire tale accesso.

Le attività comprendono:

- selezione delle Risorse per cui attivare l'accesso attraverso l'estrazione di statistiche di utilizzo e/o mancato accesso, in combinazione con le indicazioni specifiche di interesse della comunità Scientifica INRiM;
- accesso allargato a documenti non compresi negli abbonamenti istituzionali tramite Document Delivery (grazie ai network NILDE e IFLA);
- gestione degli abbonamenti in accordo Publish&Read con relativa validazione delle richieste di pubblicazione e monitoraggio delle spese sostenute all'interno di ogni accordo;
- acquisto e messa a disposizione di volumi monografici e norme tecniche su richiesta, sia in versione cartacea che in versione digitale e su piattaforma ProQuest appositamente attivata;
- residua componente di gestione ibrida, mista cartaceo-digitale che consente la conservazione della storia della ricerca scientifica dell'Istituto e l'accesso a documenti di valore molto specifico, sfruttata anche per attività di terza missione (i Progetto CoBiS LOD della Regione Piemonte, ecc…).
- gestione e aggiornamento dei dati catalografici inseriti nel catalogo del Polo Bibliografico della Ricerca
- nel 2023 è stato attivato il catalogo delle risorse elettroniche (EBSCO Full Text Finder), attraverso il quale è possibile reperire partendo da una sola stringa di ricerca tutte le risorse elettroniche per cui è attivo un abbonamento.

Censimento delle pubblicazioni scientifiche e dei prodotti dell'Ente e gestione dei relativi database

Il personale del Settore si è occupato della raccolta e gestione ordinaria delle pubblicazioni tecnico-scientifiche dell'Ente; per assolvere a tali compiti si è avvalso di appositi database:

- METRICA (l'archivio istituzionale della produzione scientifica INRiM, che utilizza la piattaforma IRIS - Institutional Research Information System sviluppata da Cineca)
- il database "Rapporti Tecnici dell'INRiM" (creato nel 2019 dal personale dei Sistemi Informatici dell'Istituto) che raccoglie i Rapporti Tecnici interni.

Per quanto riguarda la gestione ordinaria dei prodotti inseriti in METRICA, nel 2023 si è provveduto a:

- validare i prodotti inseriti dal personale, contattando i referenti nel caso siano necessarie modifiche o allegati ad accesso aperto;
- effettuare la "pulizia" periodica del database allo scopo di eliminare i prodotti duplicati per errore o non correttamente inviati a loginmiur attraverso gli automatismi previsti dal software;
- supportare il personale nelle operazioni di inserimento, modifica e cancellazione dei prodotti;
- contattare il Customer Portal Cineca per la risoluzione di problemi di varia natura;
- partecipare a Webinar sull'utilizzo dell'Institutional Repository e sulle eventuali nuove implementazioni, e alle attività dei Focus Group Cineca (dedicati agli enti che usufruiscono di IRIS, allo scopo di condividere problematiche e proporre modifiche al database).

Per quanto concerne invece il database "Rapporti Tecnici dell'INRiM", il Settore ha provveduto alla registrazione dei prodotti inviati dal personale INRiM e al loro inserimento nella piattaforma.

Oltre alle pubblicazioni, il Settore provvede anche al censimento di tutti gli altri prodotti di Istituto, raccolti nel documento "Risultati e dati" e utilizzati per la Relazione consuntiva annuale; la raccolta dei dati, a partire dal 2022, è stata effettuata per mezzo di un database apposito, realizzato dalla UO Sistemi Informatici dell'INRiM e gestito dal personale del coordinamento interdivisionale; si è dunque provveduto a:

- creare nuovi form per la raccolta dati;
- apportare modifiche ai vecchi form allo scopo di adeguarli di volta in volta alle esigenze della raccolta dati;
- supportare il personale dell'Istituto nella registrazione dei dati;
- controllare i dati inseriti, apportando eventuali modifiche se necessarie.

Il Settore ha gestito anche le esperienze professionali inserite dai ricercatori e tecnologi dell'INRiM all'interno di Loginmiur (il database attraverso cui il MUR rileva i dati dei ricercatori italiani - curriculum vitae, esperienze professionali e pubblicazioni - e li utilizza per partecipazione ai PRIN, Valutazione della Qualità della Ricerca, Abilitazione Scientifica Nazionale, etc). Al database accede direttamente il personale dell'Istituto, inserendo le proprie informazioni; il personale del Settore ha provveduto ad amministrare i dati relativi alle esperienze professionali, certificando di volta in volta le esperienze inserite dai singoli o inserendole direttamente se non presenti.

Partecipazione al Gruppo per l'Open Science

Alcune unità del personale del Settore fanno parte del Gruppo per l'Open Science, istituito nel 2020 con il compito di definire proposte alle Direzioni dell'Ente in merito alle politiche di promozione, sensibilizzazione e sostegno all'apertura delle pubblicazioni scientifiche, dei dati e del software; in particolare, nel 2023 il Gruppo ha rivisto e tradotto in versione italiana la Policy sulla gestione dei dati della ricerca e tradotto in versione inglese la Policy sull'Accesso Aperto.

L'apporto del personale del Settore all'interno del gruppo riguarda i seguenti ambiti:

- la gestione dell'Archivio Istituzionale per le pubblicazioni (METRICA – IRIS), la vetrina delle pubblicazioni dell'Istituto in costante aggiornamento per ottemperare alle politiche europee riguardanti l'Open Access; METRICA è anche lo strumento utilizzato per la selezione dei prodotti per la VQR;
- la gestione degli abbonamenti e in particolare degli accordi Publish&Read, al fine di offrire condizioni sempre più vantaggiose per la pubblicazione in open access degli articoli di Istituto;
- la gestione delle pagine internet del nuovo sito dell'INRiM, dedicate all'Open Science;
- la gestione delle iniziative di "formazione" che il gruppo programma al fine di sensibilizzare il personale sulle tematiche "open science".

Partecipazione alla Commissione per la concessione dei benefici sociali e assistenziali ai dipendenti INRiM

Nel 2023 due unità di personale del Settore hanno fatto parte della suddetta Commissione in veste di Componente effettivo e Componente supplente, partecipando alle riunioni programmate allo scopo di esaminare e processare le richieste di Sussidio Ordinario e Speciale pervenute dal personale INRiM.

Preparazione della documentazione scientifica istituzionale prevista dallo Statuto dell'INRiM

Nel 2023 il personale del Settore ha prodotto, con il contributo delle Divisioni e il prezioso supporto degli uffici amministrativi e dei Servizi Metrologici, i tre seguenti documenti:

- Relazione Consuntiva di attività scientifica 2022;
- Risultati e dati 2022: nei tre documenti sono censiti nel dettaglio i prodotti dell'Istituto, distinti nelle tre categorie "Scientific Work", "NMI Role Work" e "Knowledge Transfer Work";
- Piano Triennale di Attività 2024-2026: la programmazione triennale dell'Ente, richiesta annualmente dal MUR.

Supporto al Direttore Scientifico nelle riunioni del Consiglio di Direzione

Il Settore ha provveduto alla ricezione delle pratiche da sottoporre al Consiglio di Direzione e ha coadiuvato il Direttore Scientifico nella gestione delle attività propedeutiche e strumentali alle riunioni del Consiglio, con particolare riguardo alla redazione dei verbali, alla loro divulgazione e alla successiva realizzazione delle azioni definite dal Consiglio.

Supporto nella gestione di pratiche riguardanti il personale scientifico

Il Settore ha gestito il flusso di tutte le pratiche che necessitano della validazione/firma dei responsabili di Divisione e/o del Direttore Scientifico, operando in coordinamento con gli Uffici amministrativi dell'istituto e fornendo supporto al Direttore Scientifico, ai Responsabili di Divisione e al personale della direzione scientifica. In particolare, è stato fornito un significativo supporto al personale scientifico e tecnico per tutto quello che ha riguardato la preparazione della documentazione amministrativa di competenza del Direttore Scientifico.

Il Settore ha provveduto a raccogliere e gestire le richieste di attivazione di bandi di concorso e selezione, nonché le richieste di proroga e rinnovo del personale con contratto a tempo determinato e assegni di ricerca.

Il personale ha raccolto, anche nel 2023, i dati relativi al personale attivo in Istituto e alla sua localizzazione

nelle Divisioni e nei laboratori.

Il Settore ha gestito le procedure riguardanti le richieste di associazione con incarico di ricerca fatte all'Istituto; tali richieste sono state inviate al Direttore Scientifico e sottoposte al Consiglio di Direzione. Successivamente, si è provveduto alle operazioni necessarie per il conferimento delle associazioni.

Relativamente alle pubblicazioni Open Access soggette a pagamento, il Settore ha provveduto al controllo delle fatture pervenute e ha reperito le autorizzazioni da parte dei Responsabili a vario titolo al fine di avvallare il pagamento delle stesse. Viene redatto annualmente un elenco delle spese sostenute per la pubblicazione in Open Access, sia direttamente, sia attraverso gli accordi Publish&Read.

Allo scopo di censire le riviste più utilizzate, è stato creato un elenco dettagliato e utilizzato dal gruppo Open Access.

1.3 – LE RISORSE UMANE DELLA DIREZIONE SCIENTIFICA

Le tabelle qui di seguito riassumono il quadro delle risorse umane della Direzione Scientifica dell'INRiM.

I numeri fanno riferimento alla situazione del personale rilevata al 31 dicembre 2023.

La tabella a seguire mostra, nell'arco dell'ultimo quadriennio, la distribuzione del personale TI (Tempo Indeterminato) e TD (Tempo Determinato) distinto per profilo.

Tabella 24 - Personale TI e TD

DIREZIONE SCIENTIFICA	Dir R&Tcnl	Primi R&Tcnl	R&Tcnl	Tecnici	Ammin.	TOT
Tot 2023 (TI)	***10***	***43***	***97***	***43***	***3***	***196***
Tot 2023 (TD)	***1***	***-***	***11***	***5***	***-***	***17***
Tot 2022 (TI)	*8*	*27*	*107*	*51*	*2*	*195*
Tot 2022 (TD)	*1*	*-*	*3*	*4*	*-*	*8*
Tot 2021 (TI)	*7*	*28*	*83*	*52*	*4*	*174*
Tot 2021 (TD)	*1*	*-*	*5*	*5*	*-*	*11*
Tot 2020 (TI)	*8*	*29*	*76*	*51*	*4*	*168*
Tot 2020 (TD)	*1*	*-*	*7*	*1*	*-*	*9*

I prospetti successivi mostrano la distribuzione del personale per struttura (Divisioni e CISS - Coordinamento interdivisionale e segreteria scientifica).

Tabella 25 – Distribuzione del personale TI nelle Divisioni

Div	Dir R&Tcnl	Primi R&Tcnl	R&Tcnl	Tecnici	Ammin.	TOT
ML	4	12	32	11	-	**59**
AE	2	19	25	20	-	**66**
QN	4	12	39	12	-	**67**
CISS	-	-	1	-	3	**4**
Tot 2023	***10***	***43***	***97***	***43***	***3***	***196***
Tot 2022	***8***	***27***	***107***	***51***	***2***	***195***
Tot 2021	***7***	***28***	***83***	***52***	***4***	***174***
Tot 2020	***8***	***29***	***76***	***51***	***4***	***168***

Tabella 26 – Distribuzione del personale TD nelle Divisioni*

Div	R&Tcnl	Tecnici	TOT
ML	4	1	**5**
AE	2	4	**6**
QN	5	-	**5**
Tot 2023	***11***	***5***	***16***
Tot 2022	***3***	***4***	***7***
Tot 2021	***5***	***5***	***10***
Tot 2020	***7***	***1***	***8***

**A differenza della tabella 24, qui non è conteggiato il Direttore Scientifico*

Le tabelle a seguire riportano, infine, i dati relativi al personale non strutturato dell'INRiM (assegnisti, borsisti, dottorandi e associati) distribuito per Divisione.

Tabella 27 – Distribuzione del personale non strutturato: assegni e borse

Divisione	Assegni di ricerca	Borse di addestramento alla ricerca
ML	4	-
AE	2	-
QN	6	-
Tot 2023	**12**	**-**
Tot 2022	**13**	**-**
Tot 2021	**28**	**2**
Tot 2020	**29**	**1**

Tabella 28 – Distribuzione del personale non strutturato: dottorandi

Divisione	PhDs
ML	19
AE	6
QN	16
Tot 2023	**41**
Tot 2022	**35**
Tot 2021	**32**

Tabella 29 – Distribuzione del personale non strutturato: associati

Divisione	Associati di tipo A	Associati di tipo B	Associati di tipo C	Totale
ML	-	4	4	**8**
AE	-	2	2	**4**
QN	-	15	1	**16**
DIREZIONE SCIENTIFICA	-	17	1	**18**
Tot 2023	**-**	**38**	**8**	**46**
Tot 2022	**-**	**31**	**7**	**38**
Tot 2021	**-**	**16**	**14**	**30**

1.4 – LA DISTRIBUZIONE DELLE RISORSE UMANE PER TIPOLOGIA DI ATTIVITA'

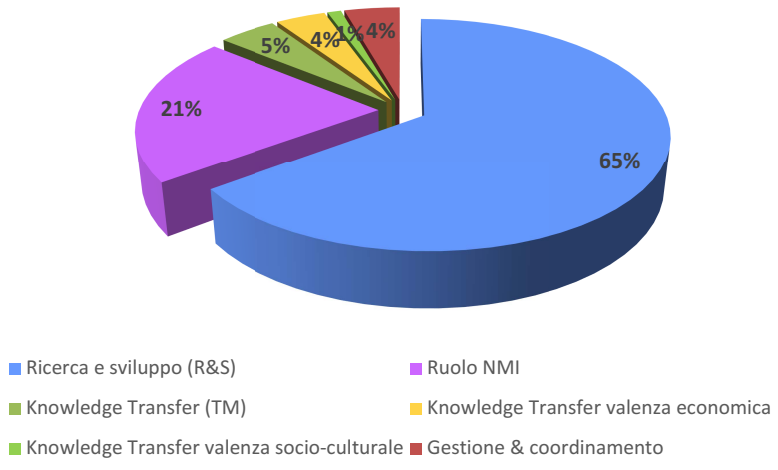
Nelle tabelle in testa a ciascun settore (riportate di seguito nella sezione dedicata a ciascuna Divisione) è riportata la distribuzione delle attività del personale tra R&S (Ricerca e Sviluppo), Ruolo NMI, Terza Missione (TM), Terza Missione a valenza economica, Terza Missione a valenza socio-culturale e altre attività di Gestione e coordinamento. L'attività Ricerca e Sviluppo è in gran parte indirizzata alla metrologia come sviluppo di nuovi campioni e di nuovi metodi di misura, e alle attività di ricerca di base in genere; con Ruolo NMI si è inteso evidenziare il complesso di altre attività tecnico-scientifiche che danno origine a "prodotti" specifici di un istituto nazionale di metrologia (mantenimento dei campioni nazionali, key and supplementary comparisons, attività del Quality Management Systems, attività relative al CIPM MRA del BIPM, attività conto terzi); per quanto riguarda le attività di Terza Missione, la voce principale si riferisce alla partecipazione e ai contributi riguardanti le attività di enti di normazione e organismi di accreditamento, organizzazione e partecipazione a convegni scientifici, attività di consulenza e formazione senza finalità commerciale, attività di rappresentanza istituzionale in Comitati (ad eccezione dei comitati CIPM, che rientrano nelle attività Ruolo NMI); due voci a sé stanti sono invece le attività di Terza Missione a valenza economica (contratti industriali e brevetti) e di Terza Missione a valenza socio-culturale (attività di divulgazione, rivolte alle scuole e al grande pubblico, finalizzate alla sensibilizzazione e alla condivisione delle conoscenza sulla metrologia e sulle attività istituzionali).

La tabella e il grafico a seguire sintetizzano la distribuzione dei mesi/persona per tipologia di attività.

Le attività svolte dal personale INRiM nel 2023 sono state dedicate per il 65%, all'attività di Ricerca Scientifica (R&S), mentre le attività legate al ruolo NMI rappresentano il 21% del totale. Sia la tabella che il grafico mettono in luce il peso minore delle attività di Terza Missione (5%, 4% e 1%), al cui sviluppo si dovrà tendere nei prossimi anni. Infine, un 4% riguarda le attività di Gestione & coordinamento.

Tabella 30 – Distribuzione dei mesi/persona per tipologia di attività

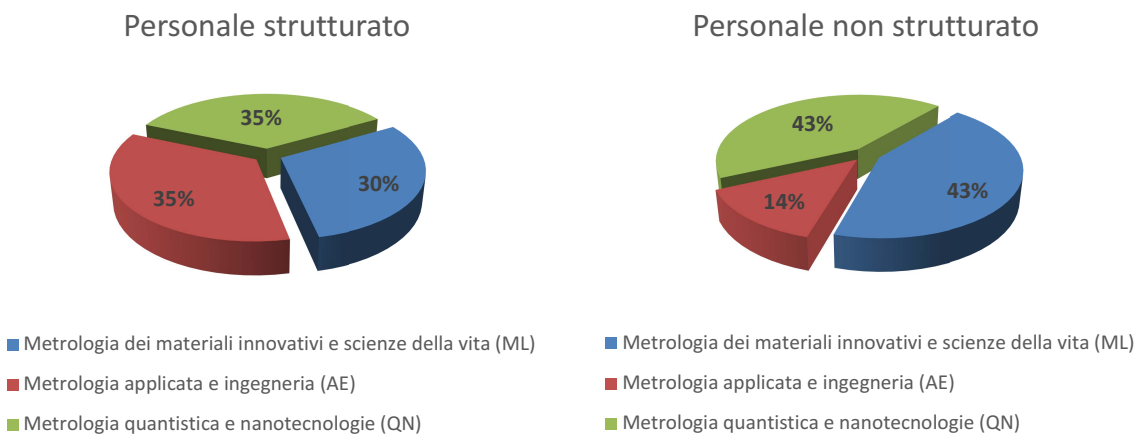
2023	Ricerca & Sviluppo (R&S)	Ruolo NMI	Terza Missione (TM)	TM economica	TM socio-culturale	Gestione & coord.	Totale
Tot. m/p	1.736,85	563,5	124,65	105,65	29,15	117,5	2.677,3
%	65%	21%	5%	4%	1%	4%	100%



La tabella 31 e i grafici successivi, mostrano la distribuzione dei mesi/persona all'interno delle Divisioni, differenziando tra personale strutturato (TI e TD) e personale non strutturato (assegnisti, dottorandi e associati).

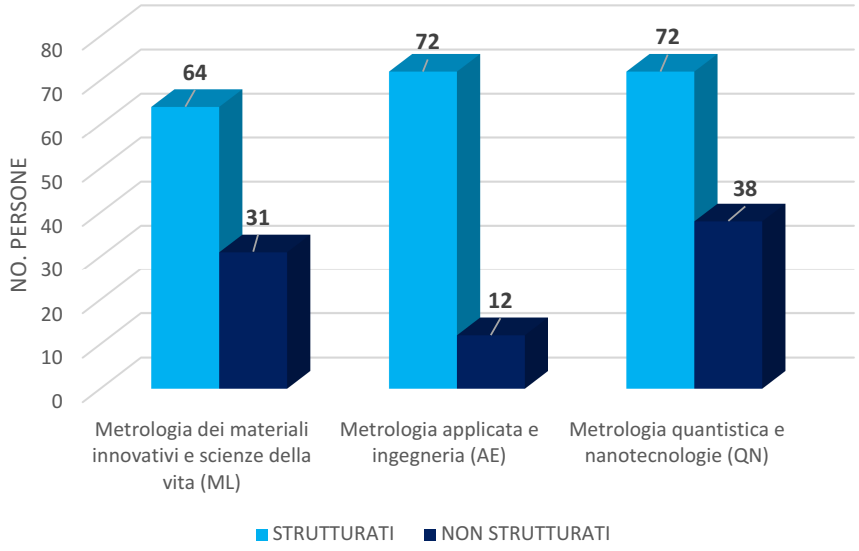
Tabella 31 - Distribuzione dei mesi-persona nelle Divisioni

DIV / Personale	R&S	Ruolo NMI	Terza missione	TM economica	TM socio-culturale	Gestione & coord	Totale
ML	**639,1**	**140,2**	**31,2**	**19,7**	**10,6**	**22,7**	**863,5**
strutturato	447,6	134,2	31,2	19,7	9,6	22,7	665
non strutt.	191,5	6	0	0	1	0	198,5
AE	**417,3**	**269,7**	**59,5**	**39,25**	**13,75**	**38,3**	**837,8**
strutturato	368,3	267,2	56,5	33,25	11,75	38,3	775,3
non strutt.	49	2,5	3	6	2	0	62,5
QN	**680,45**	**153,6**	**33,95**	**46,7**	**4,8**	**56,5**	**976**
strutturato	494,45	145,6	30,95	46,7	4,8	56,5	779
non strutt.	186	8	3	0	0	0	197
TOTALE	**1736,85**	**563,5**	**124,65**	**105,65**	**29,15**	**117,5**	**2677,3**



Rappresentazione dei mesi-persona elencati in Tabella 28.

L'istogramma a seguire riporta invece, comparandoli, i dati sulla numerosità del personale nelle Divisioni, tenendo conto della distinzione tra personale strutturato e non.


80
70
60
50
40
30
20
10
0
NO. PERSONE
64
31
72
12
72
38
Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita (ML)
Metrologia applicata e ingegneria (AE)
Metrologia quantistica e nanotecnologie (QN)
STRUTTURATI
NON STRUTTURATI

1.5 – LE DIVISIONI

Divisione Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita

Responsabile: Paola Tiberto

Risorse umane (TI + TD) al 31/12/2023

Ricercatori e Tecnologi: 52. Tecnici: 12

Ulteriori risorse umane

Assegnisti e Dottorandi: 23. Associati e incarichi: 8

Articolazione delle attività

La Divisione è impegnata nello studio degli aspetti scientifici e tecnologici connessi con la metrologia applicata agli ambiti dei materiali avanzati e delle scienze della vita. Inoltre, particolare attenzione è rivolta ad attività di ricerca a sostegno dell'uso razionale dell'energia. Per rispondere a queste esigenze, la Divisione è suddivisa in cinque settori di ricerca tematici.

SETTORE	DESCRIZIONE
ML1: Scienza e tecnologia alla nanoscala (Natascia De Leo)	L'attività riguarda la realizzazione di materiali 3D e 2D utilizzando tecniche di manipolazione alla nanoscala. In particolare, lo sviluppo di sistemi di riferimento alla micro e nanoscala per la metrologia e la scienza delle superfici. Il settore sviluppa inoltre materiali funzionali e metamateriali per strutture fotoniche. Nel campo dei dispositivi nanoelettronici per la sensoristica e la metrologia si occupa della fabbricazione e caratterizzazione di nanomagnetometri SQUID, array Josephson, Sensori Transition Edge Sensors (TES) per il conteggio di singoli fotoni nelle regioni spettrali del visibile e IR, nanofili superconduttivi per singolo fotone alle microonde ed altri.
ML2: Campi e sistemi elettromagnetici (Mauro Zucca)	L'attività del Settore è finalizzata a rispondere alle esigenze metrologiche funzionali per lo sviluppo di riferimenti, sensori, metodi di previsione e misura per l'implementazione di sistemi elettrici ed elettromagnetici energeticamente efficienti e sicuri in termini di emissioni di campo elettromagnetico. Gli ambiti di attività riguardano la riferibilità delle misure di tensioni e correnti in sistemi a trazione elettrica, reti elettriche e dispositivi di potenza, la misura riferibile di potenza in sistemi di trasferimento dell'energia con tecnologia wireless e la caratterizzazione dosimetrica dell'esposizione umana ai campi generati dai sistemi elettrici, elettromagnetici e dalle apparecchiature biomedicali.
ML3: Acustica e ultrasuoni (Giovanni Durando)	L'attività del settore si divide nelle aree di Acustica in Aria e Ultrasuoni. L'impegno del settore è generalmente indirizzato al mantenimento dei servizi di taratura e certificazione. Nell'ambito degli ultrasuoni, l'attività di ricerca riguarda lo sviluppo della scienza metrologica nei campi della salute.
ML4: Scienze e tecnologie biomediche (Alessandra Manzin)	L'attività è rivolta a fornire il supporto metrologico per lo sviluppo tecniche diagnostiche e terapeutiche e, in particolare, allo sviluppo di metodi di misura, materiali e strumenti di calcolo per applicazioni nell'ingegneria biomedica e nella medicina di laboratorio. In particolare, il settore realizza campioni, materiali e metodi per garantire la riferibilità delle misure nell'ambito della medicina di laboratorio. Sviluppa inoltre metodi matematici e modelli numerici innovativi per le applicazioni nell'ambito dell'ingegneria biomedica.
ML5: Magnetismo, materiali e spintronica (Gianfranco Durin)	L'attività di ricerca e sviluppo del settore si sviluppa intorno alle attività di preparazione su scala nanometriche e micrometrica, caratterizzazione e modellizzazione di materiali magnetici. L'attività riguarda inoltre il miglioramento delle capacità di misura di campi magnetici e della caratterizzazione di materiali magnetici in un ampio spettro di condizioni, sia nanometrici che bulk. Il settore si occupa infine di estendere le capacità di misura e le applicazioni dei materiali magnetici a nuove aree collegate a energia, salute, ambiente e beni culturali.

La Divisione complessivamente è attiva nell'ambito delle tre missioni dell'INRiM (Ricerca e Sviluppo, Ruolo NMI, Trasferimento Tecnologico e Formazione), come descritto in dettaglio nelle schede di Settore. Nel corso del 2023 la Divisione ha pubblicato 93 lavori su rivista internazionale indicizzata (di cui 89 con Impact Factor) e ha partecipato a 48 contratti di ricerca nazionali, internazionali e industriali; 21 di questi sono progetti Euramet (nell'ambito dei programmi EMPIR ed EPM), di cui nove coordinati dalla Divisione (19NRM05 IT4PQ per ML02, 19ENG06 HEFMAG per ML05, 20FUN06 MEMQuD per ML01, 21SCP02 TRaMM per ML05, 21GRD03 PaRaMetriC per ML01, 22NRM06 ADMIT per ML02, 22NRM04 e-TRENY per ML02, 22HLT06 GenomeMET per ML04 e 22HLT05 MAIBAI per ML04). Nell'ambito del programma H2020, la Divisione ha partecipato inoltre a due progetti MSCA ITN riguardanti i materiali magnetoelettrici e al progetto LIFESAVER. Per quanto riguarda il nuovo programma Quadro Horizon Europe nel 2023 è proseguito un progetto PathFinder incentrato sul risparmio energetico mediante il design di motori elettrici prodotti per Additive Manufacturing (Am2softMag); sono invece stati avviati i due nuovi progetti QuantERA MOCA e EMPHASIS.

Nel corso del 2023, la Divisione ha partecipato alle attività relative alle reti di EURAMET denominate European Metrology Networks (EMN), in particolare:

EMN on Smart Electricity Grid, coordinata da VSL, che si propone come punto di contatto tra la comunità metrologica e gli stakeholder del sistema elettrico, in grado di massimizzare l'impatto delle attività di ricerca e sviluppo e di fornire risposte coerenti alle problematiche di misura relative al futuro delle reti elettriche e alla transizione energetica in corso. La Divisione è inoltre coinvolta nel progetto EMPIR 18NET03 SEG-Net, finalizzato a favorire la rapida implementazione della EMN.

EMN for Mathematics and Statistics, coordinata dall'INRiM, il cui scopo è di costituire un punto di coordinamento per gli istituti metrologici, gli enti normatori, il mondo accademico e l'industria, sui temi della matematica e della statistica in metrologia, fornendo linee-guida, sviluppando codici di calcolo e favorendo la disseminazione della conoscenza attraverso pubblicazioni e convegni dedicati. La Divisione è inoltre coinvolta nel progetto EMPIR 18NET05 MATHMET, finalizzato a favorire la rapida implementazione della EMN.

EMN on Traceability in Laboratory Medicine, coordinata da PTB, il cui scopo è quello di costituire un punto di riferimento a livello europeo per i laboratori clinici che operano nel contesto della medicina di laboratorio e della diagnostica in vitro, con riferimento alla nuova Regolamentazione EU (European In-Vitro Diagnostic Device Regulation (IVDR) 2017/746), che richiede la riferibilità delle misure e dei materiali di riferimento. La Divisione è inoltre coinvolta nel progetto 18NET02 TraceLabMed, finalizzato a favorire la rapida implementazione della EMN.

EMN on Advanced Manufacturing, coordinata dal PTB, è stata approvata nel 2021 al fine di creare una rete europea stabile e sostenibile fra istituti di metrologia, altri enti di ricerca, università, e realtà industriali soprattutto innovative per assicurare la qualità dei processi industriali e dei loro prodotti. Lo scopo è quello di dare supporto metrologico adeguato ai bisogni provenienti da tutti i settori industriali, a partire da quelli di provenienza dei membri attuali della rete.

Ricerca e Sviluppo

Nel corso del 2023 la Divisione ha partecipato a 28 progetti di ricerca internazionali, di cui 9 coordinati da INRiM. Di seguito si riportano i risultati di maggior rilievo ottenuti nell'ambito delle diverse linee di attività nei cinque settori.

L'attività del settore **ML01** si è svolta nei seguenti ambiti:

Sistemi modello 3D per materiali di riferimento e standard alla micro e nanoscala

Obiettivi. Sviluppo di un prototipo di standard di lunghezza alla nanoscala e studio dell'utilizzo di copolimeri a blocchi infiltrati selettivamente con allumina per un materiale di riferimento per Fluorescenza a Raggi X a Riflessione Totale (TXRF). Sviluppo di un processo innovativo di micro e nanofabbricazione per Atom Probe Tomography (APT) in collaborazione con IMEC Leuwen.

Attività svolta. Sono stati realizzati nanostrutture e materiali di riferimento utili per lo sviluppo di tecniche e procedure di misurazione affidabili e riferibili (ad esempio analisi chimiche 3D, analisi a raggi X, metrologia dimensionale alla nanoscala, nanofotonica e biosensing) per la determinazione della composizione, della struttura e delle proprietà di una varietà di materiali su scala micro e nanometrica (ad es. substrati SERS, singoli nanofili, nano-punte per AFM o SNOM).Questo innovativo approccio viene definito Hybrid Metrology, e consiste nel correlare le misure effettuate con tecniche di analisi complementare a un medesimo misurando che caratterizza il sistema oggetto di studio. Nell'ambito dello sviluppo di uno standard per APT, è stato sviluppato un approccio sistematico alla micro e nanofabbricazione di post e nanopillars mediante litografie ottiche ed elettroniche e Deep Reactive Ion Etching che evita la contaminazione FIB del campione con ioni Gallio.

Risultati ottenuti. Le analisi superficiali delle nanostrutture e dei materiali di riferimento sono state effettuate presso il Sincrotrone di Bessy del PTB di Berlino (XRF, TXRF e GISAXS), e sono state completate con analisi microscopica SEM e AFM. I risultati di tale attività sono stati recentemente pubblicati sulla rivista ACS Applied Materials & Interfaces, I.F. 9.5. I risultati dell'attività sull'APT verranno pubblicati in accordo con IMEC nell'ambito Technical Working Group "Surface Analysis" nel TWA2 del VAMAS.

Materiali funzionali e metamateriali

Obiettivi. Progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di dispositivi fotonici ibridi basati su metamateriali (iperbolici e dielettrici), materiali bidimensionali (es. transition metal dichalcogenides, Xenes e hexagonal boron nitride), e materiali auto-assemblanti. La realizzazione di tali dispositivi apre la strada a soluzioni tecnologiche innovative a supporto dello sviluppo di circuiti nanofotonici con sorgenti di singoli fotoni ideali, capaci di superare i tipici vincoli imposti dal limite di diffrazione.

Attività svolta. E' stata caratterizzata la risposta ottica di sorgenti di singolo fotone (nano-diamanti e materiali 2D) accoppiate con metamateriali prodotti tramite copolimeri a blocchi lamellari e cilindrici. Di tali materiali è stata simulata la dipendenza della densità locale di stati fotonici in risposta a diversi tipi di ordine in strutture fotoniche. E' stato ottimizzato il flusso tecnologico relativo all'accoppiamento di strutture fotoattive e plasmoniche per nanobiotecnologie e tecnologie quantistiche. A tal fine sono stati studiati metodi di infiltrazione selettiva di ossidi metallici mediante Atomic Layer Deposition e di metalli (elettrodeposizione e metal loading) all'interno delle strutture nanometriche auto-assemblate.

Risultati ottenuti. Pubblicazione di 2 articoli su riviste (ACS Appl. Mat. & Int. - I.F. 9.5 e ACS Appl. Polym. Mat. - I.F. 5) e ottenimento di un progetto PRIN (PRIN 2022 - EMPEROR).

Materiali per la sensoristica

Obiettivi. Progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di dispositivi per la sensoristica basati su materiali nanostrutturati con proprietà plasmoniche tunabili.

Attività svolta. Sono state effettuate delle simulazioni sul campo elettromagnetico in prossimità delle microstrutture plasmoniche al variare delle condizioni dielettriche e delle dimensioni e geometrie delle nanostrutture. E' in corso la fabbricazione dei substrati tramite litografia ottica laser-writing e litografia elettronica e deposizione di metalli plasmonici (Au, Ag) con caratteristiche morfologiche dettate dai risultati delle simulazioni. Tali strutture plasmoniche (ad esempio dispositivi microfluidici, azo-polimeri, substrati SERS e SEIRA) stanno venendo sviluppate per applicazioni di sensoristica in ambito ambientale, e per nanobiotecnologie e tecnologie quantistiche. Le proprietà di enhancement plasmonico fino alla singola molecola verranno valutate in relazione all'orientazione delle molecole legate al metallo, misurata tramite fluorescenza a raggi X a emissione radente in un esperimento programmato presso il sincrotrone BESSY II.

Risultati ottenuti. Pubblicazioni su riviste ad alto impatto e progetti industriali e di ricerca.

Materiali ad alta riflettanza

Obiettivi. Studio, progettazione e fabbricazione di materiali micro/nano-strutturati con efficienze di scattering e assorbimento ingegnerizzate per la gestione della radiazione ottica e termica. Caratterizzazione della loro efficienza di raffreddamento per applicazioni di Passive Radiative Cooling nell'ambito della Partnership 21GRD03 PaRaMetriC. Caratterizzazione delle proprietà ottiche e di scattering di mezzi disordinati tramite tecniche di spettroscopia risolta in tempo.

Attività svolta. Attività di modellizzazione ottica di materiali altamente scatteranti in collaborazione con l'Harbin Institute of Technology. Una delle nuove membrane prodotte ha la proprietà di essere altamente elastica ed estensibile, il ché consente di regolarne finemente la capacità raffrescante/riscaldante tramite deformazione meccanica. Proseguimento delle attività di modeling di emettitori termici microstrutturati in vetro. Stesura di lavori di rassegna nel campo del raffreddamento passivo radiativo.

Risultati ottenuti. Pubblicazione di articoli e lavori di review su riviste internazionali. Altri lavori relativi a nuovi materiali raffrescanti ed a nuove tecniche di modellizzazione dello scattering sono stati sottomessi nel corso del 2023 e sono in attesa di valutazione.

Microstrutture polimeriche tunabili per elettronica flessibile e fotonica

Obiettivi. Design, fabbricazione e caratterizzazione di microstrutture in polimeri responsivi riconfigurabili per elettronica flessibile e fotonica. L'impiego di materiali intelligenti capaci di cambiare la propria geometria e le proprietà ottiche in risposta a uno stimolo esterno (variazione di illuminazione e temperatura, campi elettrici a bassa intensità) mira all'introduzione e alla realizzazione di dispositivi con proprietà ottiche ed elettriche autoregolanti con basso consumo di energia. Questa attività risponde alla necessità di ridurre i consumi di energia introducendo dispositivi ottici intelligenti la cui funzionalità non è regolata da computer ma dalle proprietà dei materiali e dalla loro nanostrutturazione. (Obiettivi in linea con il Focal Point Supporting sustainable energy conversion and clean storage)

Attività svolta. Tramite l'impiego della tecnica litografica laser writing, sono state realizzate strutture fotoniche 3D in polimeri responsivi per applicazioni in fotonica, sensoristica e anticontraffazione. In particolare è stato dimostrato per la prima volta come utilizzando la tecnica di litografia laser a due fotoni, è possibile realizzare dei cristalli fotonici 3D riconfigurabili in maniera reversibile con la temperatura. In parallelo è stata esplorato come ottenere proprietà ottiche controllabili con la temperatura su più larga scala e con maggiore stabilità. A tal fine, abbiamo accoppiato tali materiali capaci di cambiamento di forma con degli strati metallici in una configurazione metallo-isolante-metallo. Abbiamo così delle cavità Fabry Perot con risonanze altamente sensibile in maniera lineare alla temperatura e stabili in centinaia di cicli di riscaldamento/raffreddamento. E' stata studiata inoltre un'ottimizzazione della formulazione del polimero in modo che mostrasse una risposta differenziale agli stimoli esterni in base ai parametri fabbricativi. Sfruttando questa possibilità di ottenere deformazioni dipendenti dai parametri di stampa e non dalla geometria, sono state realizzate delle micro etichette anticontraffazione con un messaggio codificato che rivelano in loro contenuto sotto opportuni stimoli.

Risultati ottenuti. Pubblicazioni di 3 articoli su riviste ad alto impatto (Advanced Materials IF 29.4; Advanced Functional Materials, IF 19.4; Small, IF 13.3).

Funzioni fisiche non clonabili per generazione di chiavi crittografiche altamente sicure

Obiettivi. Questa tematica di ricerca si propone di implementare nuove chiavi crittografiche fisiche per l'autenticazione e la sicurezza informatica. Obiettivi della ricerca sono lo studio, la realizzazione e la caratterizzazione di sistemi fotonici disordinati per funzioni fisiche non clonabili (PUF). La ricerca è focalizzata nella valutazione dell'aumento della sicurezza delle chiavi crittografiche (ovvero della loro entropia e resistenza ad attacchi di tipo machine learning) al variare dei materiali impiegati, del tipo di disordine e delle proprietà di scattering e della dimensionalità del campione. (Obiettivi in linea con il Focal Point Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions).

Attività svolta. Abbiamo studiato e quantificato la non clonabilità e sensibilità di una PUF 2D sperimentalmente e numericamente per individuare i limiti ultimi delle prestazioni e della sicurezza di teli sistemi. Anche per sistemi 2D, più vulnerabili rispetto a quelli 3D, è stato evidenziato come l'errore intrinseco di fabbricazione di una struttura fotonica di pochi nanometri determini risposte del generatore di chiavi non più nel limite di autenticazione rendendole intrinsecamente sicure ad attacchi di clonazione.

Parallelamente è stato studiato come aumentare la sicurezza di una PUF ottica a multi livello che preveda diversi livelli di autenticazione basati sul riconoscimento di un QR code, del suo colore strutturale determinato da una struttura metallo-isolante-metallo e dal disordine intrinseco e unico delle fibre di cellulosa che contraddistinguono l'etichetta. Utilizzando questi tre livelli abbiamo dimostrato la coesistenza di un meccanismo di anticontraffazione standard (Qr-code) con PUF per l'identificazione univoca dei prodotti.

E' stato proposto e finanziato un progetto PRIN sulla realizzazione di micro-etichette riscrivibili in più step con memoria.

Risultati ottenuti. Pubblicazioni di due articoli sulle riviste Advanced Material Technologies and Advanced Photonics Research**.**

Progetto PRIN 2022 "Multi-step optical encoding in anti-counterfeiting photonic tags based on liquid crystals PHOTAG", Codice di progetto: 2022T3B4HS**.**

Sistemi e dispositivi superconduttivi

Obiettivi. Realizzazione di film ultrasottili di Nb e nanostrutture per lo studio delle proprietà superconduttive in regime 2D e quasi-1D per possibili applicazioni per l'elettronica quantistica e la fotonica (nanoSQUID, nanobolometri, nanoTES, rivelatori a singolo fotone con nanofilo in superconduttore - SNSPD, cavità RF, ecc.).

Attività svolta. Sono stati studiati e realizzati sistemi superconduttivi nanostrutturati mediante litografia a fascio elettronico per diverse applicazioni (ad esempio bit quantistico, quantum phase slip, confinamento fondamentale, ecc.). Sono stati perseguiti gli approcci più innovativi nel campo del nanopatterning (litografia a fascio di elettroni e di ioni combinata con self-assembly su vasta area, ovvero "autoassemblaggio diretto") con lo studio e la fabbricazione di strutture e dispositivi superconduttori su scala nanometrica per poter analizzare l'effetto dovuto al confinamento dimensionale sulle proprietà superconduttive dei dispositivi (passando da una configurazione a film sottile ad una configurazione quasi-unidimensionale, ~ 30 nm). Sono stati studiati diversi materiali come il diboruro di magnesio, il nitruro di niobio, il niobio, il niobio titanio e niobio-3 stagno. Tramite la realizzazione di risonatori RF, basati su guide coplanari di niobio titanio, è stato possibile effettuare caratterizzazioni relative alla dinamica dei vortici ed allo studio delle proprietà superconduttive dei dispositivi in un regime di alta frequenza. Studio e realizzazione di bistrati oro-titanio per rivelatori superconduttivi di singolo fotone e particelle nell'ambito della fotonica, darkmatter e neutrini.

Risultati ottenuti. Pubblicazioni di tre articoli su riviste ad alto impatto (Results in Physics IF 5.3, Scientific Reports IF 4.6 e Nanomaterials IF 5.3). Progetto Prin 2022 "DAREDAVIL".

Obiettivi. Caratterizzazione di proprietà superconduttive di dispositivi Quantum Point contact basati su NbOx. (Obiettivo in linea con il Focal Point Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions).

Attività svolta. Sono stati realizzati e caratterizzati dispositivi nanoionici basati su film sottili nanostrutturati di Nb/NbOx per l'investigazione di proprietà superconduttive in strutture a bassa dimensionalità, nell'ambito del progetto MEMQuD (EMPIR 20FUN06 MEMQuD). Basandosi sulle competenze acquisite in merito alla crescita e alla caratterizzazione di NbOx attraverso ossidazione anodica, sono stati realizzati dispositivi memresistivi a due terminali investigando la relazione tra proprietà chimico/strutturali e funzionalità del dispositivo. La tecnica dell'elettromigrazione, legata al fenomeno del resistive switching, è stata utilizzata per realizzare filamenti conduttivi di Nb alla nanoscala. Le proprietà di conduzione elettronica/ionica di tali dispositivi sono state investigate al variare dei materiali utilizzati come elettrodi.

Risultati ottenuti. Pubblicazione di articoli e lavori di review su riviste internazionali.

Obiettivi. Realizzazione di nuovi sistemi di misura per la generazione di segnali elettrici quantizzati sinusoidali o arbitrari basati su dispositivi PJVS e JAWS. Controlli feedback per la stabilizzazione termica di sistemi He-free, per campioni di temperatura e dispositivi superconduttivi.

Attività svolta. Realizzazione sperimentale di apparati con raffreddamento a ciclo chiuso per la generazione di segnali elettrici quantizzati, sviluppo di sistemi di raffreddamento a ciclo chiuso con temperatura ultrastabile basati su tecniche di controllo ad-hoc. Progettazione e testing di interfacce dedicate per sistemi di campionamento con accuratezza quantum-grade ed elevato sampling rate.

Risultati ottenuti. Pubblicazioni su riviste ad alto impatto e progetti internazionali.

Dispositivi per la conversione da microonda a frequenze ottiche

Obiettivi. Studio e realizzazione di dispositivi integrati per la conversione tra microonde e fotoni ottici utilizzando insiemi atomici ultrafreddi**.**

Attività svolta. Nell'ambito del progetto QuantERA MOCA (Integrated Microwave-to-Optical Conversion by Atoms on a superconducting chip), è stato svolto un lavoro sistematico sulla deposizione di film sottili di Si3N4 mediante tecnica ICP-CVD e sulla loro caratterizzazione ottica e composizionale mediante XPS, profilometria ottica ed ellissometria. In particolare, sono stati preparati 8 campioni con uno spessore di nitruro compreso tra 200 e 300 nm.

Risultati ottenuti. L'INRiM ha fabbricato due prototipi di una guida d'onda in SiN insieme a due reticoli di diffrazione per l'accoppiamento in entrata e in uscita della luce, integrati con una cavità ottica: questo dispositivo è stato geometrizzato mediante litografia ottica ed EBL, seguite da un attacco RIE. La caratterizzazione XPS ha evidenziando una composizione pari al 66 % di silicio e 33 % di azoto, mentre l'ellissometria ha fornito l'indice di rifrazione complesso del materiale, a 760 nm, pari a circa 2.3 - j10-3. L'elevata concentrazione di silicio permette infatti di ottenere un materiale con indice molto vicino a quello richiesto dai partner (circa 2.4) mantenendo un livello di perdite intrinseche accettabile.

Sulla base dei risultati di cui sopra, abbiamo progettato il risonatore ottico composto da due riflettori di Bragg distribuiti che circondano la cavità la cui lunghezza è uguale alla lunghezza d'onda effettiva nella guida d'onda. Inoltre, è stato realizzato un prototipo del risonatore a microonde, e inviato all'Università di Tubinga per la caratterizzazione **RF.**

Metasuperfici polimeriche per la nanofotonica

Obiettivi: Sviluppo di dispositivi fotonici basati su materiali polimerici ad alto indice di rifrazione e elevato coefficiente di non linearità.

Attività svolta. Nel 2023 nell'ambito del progetto PRIN PETALS (2020TS9LXS) si sono caratterizzate le proprietà ottiche ed elettriche di materiali polimerici ad elevato indice di rifrazione e elettricamente conduttivi. Con questi si è lavorato alla micro e nanostrutturazione per la realizzazione di dispositivi fotonici, portando avanti in questo ambito una collaborazione con EPFL che ha visto un periodo di visiting di 6 mesi del dottorando Vittorio Bonino. Inoltre si è lavorato alla progettazione di una metasuperfice dielettrica basata su

risonanze di MIE, e questo lavoro di studio e design ha portato alla pubblicazione di un articolo su rivista. Si è inoltre lavorato sulla possibilità di utilizzare tecniche di self-assembly, sviluppate in collaborazione con UniUPO, per realizzare tali dispositivi su larga area.

Risultati ottenuti. Pubblicazione di un articolo su rivista internazionale, i risultati sono stati presentati in conferenze internazionali. Si sono fabbricate mediante litografia da fascio ionico delle strutture fotoniche su multistrati polimerici realizzati da UniGe per l'amplificazione dell'emissione fluorescente di un dye confinato nella struttura polimerica. Fabbricazione di micro e nano strutture in PEDOT mediante litografia da fascio elettronico e mediante tecniche di self-assembly.

Dispositivi memresistivi

Obiettivi. Realizzazione e caratterizzazione di dispositivi elettronici alla nanoscala per studio di proprietà di conduzione elettronica e ionica e per emulazione di funzionalità neuromorfiche. Realizzazione e caratterizzazione di nanoarchitetture basate su nanomateriali per l'implementazione di paradigmi di computazione bioispirati. (Obiettivi in linea con i Focal Point Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions, Improving the quality and impact of fundamental scientific research, Monitoring the environment and support the development of clean technologies).

Attività svolta. Sono stati realizzati e caratterizzati sistemi elettronici alla nanoscala quali nanofili per la realizzazione di dispositivi elettronici innovativi quali memresistori per l'emulazione di funzionalità sinaptiche e neuronali, in continuità con le attività svolte negli anni precedenti. Tali nanostrutture sono state utilizzate come elementi fondamentali per la realizzazione di nanoarchitetture neuroispirate basate su reti di nanofili autoassemblate per l'implementazione di algoritmi di apprendimento e funzionalità neuromorfiche (ad es. Reservoir Computing e altri tipi di computazione non convenzionale). L'attività sperimentale è stata supportata da una attività di modellizzazione delle proprietà di memresistive e di conduzione di tali reti di nanofili per simulare ed ottimizzare l'implementazione dei paradigmi di computazione. Tali ricerche sono state condotte anche attraverso collaborazioni con altri istituti e università (Politecnico di Torino, Juelich Research centre e Università Autonoma di Barcellona). In tale contesto, è stato condotto un periodo di ricerca di un ricercatore INRiM presso l'Università Autonoma di Barcellona (G. Milano). Sempre nell'ambito dei device memresistivi, è stato inoltre continuato lo studio per la realizzazione di un campione di resistenza basato sul fenomeno del "quantum point contact" e su elettromigrazione di nanostrutture metalliche. A tale scopo, fenomeni di conduzione quantizzata sono stati investigati in singoli nanofili (utilizzati come sistemi modello), reti di nanofili e device memresistivi basati su film sottili. In tal caso, l'attenzione è stata rivolta anche ad aumentare la sensibilità di tecniche di caratterizzazione e allo sviluppo di modelli per la caratterizzazione di materiali emergenti. Inoltre, l'INRiM ha coordinato un confronto internazionale nell'ambito del progetto MEMQuD riguardante la caratterizzazione dei fenomeni di conducibilità quantizzata in dispositivi memresistivi basati su film sottili. A tal proposito il consorzio del progetto ha redatto un protocollo di misura e un protocollo di analisi dei dati.

Risultati ottenuti. Pubblicazione di 12 articoli e lavori di review su riviste internazionali, tra cui una ACS Nano (IF 16.56), e un Nat Com. (IF 16.6), presentazione dei dati a conferenze internazionali, deliverable di progetto.

Crescita di cristalli

Obiettivi. Materiali cristallini con nuove funzionalità. (Obiettivo in linea con il Focal Point Improving the quality and impact of fundamental scientific research).

Attività svolta. E' in fase di realizzazione un nuovo sistema di codeposizione di elementi in grado di realizzare leghe ternarie utilizzando tre sorgenti con sei crogioli ciascuna. Questo per permettere la crescita controllata di cristalli di composti di Heusler del tipo xyz o x2yz. Attualmente il sistema prevede una sorgente a cannone elettronico con sei crogioli accoppiata ad una termica che può depositare un solo elemento. Questo limita molto le possibilità di ottenere nuovi composti. Il nuovo sistema viene realizzato in una camera dedicata e, una volta ottimizzato, verrà trasferito in un MBE in modo da accoppiarlo alle tecniche di caratterizzazione in situ e quasi-in situ

Risultati ottenuti. A medio termine si prevede un dimostratore del sistema e in seguito pubblicazioni su riviste ad alto impatto e progetti internazionali**.**

Studi strutturali su interazioni intramolecolari a carico di molecole di DNA (Intramolecular DNA Structural studies, progetto InStruct)

Obiettivi. Questo progetto di ricerca propone lo sviluppo di una piattaforma per lo studio di alterazioni di acidi nucleici (DNA) esposti all'interazione con ligandi quali ad esempio proteine, metalli pesanti, metilazioni e agenti chemioterapici e quindi con ampio potenziale nell'ambito del biosensing precoce e negli studi terapeutici e biostrutturali. Lo studio delle variazioni puntuali indotte a carico del DNA è di fondamentale importanza per la piena comprensione dello sviluppo, diagnosi e prevenzione di condizioni patologiche. A tale scopo, InStruct prevede un approccio che combina laser doppler vibrometer, background-free imaging diretto e spettroscopie a filamenti di DNA sospesi tra pillar di substrati superidrofobici. La preparazione dei campioni biologici è interamente compatibile con le condizioni fisiologiche. L'approccio proposto combina diversi ambiti di ricerca: metodi biochimici vengono integrati a misure strutturali e meccaniche in un framework interdisciplinare. Questo progetto è in linea con i pillar relativi al supporto per una migliore qualità della vita e della salute attraverso lo studio di materiali e metodi per l'analisi degli alimenti, la diagnostica e i metodi di imaging in medicina, il miglioramento dell'impatto della ricerca scientifica di base.

Attività svolta. Diversi sistemi DNA-ligando sono stati preparati mantenendoli in condizioni compatibili con le caratteristiche fisiologiche. Le soluzioni biologiche sono state depositate su substrati superidrofobici micropatternati con pillars (SHS). In seguito ad una estensiva titolazione di parametri quali temperatura e umidità ambientali, concentrazioni delle biomolecole, caratteristiche delle soluzioni saline, è stato possibile ottenere fibre di DNA sospese tra le microstrutture del SHS. In tal modo è stato possibile caratterizzare per mezzo di spettroscopia Raman le proprietà chimiche e conformazionali di sistemi quali i) DNA-proteine di riparo e ii) DNA-metalli dimostrando che il sistema proposto permette di fornire una descrizione dettagliata non solo delle biomolecole coinvolte nel complesso studiato ma anche le loro interazioni in modo da mettere in relazione struttura e funzione degli oggetti valutati. È inoltre stato possibile quantificare nel range di 1 meV l'effetto di modifiche nella rigidità delle biomolecole, sufficiente a determinare condizioni fisiologiche o patologiche.

L'attività del settore **ML02** si è svolta nei seguenti ambiti:

Tomografia a risonanza magnetica (MR) quantitativa

Nell'ambito del progetto EMPIR 18HLT05 QUIERO, che è giunto a conclusione il 30 novembre 2022, si è approfondito lo studio dell'EPT grazie agli strumenti messi a disposizione dalla libreria EPTlib. Questo ha permesso di identificare una strategia per la stima dell'incertezza del risultato di Helmholtz EPT in ciascun pixel. La strategia in questione è stata implementata e distribuita all'interno di EPTlib e, in collaborazione con UMC Utrecht, è stata testata su dati sperimentali ottenuti con phantom eterogenei. Al fine di superare i limiti riconosciuti di Helmholtz EPT nel trattamento di domini eterogenei, una nuova formulazione matematica del problema è stata sviluppata e proposta. Un primo prototipo software per la risoluzione numerica della nuova formulazione è stato implementato in MATLAB e testato con successo su dati sintetici (simulazioni elettromagnetiche) e sperimentali (misure su phantom). Della nuova formulazione è particolarmente promettente la robustezza al rumore in input senza perdite significative nella risoluzione effettiva dell'output. Per quanto riguarda le ricadute dosimetriche dell'EPT, la possibilità di valutare variazioni di temperatura tramite osservazioni di conducibilità elettrica fatte con l'EPT è stata analizzata mediante studi di fattibilità basati su phantom salini a diverse concentrazioni. Si è inoltre approfondita la possibilità di valutare il SAR in un paziente sottoposto a MRI cerebrale a partire da mappe prodotte dallo stesso tomografo MR e da risultati di EPT. La collaborazione con l'Università di Lubiana nel contesto di QUIERO ha permesso di sviluppare una strategia di ibridizzazione in post-processing dei risultati di due tecniche di EPT. Infine, la collaborazione con l'IRCCS Stella Maris di Pisa ha portato allo sviluppo di una tecnica alternativa di EPT che stima le proprietà elettriche a partire da una valutazione della frazione d'acqua dei tessuti cerebrali fatta per mezzo di mappature dei tempi di rilassamento magnetici. L'applicazione di tale tecnica sui dati di volontari sani e di pazienti di diverse età ha

permesso, in collaborazione con l'istituto metrologico francese (LNE), di determinare l'andamento della conducibilità elettrica dei tessuti cerebrali con l'età del soggetto e di identificare una soglia sulla conducibilità della materia bianca, normalizzata rispetto all'età, oltre la quale è plausibile la presenza di una patologia.

Inoltre, nell'ambito di un *Reseacher Mobility Grant* (18HLT05-RMG1) associato a QUIERO, svolto presso il PTB di Berlino, si sono applicate strategie di trasmissione parallela finalizzate a migliorare i risultati delle tecniche di EPT con particolare riferimento ad Helmholtz EPT.

Infine, sempre nel contesto del *Reseacher Mobility Grant,* sono state caratterizzate le proprietà elettriche di due *Tissue mimicking materials* in funzione della temperatura. Tali materiali, con proprietà elettriche similari a quelle della materia bianca e grigia, sono stati utilizzati per la produzione di phantom antropomorfi utilizzati per testare le tecniche di EPT implementate nell'ambito del progetto QUIERO.

In questo ambito si trova un highlight del settore. Nel lavoro si propone un indice di sicurezza anisotropo per la valutazione dell'esposizione di dispositivi medici impiantabili ai campi di gradiente prodotti da un tomografo a risonanza magnetica. L'approccio descritto può essere integrato in un set-up di testing e, specialmente nel caso di impianti ortopedici massicci, come protesi dell'anca o del ginocchio, porta a valutazioni meno conservative rispetto a quelle che si ottengono seguendo le attuali linee guida.

A. Arduino, O. Bottauscio, M. Chiampi, U. Zanovello and L. Zilberti, "A contribution to MRI safety testing related to gradient-induced heating of medical devices," in Magnetic Resonance in Medicine (IF 4.108), vol. 88(2), pp. 930-944, 2022, doi: 10.1002/mrm.29235.

Dosimetria elettromagnetica nel campo delle frequenze intermedie

E' stata sviluppata una metodologia di calcolo ad elevata efficienza per lo studio della deposizione di potenza in strutture metalliche filamentari, sottoposte a campi elettromagnetici a bassa e media frequenza, e del conseguente riscaldamento dei tessuti biologici in cui queste strutture sono inglobate. L'implementazione di tale metodologia in un codice di calcolo ha permesso di studiare, in collaborazione con l'Università di Cadiz e IMDEA Nanoscience, il riscaldamento di stent metallici impiantati nel dotto biliare di pazienti sottoposti a ipertermia magnetica e il riscaldamento di strutture grigliate ortopediche sottoposte a campi elettromagnetici prodotti da tecnologie mediche diverse (ipertermia, MRI, TMS).

Si è quindi continuata l'attività di progettazione di un'antenna a trasmissione parallela di tipo *Body-Coil* per applicazione MRI a 3 T iniziata nel contesto del *Researcher Mobility Grant* 17IND01-RMG1. Inoltre è continuata la scrittura e l'ottimizzazione di una libreria pubblica per co-simulazioni elettromagnetiche/circuitali; CoSimPy.

Si è conclusa un'attività in collaborazione con l'Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna finalizzata alla valutazione del rischio per pazienti portatori di impianti ortopedici metallici in Risonanza Magnetica.

Nell'ambito del progetto EMPIR 21NRM05 STASIS, iniziato ad ottobre 2022, si sono iniziate le prime attività di coordinamento del *Work Package* 3, relativo all'analisi di riscaldamento di impianti in Risonanza Magnetica dovuti a campi magnetici variabili di gradiente. In tale frangente, sono stati implementati gli algoritmi di calcolo necessari per lo svolgimento di alcune attività del progetto ed è stata ideata una procedura per semplificare il rispetto di alcuni requisiti richiesti dagli standard in vigore per effettuare prove di riscaldamento di impianti conduttivi in presenza di campi magnetici variabili di gradiente.

Un'importante attività di simulazione ha riguardato lo studio del dettaglio richiesto per la chirurgia artroplastica, effettuata su modelli umani virtuali, al fine di ottenere risultati affidabili. L'analisi è stata svolta includendo due modelli umani e tre differenti impianti ortopedici: anca, spalla e ginocchio. Gli effetti della chirurgia virtuale sono quindi stati valutati in termini di riscaldamento dovuto sia ai campi magnetici variabili di gradiente sia ai campi elettromagnetici a radiofrequenza.

Infine è iniziata un'attività in collaborazione con l'ASL CN1 di Cuneo sulla valutazione di riscaldamenti indotti in pazienti soggetti a Risonanza Magnetica in funzione delle sequenze di *imaging* utilizzate e dell'ordine con cui sono eseguite all'interno di un protocollo d'esame.

Efficienza dei sistemi di trasporto elettrico

INRiM si è proposto come coordinatore della proposta di progetto PRIN 2022: “Power and Efficiency of Powertrains for E-mobility (PEPE)”, che è al momento in fase di valutazione. Per quanto concerne gli aspetti di accumulo di energia nei veicoli elettrici, il settore insieme al settore QN2, ha partecipato alla proposta di progetto europeo “Efficient materials and processes for high-energy supercapacitors for smart textiles and electromobility applications - EMPHASIS”, in ambito Horizon Europe. Il progetto è stato selezionato e finanziato con inizio previsto a gennaio 2023. A seguito della valutazione positiva del progetto EMPHASIS, una parte dell’attività è stata dedicata all’allestimento di un primo setup di misura per la caratterizzazione di supercondensatori. Lo sviluppo del relativo software è previsto per il prossimo anno. In merito ai sistemi di trazione ferroviaria e metropolitana è stata rivista e sottomessa, nella call EPM Normative 2022, la proposta di progetto e-TRENY (ex RailEFFY) volta a sviluppare mezzi e metodi per la determina dell’efficienza dei sistemi di conversione statica dell’energia elettrica nelle sottostazioni e per del risparmio energetico ottenuto dai nuovi sistemi di alimentazione

E’ stato sviluppato un software in linguaggio python in grado di emulare dal punto di vista elettrico un sistema di trasporto (metropolitano/ferroviario). Con tale strumento è stata effettuata un’analisi delle metodologie adottabili per la massimizzazione del recupero di energia di frenatura a partire da misure registrate nell’ambito del progetto 16ENG04 MyRailS. INRiM ha partecipato alla stesura del progetto PRIN 2022 “DC smart grids for next generation transportation systems”

Misure per i sistemi di trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica e per l’energy harvesting

L’attività di ricerca relativa ai sistemi di misura di tensione e corrente per sistemi di trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica è stata svolta principalmente nell’ambito del progetto di ricerca EMPIR 19NRM05 IT4PQ. Si è finalizzata la realizzazione e caratterizzazione di un nuovo e versatile setup di generazione e misura per la valutazione dell’accuratezza di trasduttori di tensione utilizzati nelle catene di misura di fenomeni di Power Quality (PQ). E’ stato identificato un set significativo di forme d’onda da utilizzare per la verifica di sensori impiegati nella valutazione della PQ e sono stati definiti degli indici di performance in funzione di diversi parametri di PQ per la quantificazione dell’accuratezza dei sensori impiegati nella loro misura. Sono stati effettuati test sperimentali su trasduttori di diversa natura (sia induttivi che “low power”) in presenza di singoli eventi di PQ (armoniche, interarmoniche, rampe di frequenza, transitori, modulazioni di ampiezza e fase) che combinazioni di essi. In questo contesto, è stata condotta un’estesa attività di ricerca per mezzo di simulazioni numeriche e test sperimentali per quantificare l’errore introdotto da trasformatori voltmetrici (TV) e low power nella misura del gruppo e sottogruppo armonico ed interarmonico.

Sempre nell'ambito del progetto IT4PQ, si è studiato e quantificato l’impatto della temperatura sulle performance in frequenza di TV. Tale studio è stato condotto sia sviluppando un modello numerico che effettuando test sperimentali in cella climatica. Nel contesto dello studio dei fattori di influenza sono stati avviati studi preliminari su possibili setup per la valutazione dell’impatto delle fasi adiacenti sulle performance dei trasduttori.

Si è inoltre svolta e conclusa un’attività con il Politecnico di Milano e l’Università degli Studi della Campania “*Luigi Vanvitelli*” volta a confrontare e validare sperimentalmente due diverse tecniche di compensazione degli errori di non linearità introdotti dai trasduttori induttivi nella misura delle prime armoniche.

Partendo dall’esperienza maturata nell’ambito del progetto EMPIR 19NRM05 IT4PQ, si è lavorato alla proposta del nuovo progetto EMPIR “Characterization of AC and DC MV Instrument Transformers in extended frequency range up to 150 kHz (ADMIT)” rivolto all’analisi delle prestazioni di trasduttori di tensione e corrente nella misura di disturbi in un range di frequenza esteso sino a 150 kHz.

Nell’ambito del progetto DC grids è stato sviluppato un metodo per la misura accurata del ripple di tensione sovrapposto ad una componente DC. E’ stata condotta una prima valutazione delle performances di questo metodo. Sono in fase di sviluppo ed implementazione algoritmi per il detecting real-time di eventi di power quality DC. INRiM è coinvolta nella fase di verifica e caratterizzazione degli algoritmi per il monitoraggio della power quality in sistemi DC, sviluppati dall'Università della Campania Luigi Vanvitelli.

L'attività del settore **ML03** si è svolta nei seguenti ambiti:

Acustica in Aria

Nell'ambito del confronto internazionale pilota con gli istituti metrologici canadese (NRC) e sud coreano (KRISS) sulla taratura di microfoni MEMS in campo libero nel campo di frequenza da 630 Hz a 16 kHz, si sono sviluppati e caratterizzati nuovi sistemi e tecniche di misura per la taratura con il metodo del confronto in accoppiatore e in campo libero, necessari per la validazione del metodo ottico primario sviluppato da KRISS e NRC. Partendo dai sistemi di misura convenzionali utilizzati per la taratura dei microfoni campione, sono stati realizzati e caratterizzati dispositivi di amplificazione e condizionamento dei segnali elettrici forniti dai microfoni MEMS, ed adattatori meccanici per l'accoppiamento con i microfoni campione di riferimento da ½". Inoltre, è stato sviluppato un metodo per la stima delle correzioni da applicare nella taratura per confronto in pressione di microfoni MEMS, per compensare gli effetti dovuti ai campi acustici non uniformi negli accoppiatori, particolarmente significativi per frequenze superiori a 4 kHz. Tale metodo, basato sulla simulazione numerica dei campi acustici tra microfoni di diverse dimensioni, è stato validato mediante confronto con modelli analitici e dati sperimentali riportati nella letteratura scientifica e nella normativa di riferimento IEC. Per consentire, invece, la caratterizzazione in campo libero di microfoni MEMS, è stata realizzata e caratterizzata una mini camera anecoica, nella quale è stato implementato il metodo di taratura per confronto o sostituzione. Sulla base del programma concordato con KRISS e NRC, è stato effettuato il primo ciclo di misure presso INRiM su due microfoni MEMS, successivamente inviati per la taratura presso KRISS.

Per quanto riguarda lo studio di array di microfoni MEMS per la localizzazione di sorgenti sonore e la mappatura di campi acustici, è stata presentata una proposta di progetto nell'ambito dell'iniziativa "*Next-Generation Metrology (NEXT-GEN), sviluppo di nuova metrologia e nuovi sensori per la transizione energetica e l'economia circolare, basati sulle tecnologie micro-nano e quantistiche*". La proposta è mirata alla realizzazione presso l'infrastruttura PiQuET dell'istituto, di un array di microfoni MEMS piezoelettrici per la valutazione della compatibilità acustica di dispositivi energetici.

Ultrasuoni

Sono stati realizzati e caratterizzati dei sistemi d'insonazione basati su:

- caratterizzazione di sistema d'insonazione per le attività di sperimentazione *in vitro*, da realizzarsi presso dipartimento di Scienza & Tecnologia del Farmaco dell'Università di Torino;
- supporto tecnico durante i test *in vivo* effettuati presso l'Ospedale San Raffaele e funzionali al raggiungimento degli obiettivi del progetto EURAMET EMPIR 18HLT06 RaCHy;
- progettazione e caratterizzazione di sistemi d'insonazione basati su trasduttore onda piana (f = 0.5 MHz) per l'attività di collaborazione e brevettazione con IRCCS Carlo Besta di Milano;
- sviluppo di SW dedicato (per BBB opening) da utilizzare durante interventi pre-clinici e clinici.

L'attività del settore **ML04** si è svolta nei seguenti ambiti:

Nanomateriali per applicazioni terapeutiche e diagnostiche

Sono stati sviluppati e studiati nanomateriali per 1) applicazioni terapeutiche basate sull'ipertermia e 2) la veicolazione e il rilascio controllato di farmaci (*drug delivery*).

Nell'ambito del progetto EMPIR RaCHy, si è proseguita l'analisi modellistica di nanoparticelle magnetiche, analizzando l'influenza di composizione, forma, dimensioni e stato di aggregazione sulle proprietà di ipertermia. L'analisi è stata effettuata con codici micromagnetici sviluppati in INRiM. Per la valutazione della relativa efficacia terapeutica sono stati applicati codici di calcolo *in silico*, realizzati anch'essi in INRiM e validati grazie alla collaborazione con l'Erasmus Medical Center di Rotterdam. Attraverso tali codici è stato possibile

determinare la potenza depositata e l'incremento di temperatura indotto in modelli computazionali animali ad alta risoluzione. Parallelamente, in collaborazione con ML5, si è proseguita l'attività di preparazione e caratterizzazione magnetica e delle proprietà di ipertermia di nanoparticelle in magnetite e ferrite di cobalto, ottenute mediante tecniche di coprecipitazione in ambiente basico. Presso il laboratorio di biometrologia, è inoltre iniziato lo studio *in vitro* della biocompatibilità/citotossicità di tali nanoparticelle, effettuando i test su diverse linee cellulari. Infine, le nanoparticelle con caratteristiche più ottimali ai fini dell'ipertermia sono state impiegate nel campo della preparazione di idrogel magnetici, dimostrando la possibilità di innescare reazioni di polimerizzazione radicalica mediante l'applicazione di campi magnetici alternati.

Sono proseguiti gli studi di *nanodroplet* a base di perfluorocarburi caricate con farmaci e ossigeno con azione antimicrobica e antibatterica. È stata avviata una collaborazione all'interno del settore e con ML5 finalizzata alla coniugazione di nanodroplet e nanoparticelle magnetiche per l'attivazione dei meccanismi di rilascio di ossigeno mediante tecniche di ipertermia. Attraverso la collaborazione con il DISAT (POLITO), è proseguita l'attività rivolta allo studio dell'emissione luminosa e dell'aumento di radicali indotto da ultrasuoni in presenza di micro e nanocristalli di ossido di zinco.

In questo ambito è stato effettuato un highlight con finalità l'implementazione di modelli *in silico* che supportino i test preclinici di ipertermia magnetica. L'attenzione è focalizzata sul possibile riscaldamento di tessuti sani causato dall'esposizione a campi magnetici alternati, durante i test *in vivo* su modelli murini (topi e ratti). La risposta termica viene simulata in modelli anatomici digitali ad alta risoluzione, al variare del campo di eccitazione, della geometria della sorgente di campo e della taglia dell'animale trattato. I risultati riportati nell'articolo sono stati presentati alla conferenza italiana MAGNET 2022, ricevendo un premio finanziato dall'Associazione Italiana di Magnetismo (AIMagn).

M. Vicentini, M. Vassallo, R. Ferrero, I. Androulakis, A. Manzin. In silico evaluation of adverse eddy current effects in preclinical tests of magnetic hyperthermia, Computer Methods and Programs in Biomedicine 2022, 223(1), 106975 (IF 7.64).

Diagnostica per immagini: materiali simulatori tissutali e modelli digitali

Sono stati sviluppati e studiati materiali simulatori tissutali (*phantom*) esimulatori numerici a supporto di metodi diagnostici di tipo quantitativo basati su *imaging* a risonanza magnetica (MRI).

Nell'ambito del progetto EMPIR QUIERO, sono stati sviluppati *phantom* bifasici antropomorfi al fine di validare tecniche avanzate di diagnostica per immagini, quali il *Magnetic Resonance Fingerprinting* e *l'Electrical Properties Tomography* (EPT). Sono stati eseguiti dei test di stabilità dei *phantom* dal punto di vista delle proprietà elettriche e dei tempi di rilassamento (T1 e T2), che hanno mostrato variazioni minime (5-10%) dopo due anni dalla preparazione. *Phantom* liquidi e in gel, realizzati e caratterizzati in INRiM, sono stati utilizzati per testare tecniche di dosimetria e *imaging* EPT in collaborazione con il CREATIS Laboratory di Lione e il Dipartimento di Radiologia dell'Università di Saint-Etienne. Nell'ambito del progetto EMPIR iMet-MRI è stato implementato un simulatore MRI basato sulle equazioni di Bloch. Il simulatore è stato utilizzato per generare immagini digitali di materiali di riferimento e *phantom* caratterizzati all'interno del consorzio, allo scopo di supportare la calibrazione di tomografi MRI e migliorare l'affidabilità in ambito MRI nella quantificazione di biomarcatori, come il livello di lipidi e ferro nei tessuti. In collaborazione con l'NPL, il simulatore sviluppato in INRiM è stato impiegato per valutare l'effetto della sequenza di campo, dei tempi di rilassamento T1 e T2 e dei fenomeni di rumore sulla ricostruzione delle immagini.

In questo ambito si riporta un highlight della Divisione che nasce nell'ambito del progetto EMPIR QUIERO. Attraverso lo sviluppo di protocolli innovativi per la fabbricazione di materiali simulatori tissutali a base di idrogel, sono stati realizzati dei phantom con strutture antropomorfe tramite tecniche di stampa 3D. La fabbricazione di tali oggetti rappresenta una delle future necessità per la validazione delle tecniche di imaging quantitativo basate sulla risonanza magnetica. In questo articolo vengono descritte le composizioni e i metodi di stampa al fine di realizzare un phantom bifasico avente dimensioni e forma equivalenti ad una parte dell'organo cerebrale (materia bianca / materia grigia). La caratterizzazione dei phantom è stata realizzata dai diversi istituti coinvolti, mentre la tecnica di stampa è stata sviluppata presso l'Università di Dresda.

D. Kilian, W. Kilian, A. Troia, T.-D. Nguyen, B. Ittermann, L. Zilberti, M. Gelinsky, 3D Extrusion Printing of Biphasic Anthropomorphic Brain Phantoms Mimicking MR Relaxation Times Based on Alginate-Agarose-Carrageenan Blends, ACS Appl. Mater. Interfaces 2022, 14, 43 (IF 10.3).

Biomateriali per la medicina rigenerativa

Sono stati realizzati e caratterizzati di *scaffold* e biomateriali per la medicina rigenerativa. Nell'ambito del progetto ERC-BIORECAR, coordinato dal DIMEAS (POLITO), sono stati caratterizzati, tramite *digital PCR*, i processi di riprogrammazione di fibroblasti in cardiomiociti, mediati da microRNA e coadiuvati da biomatrici e *scaffold* 3D di idrogel di fibrina. Nel corso del progetto CRT Visco3DCell, sono stati sviluppati gel di fibrina in grado di ospitare cellule umane e permetterne la crescita in ambiente 3D. Inoltre, è stato ottimizzato il protocollo di analisi della vitalità cellulare mediante metodo metabolico della resazurina. Nell'ambito della fabbricazione di *scaffold*, sono stati ottimizzati metodi di preparazione basati su *self-assembly* di superfici nanostrutturate di polimeri liquido-cristallini, per favorire l'allineamento cellulare mediante *"cell contact guidance"*. In particolare, è stata modificata la rigidità del materiale polimerico al fine di migliorare l'allineamento e il differenziamento di mioblasti a miotubi. Sono inoltre stati preparati *scaffold* meccano-mimetici basati su idrogel per lo sviluppo di modelli di fibrosi; su tali materiali è stato valutato, in collaborazione con UNIFI, il differenziamento di fibroblasti a miofibroblasti, mediante tecniche di microscopia ed elettrofisiologiche.

Caratterizzazione biofisica su scala tissutale e cellulare

Sono state ottimizzate di tecniche di microscopia, basate su 1) microscopia ottica non-lineare CARS-SHG-TPEF: in collaborazione con l'IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, sono proseguiti gli esperimenti in *time-lapse* per lo studio della dinamica di *uptake* cellulare di vescicole extracellulari con funzione antinfiammatoria e rigenerativa del tessuto cartilagineo; lo studio è stato eseguito su tessuti umani e bioingegnerizzati. In collaborazione con il Dipartimento di Oncologia di UNITO sono iniziati degli esperimenti in *time-lapse* per studiare le dinamiche di organizzazione interna di organoidi derivati da tessuto tumorale polmonare, e le dinamiche metaboliche e di crescita di cellule A549 in condizione normale e di deprivazione di glutammina. In collaborazione con il Dipartimento di Chimica di UNITO, sono proseguiti gli esperimenti di caratterizzazione di nanoparticelle e polveri metallo-organiche e alogenuriche.e 2) microscopia a forza atomica (AFM). In questo ambito sono state implementate tecniche per la caratterizzazione del modulo elastico e la rugosità di materiali polimerici microstrutturati per applicazioni nella medicina rigenerativa (e.g., superfici nanostrutturate di polimeri liquido-cristallini e poliuretani, *scaffold* microstrutturati in PCL). In collaborazione con il Dipartimento di Biotecnologie Molecolari e Scienze per la Salute di UNITO, sono iniziati degli esperimenti per valutare la rigidità elastica di tessuti di pancreas sani e tumorali con specifiche caratteristiche geniche, in correlazione con la distribuzione della matrice extra-cellulare.

Misura di biomarcatori e Biosensori

Sono stati sviluppati metodi per la quantificazione di 1) biomarcatori molecolari/cellulari tramite la tecnica RT/digital PCR e 2) di indicatori di stati patologici mediante l'analisi per attivazione neutronica strumentale (INAA). 3) Design di sensori magnetici miniaturizzati per applicazioni biomedicali

Per i biomarcatori si è ottimizzato il metodo di analisi, sviluppato presso l'INRiM, per la misura di copie del virus SARS-CoV-2 e si è sviluppato un kit diagnostico PCR per test di positività al virus indipendentemente dal suo stato mutazionale. Per la caratterizzazione di stati patologici tramite INAA sono stati analizzati i risultati sperimentali ottenuti nella misura di Co nei capelli e nel sangue dei pazienti dell'Istituto Ortopedico Rizzoli portatori di protesi metallica di tipo Metal-on-Metal (MoM) in funzione delle relative condizioni di salute. Per quanto riguarda i sensori magnetici si è studiato, attraverso un approccio modellistico micromagnetico, un sensore di nuova concezione basato sul fenomeno della risonanza ferromagnetica (FMR) in cristalli magnonici e si è valutata la sua applicazione nel rilevamento di nanoparticelle magnetiche, con funzione di sonde di biomarcatori molecolari.

Green Deal: Analisi di contaminanti e sostanze tossiche

Sono stati misurati elementi tecnologicamente critici (TCE) nei rifiuti solidi urbani. Sono stati sviluppati sensori per rilevazione di vapori e altre sostanze dannose per l'ambiente. E' stata effettuata la quantificazione di microplastiche in campioni ambientali e alimentari. 4) Studio della diffusione di contaminanti in organismi viventi e negli alimenti.

In particolare, nell'ambito del progetto EMPIR MetroCycleEU sono stati sviluppati ed applicati metodi analitici primari basati sull'analisi per attivazione neuronica strumentale (INAA) per la quantificazione di TCE, con riferibilità SI, in campioni polverizzati di schede elettroniche (PCB) e LED. In collaborazione con ML1, sono stati sviluppati sensori basati sulla variazione di forma/superficie di polimeri intelligenti, a seguito dell'adsorbimento di un componente organico. Nell'ambito del progetto EMP PlasticTrace, sono stati sviluppati algoritmi per l'analisi di immagini di microscopia ottica in *wide-field* e a contrasto di fase per la quantificazione di microplastiche in liquido. Nell'ambito del progetto H2020 LIFESAVER, si sono iniziati studi *in vitro* ed *in silico* dei processi di internalizzazione a livello cellulare di micro/nanoparticelle, come casi di test per studiare l'impatto di contaminanti in organismi viventi.

L'attività del settore **ML05** si è svolta nei seguenti ambiti:

Magnetismo nei materiali allo stato solido

E' stato effettuato lo studio e misura dei fenomeni magnetici nei materiali attraverso l'analisi dei processi di dissipazione di energia su scala strutturale da nano a bulk e simulazione del comportamento come induttori o in dispositivi ICT fino alla frequenza dei GHz. Si è perseguito il miglioramento delle capacità di misura delle grandezze magnetiche in un ampio spettro di condizioni operative: confronti di misura su materiali innovativi.

I principali risultati ottenuti consistono nella 1) ottimizzazione delle proprietà magnetiche dei materiali attraverso variazioni della composizione chimica e/o della microstruttura in funzione delle loro applicazioni; estensione a materiali ferromagnetici ottenuti mediante processo di stampa laser 3D; 2) elaborazione di dispositivi funzionali con riduzione dei fenomeni di dissipazione nei processi di produzione/trasformazione di energia elettromagnetica; 3) estensione degli standard e delle capacità di misura a materiali innovativi, frequenze di lavoro crescenti (ICT) e nuove aree di applicazione correlate a energia, salute, ambiente e beni culturali; 4) conferma dei modelli sulla dinamica di magnetizzazione nell'ambito del modello della teoria delle perdite estesa con l'uso della curva normale di magnetizzazione come relazione costitutiva grazie ai risultati sperimentali ottenuti dalla microscopia magneto-ottica stroboscopica; 5) realizzazione di un modello di machine learning per la predizione delle perdite per isteresi in nanoparticelle magnetiche per applicazioni biomediche; 6) comprensione dell'effetto delle varie funzionalizzazioni superficiali delle nanoparticelle sulle proprietà magnetiche dei campioni. In particolar modo è stato verificato che la presenza di differenti agenti funzionalizzanti influisce in modo differente sullo stato di aggregazione ed interazione magnetica tra le nanoparticelle portando perciò a differenti proprietà magnetiche e termiche. I dati sulle proprietà magnetiche delle nanoparticelle sono stati confrontati con la letteratura per un verificare un loro potenziale impiego nella tecnica terapuetica di ipertermia magnetica. 7) Correlazione tra potenziale elettrico applicato al substrato piezoelettrico e variazione dei processi magnetizzazione in film sottili di FeGa.

Molte di queste attività hanno portato a pubblicazioni su riviste internazionali ed altre sono in preparazione.

Materiali innovativi per la spintronica e il nanomagnetismo

Sono stati preparati e caratterizzati materiali innovativi ad alto impatto potenziale in campo 1) biomedico, 2) spintronico e sensoristico, 3) industriale. In particolare: *1)* Preparazione di nanostrutture e film sottili ottenuti da deposizione fisica da vapore e nanolitografia (convenzionale e self-assembly) o de-alligazione per applicazioni in catalisi, biomedicina, per studio di spin waves, e per la magneto-meccanica. 2) sintesi e caratterizzazione microstrutturale di nanoparticelle magnetiche a base di ossidi di ferro per studi di ipertermia magnetica (collaborazione con ML4); 3) preparazione di campioni di MnBi in forma massiva, con proprietà magnetiche dure tramite metallurgia delle polveri per lo studio dell'effetto Nernst anomalo; 4) Crescita e caratterizzazione film sottili con magnetoresistenza anisotropica per sensoristica biomedica (Nano4Brain); 5) preparazione di film multifunzionali compositi costituiti da materiali magnetostrittivi accoppiati meccanicamente con substrati flessibili o piezoelettrici, per lo studio dell'attuazione magnetica mediante campi elettrici (BeMAGIC); 6) realizzazione di composti magnetici di Heusler sotto forma di film sottili prodotti per sputtering o epitassia a fascio molecolare (collaborazione con ML1); 7) caratterizzazione chimica e morfologica di campioni di ossidiana proveniente da diverse fonti del Mediterraneo, usata come caso di studio per l'applicazione di algoritmi di classificazione di immagini e dati composizionali basati sul *Machine learning*. 8) Sviluppo e consolidamento di un modello numerico/teorico per ampliare la conoscenza scientifica sull'impiego delle proprietà magnetiche di nanoparticelle in applicazioni biomedicali diagnostiche (Magnetic Particle Imaging, Magnetic Particle Spectoscopy e Magnetic Termometry).

Spintronica

Sono stati effettuati: a) misura affidabile dello spin Hall angle in metalli pesanti (capacità di misura sviluppata), efficienza dello spin orbit torque in diversi sistemi ferromagneti metallici/metalli pesanti e aspetti teorici dello spin Hall torque; b) analisi teorica degli effetti di magnetoresistenza con modelli micromagnetici e termodinamici; confronto con misure di magnetoresistenza (presentato alla conf. JOINT 2022 e pubblicato). Sono stati sviluppati setup e tecniche di misura incluso modelli per valutare la costante di DMI in modo affidabile (capacità di misura), comprensione della dispersione dei dati di misura della costante di DMI, comprensione degli effetti del campo di gauge sull'interazione DMI; good practice guide per la misura della DMI con BLS spedito a Euramet. E' stato effetuato lo studio teorico e sperimentale delle onde di spin o magnetizzazione in sistemi non-planari, comprensione dell'influsso di parametri (come per esempio la DMI) sulla non-reciprocità della relazione di dispersione; mediante calcoli spin-DFT si è messo in evidenza come la presenza di ioni di ossigeno in prossimità di un layer magnetico sia in grado di indurre cambiamenti sostanziali nell'anisotropia di interfaccia e come le differenti configurazioni geometriche di ossidazione possano avere importanti effetti sulla reversibilità di tali cambiamenti. I risultati sono stati usati per spiegare evidenze sperimentali ottenute nell'ambito del progetto MagnEFi.

Ruolo NMI

La Divisione mantiene e sviluppa Campioni Nazionali. Nel 2023 sono stati emessi 239 tra certificati di taratura e misura, rapporti di prova e relazioni ILC. Tali documenti sono distribuiti principalmente nelle aree EM-Electric and magnetic fields, EM-High Voltage and Current e AUV-Sound.

L'attività del settore **Scienza e tecnologia alla nanoscala** si è svolta con obiettivo un interlaboratory comparison nell'ambito del VAMAS TWA2. E' stato finalizzato l'evaluation agreement tra INRiM e IMEC (Leuven, Belgio) per la realizzazione di punte per atom probe tomography (ATP). Sono stati realizzati i primi campioni di pillar su silicio/germanio e silicio, fabbricati mediante processo di reactive ion etching.

L'attività del settore **Campi e sistemi elettromagnetici** si è svolta nei seguenti ambiti:

Partecipazione a organismi metrologici e reti europee

E' proseguito il *c*ontributo alle attività dei comitati EURAMET, con riferimento al TC IM (Interdisciplinary Metrology) e al SC Power&Energy del TC EM unitamente alle attività della rete europea in metrologia per la matematica e la statistica (EMN Mathmet) e contributo alle attività riguardanti la metrologia per le reti elettriche intelligenti.

In particolare è stata pubblicata la prima bozza della Strategic Research Agenda della EMN Mathmet unitamente a una versione bozza del Toolbox "Quality Assurance Tools for data, software and guidelines" della EMN Mathmet. Sono state redatte le Bozze finali della Strategic Research Agenda della EMN Smart grids e un Report relativo alla Smart Specialisation dei servizi forniti e delle relative competenze.

Partecipazione a organismi metrologici e tecnici

Sono stati forniti contributi alle attività dei comitati di interesse per il settore (IEC TC9, IEC TC38, e CEI TC 106 e ai WG di competenza). Fornire contributi alle attività degli study groups ISMRM (International Society of Magnetic Resonance in Medicine).

In particolare, si segnala un significativo contributo alla redazione del RT-WPT del CEI completato nel 2022; la presentazione dei risultati e progressi nell'ambito del progetto 19NRM05 IT4PQ al meeting del IEC TC 38 WG Chair Advisory Group e alrJoint Meeting INRiM-IEC TC 38 WG 47 co-organizzato da INRiM e IEC TC 38 WG 47.

Sviluppo e mantenimento di campioni e CMC

Sono state mantenute ed estese delle CMC in relazione alle misure a larga banda di tensioni e correnti tipiche dell'alta e media tensione e alle grandezze di campo elettromagnetico.

E' stato esteso il range di frequenza dei campi magnetici di riferimento sino a 150 kHz, da validarsi nell'ambito del confronto di misura a livello regionale che si svolgerà nel 2023. Sono state definite/estese le CMC per la taratura dei sistemi di misure di tensione, potenza ed energia per applicazioni in ambito e-mobility e ferroviario.

Partecipazione a confronti di misura internazionali

E' stata verificata l'equivalenza delle CMC INRiM nell'ambito dei confronti Euramet.EM-S36 Comparison of partial discharge (PD) calibrators e Euramet.EM.RF-S46 Comparison of Magnetic Field Strength Measurements for Frequencies up to 30 MHz.

Sono state effettuate le misure INRiM relative al confronto Euramet.EM-S36. L'elaborazione dei dati di misura ottenuti è attualmente in corso. Sono state effettuate le azioni preparatorie relative alle misure per il confronto EURAMET.EM.RF-S46.

Disseminazione e organizzazione di confronti interlaboratorio

È proseguita l'attività di disseminazione per le grandezze campi elettrici, magnetici ed EM, alte tensioni DC e AC, rapporto di forti correnti AC e per le grandezze di interesse per la compatibilità elettromagnetica (EMC). E' stata consolidata la procedura di taratura di trasformatori di misura per reti di distribuzione MT nella gamma di frequenza dalla DC a 10 kHz. In previsione di una taratura on-site, sono state messe a punto procedure per la caratterizzazione a larga banda di trasformatori di tensione, adattando i set-up di misura per utilizzo in campo. Sono stati emessi 113 certificati di taratura per un fatturato lordo di circa 200 k€.

Il settore **Acustica e Ultrasuoni** cura il mantenimento del campione nazionale di pressione acustica. Garantisce il servizio riguardante la taratura dei campioni acustici di riferimento dei laboratori di taratura accreditati, che permette la disseminazione e la riferibilità metrologica per le grandezze acustiche. È stato emesso un numero totale di circa 60 certificati di taratura (60% esterni).

E' stato completato il primo ciclo di misure previsto all'interno del confronto internazionale pilota sulla taratura di microfoni MEMS, che vede coinvolti oltre all'INRiM, l'istituto sud-coreano KRISS e l'istituto canadese NRC. Le misure hanno riguardato la caratterizzazione in pressione e campo libero di micro-trasduttori utilizzati in ambito acustico, nel range di frequenze che va da 125 Hz a 12,5 kHz.

E' stato emesso un rapporto di prova inerente la qualificazione della camera semi-anecoica di un'azienda italiana secondo la norma UNI ISO 26101:2017. Lo sviluppo e la caratterizzazione del sistema di misura utilizzato per la qualifica di camere semi-anecoiche permettono di offrire un servizio verso l'esterno per aziende, enti pubblici e privati, che devono qualificare le loro camere acustiche in conformità alla normativa vigente.

È stata avviata l'attività di revisione e aggiornamento delle procedure tecniche del laboratorio Microfoni.

Il settore ha collaborato stabilmente con ACCREDIA e con gli enti di normazione nazionali, CEI. Presiede il comitato CEI CT29/87 "Acustica e Ultrasuoni", enti di normazione internazionali, IEC TC 29 "Elettroacoustics" e IEC TC 87 "Ultrasonics". Sovraintende i lavori del sottocomitato "Ultrasound and Underwater Acoustic" del TCAUV e ha coordinato i lavori del sottocomitato "Sound in Air".

Il settore **Scienze e tecnologie Biomediche** ha svolto attività nei seguenti ambiti:

Svolgimento di confronti internazionali e interlaboratorio

Il settore ha partecipato a confronti internazionali organizzati negli ambiti 1) del "Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology" (CCQM) del BIPM, e 2) dell'International Atomic Energy Agency (IAEA).

In particolare è terminato con la chiusura e preparazione del report finale del confronto chiave CCQM-NAWG-K176 "Breast cancer biomarker HER2 copy number variation (CNV) measurement". E' stato pubblicato il rapporto tecnico INRiM 44/2022 "CCQM P199b SARS-CoV-2 RNA copy number quantification: results from INRiM". E' stato sviluppato il protocollo per la quantificazione dei geni N, E ed ORF1ab ai fini della partecipazione al CCQM-NAWG-K181. E' stata misurata la frazione di massa di As in 9 campioni di farina di gamberetti (massa 550 mg) con incertezza tipo relativa della media pari a 1.1% con riferibilità SI, e pubblicazione del rapporto tecnico INRiM 21/2022 "Arsenic quantification in seafood material within the CCQM APMP.QM-S19 comparison". E' stato aggiornato il software "k0-INRiM", grazie alla validazione effettuata nell'ambito di un confronto internazionale organizzato dall'IAEA.

Attività nell'ambito di organismi e gruppi di lavoro metrologici e/o normativi

E' stato nominato il materiale di riferimento LGC8276 (materiale di riferimento basato su sangue equino) prodotto dall'LGC per la quantificazione di cobalto.

Attività di networking tra NMI

1) EMN Mathmet: Contributo alla stesura dell'agenda strategica della rete, supporto all'organizzazione della conferenza internazionale MATHMET 2022 e partecipazione al progetto "Measurement Uncertainty Training", con lo svolgimento di test sui software MCM Alchimia e QMSYS GUM. 2) EMN TraceLabMed: Supporto all'organizzazione di un workshop rivolto al settore dei dispositivi medico-diagnostici in vitro (IVD), e a confronti inter-laboratorio che rispondano alla normativa UE 2017/746 in termini di riferibilità dei dispositivi per IVD.

Supporto all'accreditamento

E' proseguito il supporto ad ACCREDIA nel campo dei materiali biologici di riferimento per le biobanche.

Il settore **Magnetismo, Materiali e Spintronica Metrologia magnetica** ha svolto attività per il miglioramento e consolidamento della metrologia nell'ambito del magnetismo e dei materiali magnetici. I principali ambiti in cui ha operato sono: 1) Conclusione analisi dei dati del round robin relativo alle misure di perdita su Epstein e SST (progetto HEFMAG) su materiali FeSi NO, GO e FeCo. Aggiornamento software per strumentazione del laboratorio di magnetismo, duplicazione dei wattmetri ed estensione delle condizioni di misura in vista di possibili nuove CMC per diverse attività di ricerca e sviluppo. Misura magnetica in regimi non convenzionali (nuovi materiali commerciali di spessore ridotto, alta temperatura (T<155°C), alta frequenza, presenza di effetto pelle, applicazione di sforzi compressivi/tensili, flussi bidimensionali). Confronto di misure bidimensionali in corso con Lyon (Université Claude Bernard Lyon; Laboratoire Ampère) in vista di prossima pubblicazione. Studio delle proprietà del FeCo al variare della temperatura e preparazione di pubblicazione. Definizione setup per esperimenti di risonanza magnetica nucleare tramite il metodo del rilassamento spontaneo; 2) Definizione di uno standard ISO per la caratterizzazione magnetica di sospensioni acquose di nanoparticelle (progetto MagNaStand).

Campioni nazionali (DM 591/1993)

ML2	Campione di intensità di campo elettrico
ML5	Campione nazionale di flusso di induzione magnetica
ML5	Campione nazionale di induzione magnetica

Altri campioni

ML2	Sistema di generazione di campi magnetici campione (sino a 100 kHz)
ML2	Campione di rapporto di alta tensione continua fino a 100 kV
ML2	Campione di rapporto di alta tensione alternata fino a 100 kV
ML2	Sistema campione per la misura di trasformatori di corrente
ML2	Sistema campione per strumenti di misura di scariche parziali
ML3	Potenza ultrasonora (1 campione)

Trasferimento tecnologico (Knowledge Transfer)

La Divisione è impegnata nelle aree di competenza dei settori in attività di formazione e didattica accademica, di divulgazione scientifica e di trasferimento tecnologico. Si riportano le principali di seguito, rimandando alle schede di settore per maggiori dettagli.

Didattica universitaria e formazione

Personale della Divisione partecipa al Consiglio di Dottorato in Metrologia (Vice-coordinamento INRiM), al consiglio di dottorato in Fisica del Politecnico di Torino. Si effettuano corsi per il Dottorato di Ricerca (Politecnico di Torino), il corso "Fisica dello Stato Solido", Dip. Scienze e Innovazione Tecnologica, Università del Piemonte orientale. Personale della Divisione è coinvolto nell'organizzazione di Scuole scientifiche e di Simposi nazionali e internazionali. Tutti i settori sono impegnati nell'attività di tutoring di studenti, tirocini curriculari per studenti universitari del terzo anno, tesi di Laurea Magistrale, tesi di Dottorato. Sono stati quindi svolti seminari presso Università e Enti di ricerca.

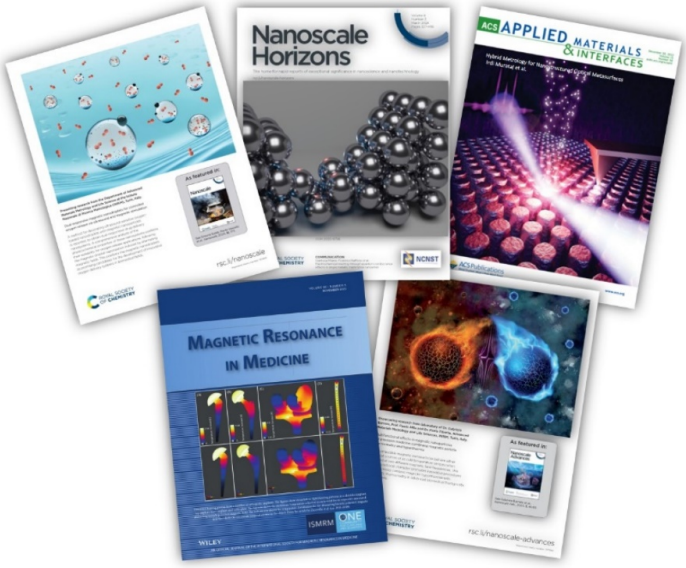
Divulgazione scientifica

Sono state svolte lezioni tematiche rivolta alle scuole primarie di primo grado, secondarie di primo e secondo grado. Partecipazione alla “Notte europea dei ricercatori 2022”. Ricercatori della Divisione hanno partecipato ad iniziative di formazione e diffusione della cultura scientifica. Personale della Divisione ha attivamente contribuito alla realizzazione di un kit didattico con esperimenti portatili per la didattica del magnetismo (MagBox) in collaborazione con il CNR e l'Associazione Italiana di Magnetismo (*AIMagn*). In tale contesto è avvenuta la partecipazione al festival della scienza a Genova con presentazione del kit didattico MagBox.

Alcuni ricercatori hanno partecipato al progetto Newton Room svoltosi negli spazi dell’INRiM con lezioni per sensibilizzare gli studenti delle scuole superiori alle materie STEM. Partecipazione all’evento “SCIENZAzionale” della rassegna “Settimane della Scienza” per sensibilizzare la società e i giovani ai temi della ricerca scientifica, e del ruolo e del lavoro del ricercatore.

Trasferimento tecnologico

La Divisione effettua trasferimento tecnologico attraverso contratti industriali o collaborazioni con istituzioni operanti in campo sanitario. I ricercatori effettuano inoltre attività di supporto tecnico e di consulenza alle imprese nei campi di interesse della Divisione.



Copertine di riviste internazionali: le immagini in copertina appartengono ad articoli prodotti da personale della Divisione ML.

Settore ML1 - Scienza e tecnologia alla nanoscala
Responsabile: Natascia De Leo

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Amato Giampiero	10		1				11
Angelini Angelo	10		0,5		0,5		11
Audrito Luca		11					11
Boarino Luca	4	1	1	1	1	3	11
Cara Eleonora	11						11
De Leo Natascia	7		1			3	11
Ferrarese Lupi Federico	10			1			11
Fretto Matteo	10		1				11
Milano Gianluca	9		1	1			11
Monticone Eugenio	11						11
Nocentini Sara	11						11
Pattelli Lorenzo	9,5		1		0,5		11
Sardi Angelo	3	1	1,5				5,5
Sosso Andrea	8	1	1			1	11
Personale TD							
Marini Monica	5		0,5				5,5
Tot	***118,5***	***14***	***9,5***	***3***	***2***	***7***	***154***
Assegni di ricerca							
Murataj Irdi	5,5						5,5
PhDs							
Baglieri Nicoletta	10						10
Bonino Vittorio	11						11
Bosurgi Emanuele	2						2
Channab Marwan	7						7
De Carlo Ivan	11						11
Forte Davide	2						2
Leonetti Giuseppe	11						11
Magosso Chiara	11						11
Pilati Davide	2						2
Pini Ernesto	11						11
Rosero Realpe Mateo	2						2
Talamo Ruiz Jessica Alexandra	2						2
Werlé Jérémy	11						11
Personale associato							
Laus Michele	2						2
Pinto Nicola	2						2
Tot	***102,5***						***102,5***
Totale	**221**	**14**	**9,5**	**3**	**2**	**7**	**256,5**

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Sistemi modello 3D per materiali di riferimento e standard alla micro e nanoscala
Obiettivi. Sviluppo di un prototipo di standard di lunghezza alla nanoscala e studio dell'utilizzo di copolimeri a blocchi infiltrati selettivamente con allumina per un materiale di riferimento per Fluorescenza a Raggi X a Riflessione Totale (TXRF). Sviluppo di un processo innovativo di micro e nanofabbricazione per Atom Probe Tomography (APT) in collaborazione con IMEC Leuwen.
Attività svolta. Sono stati realizzati nanostrutture e materiali di riferimento utili per lo sviluppo di tecniche e procedure di misurazione affidabili e riferibili (ad esempio analisi chimiche 3D, analisi a raggi X, metrologia dimensionale alla nanoscala, nanofotonica e biosensing) per la determinazione della composizione, della struttura e delle proprietà di una varietà di materiali su scala micro e nanometrica (ad es. substrati SERS, singoli nanofili, nano-punte per AFM o SNOM).Questo innovativo approccio viene definito Hybrid Metrology, e consiste nel correlare le misure effettuate con tecniche di analisi complementare a un medesimo misurando che caratterizza il sistema oggetto di studio. Nell'ambito dello sviluppo di uno standard per APT, è stato sviluppato un approccio sistematico alla micro e nanofabbricazione di post e nanopillars mediante litografie ottiche ed elettroniche e Deep Reactive Ion Etching che evita la contaminazione FIB del campione con ioni Gallio.
Risultati ottenuti. Le analisi superficiali delle nanostrutture e dei materiali di riferimento sono state effettuate presso il Sincrotrone di Bessy del PTB di Berlino (XRF, TXRF e GISAXS), e sono state completate con analisi microscopica SEM e AFM. I risultati di tale attività sono stati recentemente pubblicati sulla rivista ACS Applied Materials & Interfaces, I.F. 9.5. I risultati dell'attività sull'APT verranno pubblicati in accordo con IMEC nell'ambito Technical Working Group "Surface Analysis" nel TWA2 del VAMAS.

Materiali funzionali e metamateriali
Obiettivi. Progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di dispositivi fotonici ibridi basati su metamateriali (iperbolici e dielettrici), materiali bidimensionali (es. transition metal dichalcogenides, Xenes e hexagonal boron nitride), e materiali auto-assemblanti. La realizzazione di tali dispositivi apre la strada a soluzioni tecnologiche innovative a supporto dello sviluppo di circuiti nanofotonici con sorgenti di singoli fotoni ideali, capaci di superare i tipici vincoli imposti dal limite di diffrazione.
Attività svolta. E' stata caratterizzata la risposta ottica di sorgenti di singolo fotone (nano-diamanti e materiali 2D) accoppiate con metamateriali prodotti tramite copolimeri a blocchi lamellari e cilindrici. Di tali materiali è stata simulata la dipendenza della densità locale di stati fotonici in risposta a diversi tipi di ordine in strutture fotoniche. E' stato ottimizzato il flusso tecnologico relativo all'accoppiamento di strutture fotoattive e plasmoniche per nanobiotecnologie e tecnologie quantistiche. A tal fine sono stati studiati metodi di infiltrazione selettiva di ossidi metallici mediante Atomic Layer Deposition e di metalli (elettrodeposizione e metal loading) all'interno delle strutture nanometriche auto-assemblate.
Risultati ottenuti. Pubblicazione di 2 articoli su riviste (ACS Appl. Mat. & Int. - I.F. 9.5 e ACS Appl. Polym. Mat. - I.F. 5) e ottenimento di un progetto PRIN (PRIN 2022 - EMPEROR).

Materiali per la sensoristica
Obiettivi. Progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di dispositivi per la sensoristica basati su materiali nanostrutturati con proprietà plasmoniche tunabili.
Attività svolta. Sono state effettuate delle simulazioni sul campo elettromagnetico in prossimità delle microstrutture plasmoniche al variare delle condizioni dielettriche e delle dimensioni e geometrie delle nanostrutture. E' in corso la fabbricazione dei substrati tramite litografia ottica laser-writing e litografia elettronica e deposizione di metalli plasmonici (Au, Ag) con caratteristiche morfologiche dettate dai risultati delle simulazioni. Tali strutture plasmoniche (ad esempio dispositivi microfluidici, azo-polimeri, substrati SERS e SEIRA) stanno venendo sviluppate per applicazioni di sensoristica in ambito ambientale, e per nanobiotecnologie e tecnologie quantistiche. Le proprietà di enhancement plasmonico fino alla singola molecola verranno valutate in relazione all'orientazione delle molecole legate al metallo, misurata tramite fluorescenza a raggi X a emissione radente in un esperimento programmato presso il sincrotrone BESSY II.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni su riviste ad alto impatto e progetti industriali e di ricerca.

Materiali ad alta riflettanza
Obiettivi. Studio, progettazione e fabbricazione di materiali micro/nano-strutturati con efficienze di scattering e assorbimento ingegnerizzate per la gestione della radiazione ottica e termica. Caratterizzazione della loro efficienza di raffreddamento per applicazioni di Passive Radiative Cooling nell'ambito della Partnership 21GRD03 PaRaMetriC. Caratterizzazione delle proprietà ottiche e di scattering di mezzi disordinati tramite tecniche di spettroscopia risolta in tempo.
Attività svolta. Attività di modellizzazione ottica di materiali altamente scatteranti in collaborazione con l'Harbin Institute of Technology. Una delle nuove membrane prodotte ha la proprietà di essere altamente elastica ed estensibile, il ché consente di regolarne finemente la capacità raffrescante/riscaldante tramite

deformazione meccanica. Proseguimento delle attività di modeling di emettitori termici microstrutturati in vetro. Stesura di lavori di rassegna nel campo del raffreddamento passivo radiativo.
Risultati ottenuti. Pubblicazione di articoli e lavori di review su riviste internazionali. Altri lavori relativi a nuovi materiali raffrescanti ed a nuove tecniche di modellizzazione dello scattering sono stati sottomessi nel corso del 2023 e sono in attesa di valutazione.

Microstrutture polimeriche tunabili per elettronica flessibile e fotonica
Obiettivi. Design, fabbricazione e caratterizzazione di microstrutture in polimeri responsivi riconfigurabili per elettronica flessibile e fotonica. L'impiego di materiali intelligenti capaci di cambiare la propria geometria e le proprietà ottiche in risposta a uno stimolo esterno (variazione di illuminazione e temperatura, campi elettrici a bassa intensità) mira all'introduzione e alla realizzazione di dispositivi con proprietà ottiche ed elettriche autoregolanti con basso consumo di energia. Questa attività risponde alla necessità di ridurre i consumi di energia introducendo dispositivi ottici intelligenti la cui funzionalità non è regolata da computer ma dalle proprietà dei materiali e dalla loro nanostrutturazione. (Obiettivi in linea con il Focal Point *Supporting sustainable energy conversion and clean storage)*
Attività svolta. Tramite l'impiego della tecnica litografica *laser writing,* sono state realizzate strutture fotoniche 3D in polimeri responsivi per applicazioni in fotonica, sensoristica e anticontraffazione. In particolare è stato dimostrato per la prima volta come utilizzando la tecnica di litografia laser a due fotoni, è possibile realizzare dei cristalli fotonici 3D riconfigurabili in maniera reversibile con la temperatura. In parallelo è stata esplorato come ottenere proprietà ottiche controllabili con la temperatura su più larga scala e con maggiore stabilità. A tal fine, abbiamo accoppiato tali materiali capaci di cambiamento di forma con degli strati metallici in una configurazione metallo-isolante-metallo. Abbiamo così delle cavità Fabry Perot con risonanze altamente sensibile in maniera lineare alla temperatura e stabili in centinaia di cicli di riscaldamento/raffreddamento. E' stata studiata inoltre un'ottimizzazione della formulazione del polimero in modo che mostrasse una risposta differenziale agli stimoli esterni in base ai parametri fabbricativi. Sfruttando questa possibilità di ottenere deformazioni dipendenti dai parametri di stampa e non dalla geometria, sono state realizzate delle micro etichette anticontraffazione con un messaggio codificato che rivelano in loro contenuto sotto opportuni stimoli.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni di 3 articoli su riviste ad alto impatto (Advanced Materials IF 29.4; Advanced Functional Materials, IF 19.4; Small, IF 13.3).

Funzioni fisiche non clonabili per generazione di chiavi crittografiche altamente sicure
Obiettivi. Questa tematica di ricerca si propone di implementare nuove chiavi crittografiche fisiche per l'autenticazione e la sicurezza informatica. Obiettivi della ricerca sono lo studio, la realizzazione e la caratterizzazione di sistemi fotonici disordinati per funzioni fisiche non clonabili (PUF). La ricerca è focalizzata nella valutazione dell'aumento della sicurezza delle chiavi crittografiche (ovvero della loro entropia e resistenza ad attacchi di tipo *machine learning*) al variare dei materiali impiegati, del tipo di disordine e delle proprietà di scattering e della dimensionalità del campione. (Obiettivi in linea con il Focal Point *Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions*).
Attività svolta. Abbiamo studiato e quantificato la non clonabilità e sensibilità di una PUF 2D sperimentalmente e numericamente per individuare i limiti ultimi delle prestazioni e della sicurezza di teli sistemi. Anche per sistemi 2D, più vulnerabili rispetto a quelli 3D, è stato evidenziato come l'errore intrinseco di fabbricazione di una struttura fotonica di pochi nanometri determini risposte dei generatori di chiavi non più nel limite di autenticazione rendendole intrinsecamente sicure ad attacchi di clonazione.
Parallelamente è stato studiato come aumentare la sicurezza di una PUF ottica a multi livello che preveda diversi livelli di autenticazione basati sul riconoscimento di un QR code, del suo colore strutturale determinato da una struttura metallo-isolante-metallo e dal disordine intrinseco e unico delle fibre di cellulosa che contraddistinguono l'etichetta. Utilizzando questi tre livelli abbiamo dimostrato la coesistenza di un meccanismo di anticontraffazione standard (Qr-code) con PUF per l'identificazione univoca dei prodotti.
E' stato proposto e finanziato un progetto PRIN sulla realizzazione di micro-etichette riscrivibili in più step con memoria.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni di due articoli sulle riviste *Advanced Material Technologies* and *Advanced Photonics Research*.
Progetto PRIN 2022 "*Multi-step optical encoding in anti-counterfeiting photonic tags based on liquid crystals PHOTAG*", Codice di progetto: 2022T3B4HS.

Sistemi e dispositivi superconduttivi
Obiettivi. Realizzazione di film ultrasottili di Nb e nanostrutture per lo studio delle proprietà superconduttive in regime 2D e quasi-1D per possibili applicazioni per l'elettronica quantistica e la fotonica (nanoSQUID, nanobolometri, nanoTES, rivelatori a singolo fotone con nanofilo in superconduttore - SNSPD, cavità RF, ecc.).
Attività svolta. Sono stati studiati e realizzati sistemi superconduttivi nanostrutturati mediante litografia a fascio elettronico per diverse applicazioni (ad esempio bit quantistico, quantum phase slip, confinamento fondamentale, ecc.). Sono stati perseguiti gli approcci più innovativi nel campo del nanopatterning (litografia a

fascio di elettroni e di ioni combinata con *self-assembly* su vasta area, ovvero "autoassemblaggio diretto") con lo studio e la fabbricazione di strutture e dispositivi superconduttori su scala nanometrica per poter analizzare l'effetto dovuto al confinamento dimensionale sulle proprietà superconduttive dei dispositivi (passando da una configurazione a film sottile ad una configurazione quasi-unidimensionale, ~ 30 nm). Sono stati studiati diversi materiali come il diboruro di magnesio, il nitruro di niobio, il niobio, il niobio titanio e niobio-3 stagno. Tramite la realizzazione di risonatori RF, basati su guide coplanari di niobio titanio, è stato possibile effettuare caratterizzazioni relative alla dinamica dei vortici ed allo studio delle proprietà superconduttive dei dispositivi in un regime di alta frequenza. Studio e realizzazione di bistrati oro-titanio per rivelatori superconduttivi di singolo fotone e particelle nell'ambito della fotonica, darkmatter e neutrini.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni di tre articoli su riviste ad alto impatto (*Results in Physics* IF 5.3, *Scientific Reports* IF 4.6 e *Nanomaterials* IF 5.3). Progetto Prin 2022 "DAREDAVIL".

Obiettivi. Caratterizzazione di proprietà superconduttive di dispositivi Quantum Point contact basati su NbOx. (Obiettivo in linea con il Focal Point *Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions*).
Attività svolta. Sono stati realizzati e caratterizzati dispositivi nanoionici basati su film sottili nanostrutturati di Nb/NbOx per l'investigazione di proprietà superconduttive in strutture a bassa dimensionalità, nell'ambito del progetto MEMQuD (EMPIR 20FUN06 MEMQuD). Basandosi sulle competenze acquisite in merito alla crescita e alla caratterizzazione di NbOx attraverso ossidazione anodica, sono stati realizzati dispositivi memresistivi a due terminali investigando la relazione tra proprietà chimico/strutturali e funzionalità del dispositivo. La tecnica dell'elettromigrazione, legata al fenomeno del resistive switching, è stata utilizzata per realizzare filamenti conduttivi di Nb alla nanoscala. Le proprietà di conduzione elettronica/ionica di tali dispositivi sono state investigate al variare dei materiali utilizzati come elettrodi.
Risultati ottenuti. Pubblicazione di articoli e lavori di review su riviste internazionali.

Obiettivi. Realizzazione di nuovi sistemi di misura per la generazione di segnali elettrici quantizzati sinusoidali o arbitrari basati su dispositivi PJVS e JAWS. Controlli feedback per la stabilizzazione termica di sistemi He-free, per campioni di temperatura e dispositivi superconduttivi.
Attività svolta. Realizzazione sperimentale di apparati con raffreddamento a ciclo chiuso per la generazione di segnali elettrici quantizzati, sviluppo di sistemi di raffreddamento a ciclo chiuso con temperatura ultrastabile basati su tecniche di controllo ad-hoc. Progettazione e testing di interfacce dedicate per sistemi di campionamento con accuratezza quantum-grade ed elevato sampling rate.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni su riviste ad alto impatto e progetti internazionali.

Dispositivi per la conversione da microonda a frequenze ottiche
Obiettivi. Studio e realizzazione di dispositivi integrati per la conversione tra microonde e fotoni ottici utilizzando insiemi atomici ultrafreddi.
Attività svolta. Nell'ambito del progetto QuantERA MOCA (*Integrated Microwave-to-Optical Conversion by Atoms on a superconducting chip*), è stato svolto un lavoro sistematico sulla deposizione di film sottili di Si3N4 mediante tecnica ICP-CVD e sulla loro caratterizzazione ottica e composizionale mediante XPS, profilometria ottica ed ellissometria. In particolare, sono stati preparati 8 campioni con uno spessore di nitruro compreso tra 200 e 300 nm.
Risultati ottenuti. L'INRiM ha fabbricato due prototipi di una guida d'onda in SiN insieme a due reticoli di diffrazione per l'accoppiamento in entrata e in uscita della luce, integrati con una cavità ottica: questo dispositivo è stato geometrizzato mediante litografia ottica ed EBL, seguite da un attacco RIE. La caratterizzazione XPS ha evidenziando una composizione pari al 66 % di silicio e 33 % di azoto, mentre l'ellissometria ha fornito l'indice di rifrazione complesso del materiale, a 760 nm, pari a circa 2.3 - j10-3. L'elevata concentrazione di silicio permette infatti di ottenere un materiale con indice molto vicino a quello richiesto dai partner (circa 2.4) mantenendo un livello di perdite intrinseche accettabile.
Sulla base dei risultati di cui sopra, abbiamo progettato il risonatore ottico composto da due riflettori di Bragg distribuiti che circondano la cavità la cui lunghezza è uguale alla lunghezza d'onda effettiva nella guida d'onda. Inoltre, è stato realizzato un prototipo del risonatore a microonde, e inviato all'Università di Tubinga per la caratterizzazione RF.

Metasuperfici polimeriche per la nanofotonica
Obiettivi: Sviluppo di dispositivi fotonici basati su materiali polimerici ad alto indice di rifrazione e elevato coefficiente di non linearità.
Attività svolta. Nel 2023 nell'ambito del progetto PRIN PETALS (2020TS9LXS) si sono caratterizzate le proprietà ottiche ed elettriche di materiali polimerici ad elevato indice di rifrazione e elettricamente conduttivi. Con questi si è lavorato alla micro e nanostrutturazione per la realizzazione di dispositivi fotonici, portando avanti in questo ambito una collaborazione con EPFL che ha visto un periodo di visiting di 6 mesi del dottorando Vittorio Bonino. Inoltre si è lavorato alla progettazione di una metasuperfice dielettrica basata su risonanze di MIE, e questo lavoro di studio e design ha portato alla pubblicazione di un articolo su rivista. Si è

inoltre lavorato sulla possibilità di utilizzare tecniche di self-assembly, sviluppate in collaborazione con UniUPO, per realizzare tali dispositivi su larga area.
Risultati ottenuti. Pubblicazione di un articolo su rivista internazionale, i risultati sono stati presentati in conferenze internazionali. Si sono fabbricate mediante litografia da fascio ionico delle strutture fotoniche su multistrati polimerici realizzati da UniGe per l'amplificazione dell'emissione fluorescente di un dye confinato nella struttura polimerica. Fabbricazione di micro e nano strutture in PEDOT mediante litografia da fascio elettronico e mediante tecniche di self-assembly.

Dispositivi memresistivi
Obiettivi. Realizzazione e caratterizzazione di dispositivi elettronici alla nanoscala per studio di proprietà di conduzione elettronica e ionica e per emulazione di funzionalità neuromorfiche. Realizzazione e caratterizzazione di nanoarchitetture basate su nanomateriali per l'implementazione di paradigmi di computazione bioispirati. (Obiettivi in linea con i Focal Point *Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions, Improving the quality and impact of fundamental scientific research, Monitoring the environment and support the development of clean technologies*).
Attività svolta. Sono stati realizzati e caratterizzati sistemi elettronici alla nanoscala quali nanofili per la realizzazione di dispositivi elettronici innovativi quali memresistori per l'emulazione di funzionalità sinaptiche e neuronali, in continuità con le attività svolte negli anni precedenti. Tali nanostrutture sono state utilizzate come elementi fondamentali per la realizzazione di nanoarchitetture neuroispirate basate su reti di nanofili autoassemblate per l'implementazione di algoritmi di apprendimento e funzionalità neuromorfiche (ad es. Reservoir Computing e altri tipi di computazione non convenzionale). L'attività sperimentale è stata supportata da una attività di modellizzazione delle proprietà di memresistive e di conduzione di tali reti di nanofili per simulare ed ottimizzare l'implementazione dei paradigmi di computazione. Tali ricerche sono state condotte anche attraverso collaborazioni con altri istituti e università (Politecnico di Torino, Juelich Research centre e Università Autonoma di Barcellona). In tale contesto, è stato condotto un periodo di ricerca di un ricercatore INRiM presso l'Università Autonoma di Barcellona (G. Milano). Sempre nell'ambito dei device memresistivi, è stato inoltre continuato lo studio per la realizzazione di un campione di resistenza basato sul fenomeno del "quantum point contact" e su elettromigrazione di nanostrutture metalliche. A tale scopo, fenomeni di conduzione quantizzata sono stati investigati in singoli nanofili (utilizzati come sistemi modello), reti di nanofili e device memresistivi basati su film sottili. In tal caso, l'attenzione è stata rivolta anche ad aumentare la sensibilità di tecniche di caratterizzazione e allo sviluppo di modelli per la caratterizzazione di materiali emergenti. Inoltre, l'INRiM ha coordinato un confronto internazionale nell'ambito del progetto MEMQuD riguardante la caratterizzazione dei fenomeni di conducibilità quantizzata in dispositivi memresistivi basati su film sottili. A tal proposito il consorzio del progetto ha redatto un protocollo di misura e un protocollo di analisi dei dati.
Risultati ottenuti. Pubblicazione di 12 articoli e lavori di review su riviste internazionali, tra cui una ACS Nano (IF 16.56), e un Nat Com. (IF 16.6), presentazione dei dati a conferenze internazionali, deliverable di progetto.

Crescita di cristalli
Obiettivi. Materiali cristallini con nuove funzionalità. (Obiettivo in linea con il Focal Point Improving the quality and impact of fundamental scientific research).
Attività svolta. E' in fase di realizzazione un nuovo sistema di codeposizione di elementi in grado di realizzare leghe ternarie utilizzando tre sorgenti con sei crogioli ciascuna. Questo per permettere la crescita controllata di cristalli di composti di Heusler del tipo xyz o x2yz. Attualmente il sistema prevede una sorgente a cannone elettronico con sei crogioli accoppiata ad una termica che può depositare un solo elemento. Questo limita molto le possibilità di ottenere nuovi composti. Il nuovo sistema viene realizzato in una camera dedicata e, una volta ottimizzato, verrà trasferito in un MBE in modo da accoppiarlo alle tecniche di caratterizzazione in situ e quasi-in situ
Risultati ottenuti. A medio termine si prevede un dimostratore del sistema e in seguito pubblicazioni su riviste ad alto impatto e progetti internazionali.

Studi strutturali su interazioni intramolecolari a carico di molecole di DNA (Intramolecular DNA Structural studies, InStruct)
Obiettivi. Questo progetto di ricerca propone lo sviluppo di una piattaforma per lo studio di alterazioni di acidi nucleici (DNA) esposti all'interazione con ligandi quali ad esempio proteine, metalli pesanti, metilazioni e agenti chemioterapici e quindi con ampio potenziale nell'ambito del biosensing precoce e negli studi terapeutici e biostrutturali. Lo studio delle variazioni puntuali indotte a carico del DNA è di fondamentale importanza per la piena comprensione dello sviluppo, diagnosi e prevenzione di condizioni patologiche. A tale scopo, InStruct prevede un approccio che combina laser doppler vibrometer, background-free imaging diretto e spettroscopie a filamenti di DNA sospesi tra pillar di substrati superidrofobici. La preparazione dei campioni biologici è interamente compatibile con le condizioni fisiologiche. L'approccio proposto combina diversi ambiti di ricerca: metodi biochimici vengono integrati a misure strutturali e meccaniche in un framework interdisciplinare. Questo

progetto è in linea con i pillar relativi al supporto per una migliore qualità della vita e della salute attraverso lo studio di materiali e metodi per l'analisi degli alimenti, la diagnostica e i metodi di imaging in medicina, il miglioramento dell'impatto della ricerca scientifica di base.
Attività svolta. Diversi sistemi DNA-ligando sono stati preparati mantenendoli in condizioni compatibili con le caratteristiche fisiologiche. Le soluzioni biologiche sono state depositate su substrati superidrofobici micropatternati con pillars (SHS). In seguito ad una estensiva titolazione di parametri quali temperatura e umidità ambientali, concentrazioni delle biomolecole, caratteristiche delle soluzioni saline, è stato possibile ottenere fibre di DNA sospese tra le microstrutture del SHS. In tal modo è stato possibile caratterizzare per mezzo di spettroscopia Raman le proprietà chimiche e conformazionali di sistemi quali i) DNA-proteine di riparo e ii) DNA-metalli dimostrando che il sistema proposto permette di fornire una descrizione dettagliata non solo delle biomolecole coinvolte nel complesso studiato ma anche le loro interazioni in modo da mettere in relazione struttura e funzione degli oggetti valutati. È inoltre stato possibile quantificare nel range di 1 meV l'effetto di modifiche nella rigidità delle biomolecole, sufficiente a determinare condizioni fisiologiche o patologiche.
Risultati attesi. Deliverable di progetto, pubblicazioni su riviste internazionali.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Obiettivi. Sviluppo di un processo innovativo di micro e nanofabbricazione per campioni di riferimento per Atom Probe Tomography (APT) in collaborazione con IMEC Leuven, Belgio.
Attività svolta. Nell'ambito dello sviluppo di uno standard per APT, è stato sviluppato un approccio sistematico alla micro e nanofabbricazione di post e nanopillars mediante litografie ottiche ed elettroniche e Deep Reactive Ion Etching che evita la contaminazione FIB del campione con ioni Gallio. L'attività di fabbricazione e i futuri confronti interlaboratorio APT sono inseriti nell'ambito del TWA 2 *Surface Analysis del VAMAS*.
Risultati ottenuti. Sono stati effettuati gli studi preliminari per gli etch rate e le finiture superficiali dei post e dei nanopillar, seguirà la fabbricazione su fette da 10 mm.

Obiettivi. Miglioramento delle caratteristiche metrologiche dei campioni quantici con soluzioni di misura innovative.
Attività svolta. E' stata realizzata una nuova tecnica di misura con rivalutazione dell'incertezza del campione Josephson.
Risultati ottenuti. Procedura di misura con riduzione dell'incertezza del campione di due ordini di grandezza proposta a SGQ-INRiM.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Didattica Universitaria
Obiettivi. Divulgazione scientifica sulle tematiche del Settore.
Attività svolta.

- Lezione su invito dal titolo "*Metrology and quantum devices"* tenuto da N. De Leo nel corso Advanced Technologies & Applications (ATA) di laurea magistrale in Nanotecnologie, Politecnico di Torino. Docenti di riferimento: M. Cocuzza, L. Scaltrito.
- Lezione su invito dal titolo "Micro and nanofabrication by self-assembly and metal assisted etching" tenuto da L. Boarino nel corso Advanced Technologies & Applications (ATA) di laurea magistrale in Nanotecnologie, Politecnico di Torino. Docenti di riferimento: M. Cocuzza, L. Scaltrito.
- Didattica presso il Politecnico di Torino per il corso di Fisica I (cod 17AXOLZ - Titolare Prof. Samuele Porro) per un totale di 18 ore (G. Milano)
- Lezione su invito dal titolo "Radiative Cooling and bio inspired photonics" tenuto da L. Pattelli nel corso di Fisica e Materiali per Tecnologie Avanzate (cod 02MOCOD - Titolare Prof. Francesca Frascella) del corso di Ingegneria Fisica del Politecnico di Torino.
- Didattica presso il Politecnico di Torino per il corso di Fisica e Materiali per Tecnologie Avanzate (cod 02MOCOD - Titolare Prof. Francesca Frascella, totale 60 ore di cui 20 ore tenute da A. Angelini).
- Lezione su invito tenuta da E. Cara dal titolo "ALD-based fabrication of composite nanomaterials" al corso di Introduzione alle nanoscienze per la laurea triennale in Fisica. Docente titolare: F. Ferrarese Lupi
- Contributo su invito al VAMAS Steering Committee Meeting 48, NPL India, New Delhi 11- 12 ottobre 2023, N. De Leo.

Risultati ottenuti. Divulgazione su materiali autoassemblanti e sulla realizzazione e caratterizzazione di dispositivi quantistici per applicazioni metrologiche.

Divulgazione on-line
Obiettivi. Sviluppo e divulgazione di moduli relativi alla micro e nanofabbricazione.
***Attività svolta*.**

- Seminario divulgativo "Climatizzatore ottico: come raffreddare senza elettricità... dallo spazio" per il ciclo: "Light on Optics and Optometry" organizzato dall'Università degli Studi di Firenze, sul tema del raffreddamento passivo radiativo. L'intervento è anche disponibile in forma di webinar sulla piattaforma YouTube (~500 visualizzazioni).

***Risultati ottenuti*.** Divulgazione sulle tematiche di nanotecnologie e di fisica.

Organizzazione di eventi
Obiettivi. Divulgazione scientifica sulle tematiche del settore, dei laboratori e dell'Ente. Attività di *impact* per progetti di settore.
***Attività svolta*.**

- Organizzazione della AIM PETALS WINTER SCHOOL - POLYMER METAMATERIAL FOR NANOPHOTONICS SCHOOL "Mixing polymer chemistry, photonics and nanofabrication", febbraio 2023, Claviere (Italia) (L. Boarino, N. De Leo)
- Organizzazione e chairmanship della conferenza *NanoInnovation 2023*, settembre 2023, Roma, Italia, organizzazione di un simposio su *Metrology and Nanomaterials for Energy* (22/09), (L. Boarino, N. De Leo)
- Partecipazione al "Local Organizing Committee" of MEMRISYS 2023, the 6th International Conference on Memristive Materials, 6-9 Novembre 2023 (G. Milano)
- Organizzazione del workshop of "Deep Learning meets Neuromorphic Hardware" (organizzato da G. Milano, INRiM; Claudio Gallicchio, Università di Pisa; Andrea Ceni, Università di Pisa), Workshop all'interno dell' "European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (ECML-PKDD 2023)", Torino, 18-22 September 2023
- Organizzazione di seminari online con cadenza mensile per il progetto Cost Action NETPORE, pubblicati su YouTube alla pagina del progetto. (E. Cara, L. Boarino)
- Organizzazione di un training webinar con tre speaker per il progetto 19ENV08 AEROMET II. (E. Cara, L. Boarino)
- Organizzazione di laboratorio didattico dal titolo "La fabbrica dei micro-dispotivi. Dal laboratorio alla nostra tasca" al Festival della Scienza di Genova 2023. (E. Cara (ML01), in collaborazione con E. Losero, E. Cerrato (QN03).

***Risultati ottenuti*.** Queste iniziative hanno permesso di promuovere le tematiche del Settore nella comunità scientifica e verso il pubblico in generale.

Settore ML2 - Campi e sistemi elettromagnetici
Responsabile: Mauro Zucca

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Agosto Andrea	2	7				2	11
Arduino Alessandro	10		1				11
Bottauscio Oriano	8,5		1,5	0,5	0,5		11
Crotti Gabriella	6	4	1				11
Fissore Federico	1	10					11
Giordano Domenico	6,5	1,7	1	0,7	0,1	1	11
Giusio Valter	1	10					11
Letizia Palma Sara	9,5	0,5	0,5	0,5			11
Signorino Davide	8	1		2			11
Varetto Giorgio	1	10					11
Vizio Giuseppe	1	10					11
Zilberti Luca	10		0,5		0,5		11
Zanovello Umberto	9	1,5	0,5				11
Zucca Mauro	9,1	0,2	0,5			1,2	11
Tot	***82,6***	***55,9***	***6,5***	***3,7***	***1,1***	***4,2***	***154***
PhDs							
Hassanzadeh Melika	11						11
Ronca Alessandra	10						10
Personale associato							
Borsero Michele		2					2
Pogliano Umberto	2						2
Tot	***23***	***2***					***25***
Totale	**105,6**	**57,9**	**6,5**	**3,7**	**1,1**	**4,2**	**179**

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Tomografia MR quantitativa

Obiettivi. Sviluppare metodi per l'*imaging* quantitativo basato su risonanza magnetica (MRI), con particolare riferimento alla tomografia delle proprietà elettriche (Electric Properties Tomography, EPT), stimando l'incertezza sulle quantità fisiche assegnate a ciascun pixel delle immagini prodotte. Progettare e realizzare uno scanner MRI a basso campo a magneti permanenti, ottimizzato per *point-of-care* MRI (Obiettivi in linea con il Focal Point Supporting the quality of life and health).

Attività svolta. È stata condotta un'analisi di ripetibilità e riproducibilità su di un fantoccio omogeneo, con uno scanner clinico a 3 T, per studiare l'incertezza nella stima della conducibilità elettrica al variare dei parametri operativi della tecnica di EPT. Sono stati studiati i potenziali vantaggi di una strategia di post-elaborazione dell'immagine che tenga conto dell'incertezza in ciascun pixel ed è stato introdotto, nella libreria open-source EPTlib, un filtro di *post-processing* pesato con tale incertezza. EPTlib è stata inoltre aggiornata introducendo la possibilità di utilizzare un'immagine MRI tradizionale come riferimento anatomico. È stata sviluppata una nuova tecnica di EPT, denominata Green-EPT, e, anche per essa, è stata formulata una strategia di valutazione dell'incertezza sul singolo pixel. Testata su dati sintetici e sperimentali, Green-EPT è stata confrontata con la tecnica Helmholtz-EPT per metterne in luce i pregi rispetto allo stato dell'arte. I risultati sono confluiti in un articolo attualmente in revisione. Le più promettenti implementazioni EPT disponibili sono state utilizzate per partecipare alla prima *EPT Reconstruction Challenge*, organizzata dal gruppo di studio *Electro-Magnetic Tissue Properties* (EMTP) della società internazionale di risonanza magnetica in medicina (ISMRM). È stata raggiunta la definizione delle specifiche per la costruzione di uno scanner MRI a basso campo e si è avviata la realizzazione di alcuni setup per la caratterizzazione delle prestazioni.

Risultati ottenuti. Articolo pubblicato sulla rivista Tomography relativo alla valutazione dell'incertezza di ripetibilità e riproducibilità nei risultati di EPT applicata all'indagine di un fantoccio omogeneo. Presentazione alla 17-esima European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2023) di una strategia per la stima

dell'incertezza nei risultati derivanti da una tecnica di EPT a livello del singolo pixel ed altri contributi inerenti l'EPT presentati alla riunione annuale di ISMRM. Articolo pubblicato sulla rivista NMR in Biomedicine relativo allo sviluppo di una tecnica di EPT basata sulla stima della frazione d'acqua dei tessuti cerebrali fatta per mezzo di mappature dei tempi di rilassamento magnetici. Partecipazione alla prima *EPT Reconstruction Challenge* organizzata dal gruppo di studio EMTP di ISMRM. Relazione orale su invito, dal titolo "Young qMRI techniques grow up: an account from EPT, the younger sister", tenuta durante il congresso nazionale dell'Associazione Italiana Risonanza Magnetica in Medicina - AIRMM (Palermo, settembre 2023).

Dosimetria elettromagnetica

Obiettivi. Quantificare, in termini dosimetrici, i possibili effetti biologici collaterali di tipo fisico di tecnologie basate sull'impiego di c.e.m., con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, e fornire supporto allo sviluppo della normativa e alla definizione di 'buone pratiche' per la fisica medica. (Obiettivi in linea con il Focal Point Supporting the quality of life and health).

Attività svolta. Nell'ambito della standardizzazione delle procedure di testing di dispositivi medici passivi in presenza di campi di gradiente (progetto EMPIR 21NRM05 STASIS), è stata proposta una procedura a due livelli di complessità (2-Tiers), con un primo livello che è l'estensione dell'attuale normativa ISO/TS 10974 per dispositivi medici attivi e un secondo livello che produce risultati simili alle condizioni cliniche reali.

Si è studiato l'effetto di stimolazione nervosa involontaria sui tessuti biologici causata dall'interazione tra il campo magnetico di gradiente e le componenti metalliche di dispositivi impiantati. Lo studio condotto mediante modelli numerici avanzati, basati sull'uso di "virtual surgery", ha permesso di quantificare l'intensità del campo elettrico indotto in prossimità di protesi ortopediche massicce. I risultati di questo studio consentiranno di definire meglio gli effetti causati dal campo elettrico indotto sulla rete dei nervi, al fine di verificare eventuali inneschi indesiderati della stimolazione nervosa periferica. Infine, è stato avviato uno studio esplorativo riguardante i possibili effetti meccanici sulle protesi stesse a seguito dell'interazione con i campi magnetici utilizzati nei tomografi.

È stata sviluppata una metodologia per la valutazione in vivo dello Specific Absorption Rate (SAR), basata sulla tomografia delle proprietà elettriche. Lo studio ha dimostrato che è possibile ottenere mappe di SAR partendo da acquisizioni MRI di B1+. Inoltre è stato avviato uno studio volto a quantificare gli effetti della variabilità di dati in input sulla predizione del SAR e dell'incremento di temperatura nei tessuti cerebrali a seguito di imaging con scanner a 3 T alla testa. Nell'analisi, svolta mediante l'applicazione della Polynomial Chaos Expansion, si è considerata la variabilità di numerosi dati d'ingresso.

Risultati ottenuti. Sono stati pubblicati due lavori sulla rivista Magnetic Resonance in Medicine. Nel primo si è descritta una procedura, basata su simulazioni numeriche, volta a guidare e rendere più efficienti le procedure di test dei dispositivi medici in presenza di campi magnetici di gradiente. Nel secondo lavoro si sono pubblicati i risultati della quantificazione del campo elettrico indotto nei tessuti causato dalla presenza di impianti ortopedici massicci. Infine, sulla rivista IEEE Journal of Electromagnetics, RF, and Microwaves in Medicine and Biology si sono pubblicati i risultati della valutazione in vivo del SAR.

Efficienza dei sistemi di trasporto elettrico

Obiettivi. Realizzare un setup di misura per la caratterizzazione con tecniche DC di supercondensatori (SC) di taglia media (10 F- 400 F) per applicazioni di e-mobility ed energia, e determinazione dei parametri del circuito equivalente a temperatura controllata. Concludere l'iter di negoziazione del progetto di ricerca 22NRM04 e-TRENY ed avviarne le attività. Sviluppare la riferibilità metrologica per la taratura di sensori di corrente DC in presenza di segnale DC+Ripple sino a 150 kHz. (Obiettivi in linea con il Focal Point Supporting sustainable energy conversion and clean storage).

Attività svolta. È stato avviato (01/2023) il progetto europeo Horizon Europe "Efficient materials and processes for high-energy supercapacitors for smart textiles and electromobility applications - EMPHASIS", coordinato da Peione Energy SA, cui INRiM partecipa in collaborazione tra i settori ML2 e QN2. Nell'ambito di Emphasis, il settore ML2 ha avviato il progetto, lo sviluppo e la realizzazione di un primo setup di misura per la caratterizzazione DC di SC di taglia media per applicazioni di e-mobility ed energia. INRiM ha sviluppato un Equivalent Circuit Model (ECM) dei dispositivi SC basato su un circuito equivalente a tre rami. INRiM ha quindi messo a punto una procedura di identificazione dei parametri, a partire da un ciclo di scarica e autoscarica dei SC, scrivendone il relativo software. La procedura si basa su un processo di identificazione iterativo che si basa sull'algoritmo CTRR (Conventional Trust Region Reflection). Infine è stato messo a punto un nuovo metodo per la misura della resistenza di leakage dei SC, che si basa su una doppia misura di scarica. È stata svolta l'attività di coordinamento con il partenariato e l'MSU finalizzato alla stesura definitiva del protocollo tecnico del progetto 22NRM04 e-TRENY. Sono state avviate le prime attività che vedevano il coinvolgimento di INRiM, in particolare, l'interazione con ALSTOM finalizzata all'organizzazione della campagna di misura da realizzare presso la rete tramviaria di Hannover e la ricerca bibliografica. È stato progettato un set-up per la generazione di riferimento di segnali in corrente continua sino a 2 kA con la sovrapposizione di ripple AC sino a 150 kHz. È stato progettato e realizzato un trasformatore di corrente (600 Hz - 100 kHz) avente guadagno costante e incertezza di alcune parti per mille.

Risultati ottenuti. Il modello ECM proposto per la simulazione del comportamento di SCs fornisce ottimi risultati con massime discrepanze relative alla tensione ai morsetti del SC inferiori a 50 mV, ovvero inferiori al 2% della tensione nominale, anche nel comportamento dinamico, raggiungendo discrepanze dell'ordine dello 0.05% nel comportamento statico. I principali risultati raggiunti sono riassunti in "Accurate Parameters Identification of a Supercapacitor Three-Branch Model," IEEE Access. Avviamento del progetto 22NRM e-TRENY. realizzazione del primo stakeholder committee e avvio di una collaborazione con il Politecnico di Torino nell'ambito degli energy meter in DC. INRiM ha raccolto e condiviso in e-TRENY i primi dati della rete tramviaria di Hannover messi a disposizione da ALSTOM. È stato presentato al convegno AMPS 2023 il setup per la generazione di riferimento di segnali in alta corrente continua con ripple sino a 150 kHz con un riscontro positivo dall'uditorio.

Misure per i sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e per l'energy harvesting

Obiettivi. Realizzazione di un setup per la caratterizzazione metrologica sino a 9 kHz di trasduttori di tensione in condizioni nominali ed in presenza di fattori di influenza. Progettazione di un nuovo sistema di generazione e misura per la caratterizzazione di sensori in media tensione (MT) nel range 9 kHz - 150 kHz. Identificazione di forme d'onda per i test di caratterizzazione. Negoziazione e avvio del progetto di ricerca 22NRM06 ADMIT. Soddisfacimento degli impegni presi dall'INRiM nell'ambito del progetto di ricerca 20NRM03 DC Grids**.** Completamento del progetto 19NRM05 IT4PQ inclusi i deliverables e le attività di reporting. (Obiettivi in linea con il Focal Point Supporting sustainable energy conversion and clean storage).

Attività svolta. Le attività di ricerca relative allo sviluppo e alla caratterizzazione di sensori e sistemi misura di tensioni e correnti per la distribuzione dell'energia elettrica in MT sono state svolte nell'ambito di due progetti di ricerca, entrambi coordinati dall'INRiM: EMPIR 19NRM05 IT4PQ ed EPM 22NRM06 ADMIT. La caratterizzazione di trasduttori di tensione utilizzati nella misura di fenomeni di Power Quality (PQ) in reti di MT è proseguita su un setup rivisto e migliorato che ha permesso di quantificare l'impatto di fattori di influenza esterni, quali variazioni di temperatura, presenza di fasi adiacenti energizzate ed effetti di prossimità di elementi metallici. Per trasduttori di tensione di diversa tipologia (induttivi, resistivi, capacitivi e resistivi-capacitivi, attivi e passivi) sono stati identificati i fattori più critici mediante una campagna di misura dedicata. È stato condotto uno studio numerico e sperimentale che ha portato all'identificazione di una forma d'onda di test significativa per la caratterizzazione in frequenza dei trasduttori di MT da pochi millihertz sino a 9 kHz. Si è avviata l'attività di progettazione di un nuovo setup che permetta di verificare le performance metrologiche di sensori di tensione nel range 9 - 150 kHz.

È stata svolta l'attività di coordinamento con il partenariato e l'MSU finalizzato alla stesura definitiva del protocollo tecnico del progetto 22NRM06 ADMIT e sono stati organizzati, presso la sede INRiM il kick-off meeting e contestualmente il primo stakeholder workshop.

È stata sottomessa la proposta di progetto EPM ENSURE "*Electric energy and supply reliability*" finalizzato alla realizzazione dell'infrastruttura metrologica per le reti di trasmissione in presenza di fonti di energia rinnovabile (FER). Il progetto è stato finanziato e partirà nel 2024. L'INRiM è coordinatore del WP1.

Nell'ambito del progetto DC Grids, sono stati condotti test per valutare le performance di algoritmi per il rilevamento di eventi di PQ e per il loro monitoraggio. Sono stati sviluppati due setup; uno per la misura accurata del ripple di tensione sovrapposto a segnali DC e uno per la generazione di riferimento di ripple di corrente sino a 150 kHz sovrapposto a segnali DC di forti correnti garantendo la riferibilità metrologica.

Risultati ottenuti. Le metodologie e risultati relativi all'analisi dell'impatto di parametri di influenza sulle performance in frequenza dei trasduttori di tensione per misure in reti in MT sono stati pubblicati sulla rivista Sensors. Lo studio relativo alla forma d'onda per la verifica in maniera efficiente i trasformatori voltmetrici è stato sottomesso ed accettato per la pubblicazione su "IEEE Transactions on Inst. and Measurement".

Sono stati presentati tre lavori alla conferenza IEEE "Applied Measurements for Power Systems (AMPS) 2023" riguardanti: 1) i risultati preliminari relativi al nuovo setup per la caratterizzazione dei sensori MT di tensione sino a 150 kHz; 2) l'analisi sull'effetto delle non idealità della tensione applicata (distorsione armonica e variazione di frequenza) sulla valutazione dell'accuratezza dei trasformatori di misura e 3) i setup di riferimento con caratteristiche complementari e le relative incertezze associate, nell'ambito del progetto IT4PQ. Sono stati completati i risultati previsti dal progetto 20NRM03 DC Grids in termini di nuovi setup INRiM per misure in DC. È stato finanziato il progetto "ENSURE", con INRiM responsabile del WP1.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Partecipazione a organismi metrologici e reti europee

Obiettivi. Contributi alle attività dei comitati EURAMET, con riferimento al TC IM (Interdisciplinary Metrology) e al SC Power&Energy del TC EM. Contributi alle attività delle reti europee EMN Mathmet e Smart Electricity Grids.

Attività svolta. Con riferimento alle attività del TC IM (Interdisciplinary Metrology), ML2 ha proseguito nel coordinamento del progetto TC-IM 1548, "Early Career Training and Dev. in Metrology" e la partecipazione alle

attività del SC Power&Energy del TC EM in merito a definizione delle proposte di progetto relative alla Call EPM 2024.
Si è inoltre contribuito alla stesura delle Strategic Research Agenda delle EMN Mathmet e Smart Grids, e alla stesura del Toolbox "Quality Assurance Tools for software, data and guidelines" nel contesto della EMN Mathmet. Sono stati inoltre conclusi i progetti di rete 18NET05 MATHMET e 18NET03 SEG-net, finalizzati alla costruzione dell'infrastruttura di supporto delle reti stesse.
INRiM si è assunto la responsabilità per le attività di comunicazione della EMN Smart Grid con riferimento anche alla preparazione delle newsletter. Il supporto metrologico della rete all'implementazione del Green Deal europeo è stato presentato al congresso CIM 2023, nell'ambito delle attività del progetto 18NET03. ML2 ha inoltre coordinato la preparazione e presenziato allo stand dedicato alle 5 reti metrologiche europee dell'EURAMET che risultano attive nell'ambito dell'energia e dell'ambiente.
Risultati ottenuti. Redazione della newsletter inerente le attività della seconda parte dell'anno 2023 per la rete EMN SEG. Produzione della versione semi-definitiva della Strategic Research Agenda della EMN Mathmet e Pubblicazione della Strategic Research Agenda della EMN Smart Grids.

Partecipazione a organismi tecnici
Obiettivi. Fornire contributi alle attività degli study groups ISMRM (International Society of Magnetic Resonance in Medicine). Fornire input per lo sviluppo della normativa (ISO e ASTM) per il testing di dispositivi medici passivi in presenza di campi di gradiente in risonanza magnetica. Contribuire alla norma IEC TC9 MT62888-2 "Energy measurement for on board trains" e ai WG del IEC TC 38 Instrument transformers.
Attività svolta. Relazione orale su invito, dal titolo "In uncertainty we trust - the path towards EPT's maturity, from a metrological perspective", tenuta durante una riunione dello Study Group on Electro-Magnetic Tissue Properties dell'International Society for Magnetic resonance in Medicine. È stata redatta e presentata una nuova versione dell'Annex C "EMF accuracy and measurement uncertainty" dello standard MT62888-2 introducendo un approccio conforme alla guida all'espressione dell'incertezza (GUM). Comunicazione dei risultati tecnici del progetto 19NRM05 IT4PQ.
Risultati ottenuti. Comunicazione, verso la principale comunità di riferimento, dell'attività riguardante la valutazione di incertezza per metodi di EPT. Presentazione dei risultati ottenuti nell'ambito del progetto IT4PQ all'IEC/TC38 WG 47 e WG55. Voto favorevole da parte del maintenance team MT62888 dell'IEC TC9 ed introduzione del nuovo Annex C nella versione committee draft (CD) dell'IEC 62888.

Sviluppo e mantenimento di campioni e CMC e partecipazione a confronti di misura internazionali
Obiettivi. Estendere le capacità di misura di campi magnetici in media frequenza. Verifica dell'equivalenza delle CMC INRiM pubblicate sul KCDB del BIPM per le grandezze carica apparente e campo magnetico.
Attività svolta. Sviluppo e caratterizzazione del sistema di misura di corrente iniettata nel sistema a bobine di Helmholtz da (100 a 300) kHz con valutazione dei coefficienti di correzione ed incertezza associata. Sono state condotte le misure sui campioni viaggiatori nella gamma 53 Hz - 30 MHz, nell'ambito del confronto EURAMET.RF-S46 (Magnetic field probe calibration) con sottomissione dei risultati di misura. Sono stati ridefiniti e applicati i modelli di misura e i bilanci di incertezza per le grandezze carica apparente e tempo di salita del gradino di tensione nell'ambito del confronto EURAMET.EM.S36 '*Calibration of high voltage partial discharge measurement systems'* ed è stato sottomesso il report delle misure effettuate all'INRiM.
Risultati ottenuti. Confronto Euramet.EM-S36: invio del report INRiM e invio, da parte del laboratorio pilota del Draft A report con i risultati del confronto. Confronto Euramet.EM.RF-S46: invio, da parte del laboratorio pilota del Draft A report. Piena equivalenza, in particolare sino a 300 kHz, dei risultati di misura INRiM con il valore di riferimento e con l'incertezza di misura risultanti dal confronto.

Disseminazione e organizzazione di confronti interlaboratorio
Obiettivi. Fornire riferibilità metrologica a laboratori di taratura e misura operanti nel campo delle misure elettriche ed elettromagnetiche di interesse per i sistemi di potenza e per la compatibilità elettromagnetica.
Attività svolta. È proseguita l'attività di disseminazione per le grandezze campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, alte tensioni DC e AC, rapporto di forti correnti AC e per le grandezze di interesse per la compatibilità elettromagnetica (EMC). È stata consolidata la procedura di taratura di trasformatori di misura per reti in MT nella gamma di frequenza dalla DC a 10 kHz. Come ricaduta delle attività del progetto IT4PQ, sono state effettuate misure in campo di tensioni distorte per committenti esterni, facendo uso di set-up di misura e procedure a larga banda precedentemente sviluppati.
Riemesse 9 procedure tecniche di misura di cui 5 in previsione della Peer Visit internazionale a cui sono stati soggetti con successo i laboratori con CMC relativa alle grandezze campo elettrico e campo magnetico.
Risultati ottenuti. Emissione di più di cento certificati di taratura (25% per uso interno) per un fatturato lordo di circa 140 k€. Riemissione di 9 procedure tecniche con estensione delle capacità di taratura della grandezza 'intensità di campo magnetico a bassa e media frequenza da 100 kHz a 300 kHz'. INRiM ha avuto ruolo di laboratorio pilota in 2 ILC, con redazione della relazione tecnica.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Open data, brevetti e contratti industriali
Obiettivi. Attività di KT in merito ai temi scientifici sviluppati dal settore negli ambiti di competenza.
Attività svolta. È stata svolta una campagna di misura presso i laboratori di prova di Hitachi Energy finalizzata alla valutazione della purezza spettrale della sorgente in alta tensione e alla determinazione del suo impatto sulla misura dell'errore di rapporto e di angolo effettuata con comparatori analogici.
Risultati ottenuti. È stata redatta una relazione in cui è stata evidenziata la sorgente delle distorsioni introdotte durante le prove di un trasformatore per alta tensione.

Didattica universitaria e formazione
Obiettivi. Tutoraggio di tesi e tesi di dottorato in Metrologia. Corsi di terzo livello, corsi presso terzi e tirocini.
***Attività svolta* e *risultati ottenuti*.**

- Svolgimento dei due corsi di 3° livello “Metrology for Electromobility (01DNCRU)” ed “EM dosimetry in MRI: computational and experimental methods (01QRNRV)”, per la scuola di dottorato del Politecnico di Torino.
- Seminario dal titolo "Tomografia delle proprietà elettriche basata sulla MRI" per gli studenti del corso di laurea triennale Fondamenti di bioingegneria elettronica dell’Università di Reggio Calabria.
- Tutoraggio di due tesi di dottorato, di una tesi magistrale e di un tirocinio curriculare.

Organizzazione di eventi e divulgazione
Obiettivi. Organizzazione di un workshop e corsi come ricaduta dei progetti di ricerca finanziati.
Attività svolta. Organizzazione dei workshop per le parti interessate dei progetti EPM 22NRM04 e-TRENY e 22NRM06 ADMIT e 19NRM05 IT4PQ. Organizzazione del corso “La metrologia a supporto delle Risonanza Magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti”, in collaborazione tra INRiM e Associazione Italiana di Fisica Medica. Il corso si è tenuto a Torino il 19 e 20 ottobre e ha visto la partecipazione di circa 40 persone, provenienti dalle principali Fisiche Mediche nazionali. A valle del corso, si sono avviati due gruppi di lavoro congiunti INRiM e AIFM sui seguenti temi di interesse dell’associazione: GdL1: Rischio da esposizione a c.e.m. in RM di pazienti e lavoratori: valutazione di "buone pratiche" in scenari operativi, GdL2 Progettazione, realizzazione e caratterizzazione di phantom standardizzati.
Risultati ottenuti. Disseminazione dei risultati e delle prospettive di ricerca, tra gli stakeholder di riferimento, nell'ambito dei nuovi progetti di ricerca e-TRENY e ADMIT e del progetto IT4PQ recentemente concluso, il cui workshop è stato organizzato in collaborazione con il WG47 dell’IEC TC38. Svolgimento del corso per la AIFM.

Settore ML3 - Acustica e ultrasuoni
Responsabile: Giovanni Durando

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Corallo Mario	1	10					11
Durando Giovanni	5,5	1,5	2	1		1	11
Saba Fabio	7	3,8	0,2				11
Personale TD							
Paesante Davide	4	7					11
Totale	**17,5**	**22,3**	**2,2**	**1**		**1**	**44**

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Acustica in Aria

Obiettivi. In linea con quanto previsto dal Focal point *"Accelerating digital transformation and supporting industrial transitions"*, i principali obiettivi sono legati allo sviluppo di sistemi e metodi di misura per all'analisi dei parametri acustici relativi a microfoni MEMS di nuova generazione. In particolare, si intende validare tali metodi di misura mediante un confronto internazionale sulla taratura di microfoni MEMS nella gamma di frequenze 125 Hz - 12,5 kHz. Un ulteriore obiettivo riguarda lo sviluppo di microfoni MEMS da utilizzare in reti di sensori per il monitoraggio del rumore ambientale e lo studio di sistemi per la loro verifica automatica in campo.

Attività svolta. Nell'ambito di un confronto internazionale con gli istituti metrologici canadese (NRC) e sud coreano (KRISS) sulla taratura di microfoni MEMS nel campo di frequenza da 125 Hz a 12,5 kHz, si sono sviluppati e caratterizzati nuovi sistemi e tecniche di misura per la taratura con il metodo del confronto in pressione ed in campo libero, necessari per la validazione del metodo ottico primario sviluppato da KRISS e NRC. Tutte le misure previste dal protocollo sono state effettuate, sia per quanto riguarda il campione di trasferimento realizzato dal laboratorio Microfoni dell'INRiM, sia per i campioni fatti circolare dal laboratorio di acustica del KRISS. I risultati del confronto hanno evidenziato una buona compatibilità tra i diversi metodi di taratura e sono stati presentati in occasione del Workshop CCAUV "Evolving Needs in Metrology Workshop", tenutosi presso il BIPM il 24 ottobre 2023.

Per quanto riguarda lo studio di array microfonici MEMS, si è concluso il primo anno del progetto INRiM NEXT-GEN inerente lo sviluppo di un array di trasduttori acustici MEMS piezoelettrici. L'attività svolta ha riguardato la progettazione del sensore mediante il software di simulazione numerica Comsol e la definizione del process flow di fabbricazione in collaborazione con l'infrastruttura PiQuET dell'INRiM e con l'istituto CNR IMM di Bologna, facente parte dell'infrastruttura iENTRANCE.

Risultati ottenuti.

Pubblicazioni in atti di congresso internazionale:

- Development and Metrological Characterization of a Multi-sensor Device for Indoor Environmental Quality (IEQ) monitoring, A. Astolfi, A. Carullo, V. Fissore, G.E. Puglisi, G. Arcamone, L. Shtrepi, E. Raviola, A. Barbaro, G.R. P. Chiavassa, E. Giusto, G. Piccablotto, F. Saba, D. Paesante, G. Durando, A. Lorenzati, S. Fantucci, A. Servetti, B. Montrucchio, F. Fiori, A. Pellegrino, V. Corrado, S. Paduos, N. Sassoli, J. Clerici, 2023 IEEE International Workshop on Metrology for Living Environment, MetroLivEnv 2023 – Proceedings, doi: 10.1109/MetroLivEnv56897.2023.10164058
- F. Saba, D. Paesante, G. Durando and M. Corallo, Sound field corrections for secondary pressure calibration of MEMS microphones, Proceedings of the 10th Convention of the European Acoustics Association - Forum Acusticum 2023, 11th to 15th September 2023, Politecnico di Torino, Turin, Italy. pp. 6289-6292. DOI: 10.61782/fa.2023.1027
- E. Ottoz, L. Sella, F.S. Rota, L. Priano, M.P. Bussa, F. Saba and M. Destefanis, Effects and costs of leisure night noise on residents' sleep: A protocol for an interdisciplinary experiment in Turin (Italy), Proceedings of the 10th Convention of the European Acoustics Association - Forum Acusticum 2023, 11th to 15th September 2023, Politecnico di Torino, Turin, Italy. pp. 4661-4665. DOI: 10.61782/fa.2023.1041

Ultrasuoni

Obiettivi. I principali obiettivi legati alle attività in ambito biomedicale risultano essere (Obiettivi in linea con il Focal Point *Supporting the quality of life and health*):

Ambito farmacologico: Continuano le collaborazioni con gruppi di ricerca che operano presso il dipartimento di Scienza & Tecnologia del Farmaco dell'Università di Torino, che hanno come tema principale l'utilizzo di campi ultrasonori per il rilascio controllato di farmaci. In tale ambito, proseguirà l'attività rivolta alla realizzazione e caratterizzazione di sistemi d'insonazione basati su trasduttori ad onda piana. (Obiettivi in linea con il Focal Point *Supporting the quality of life and health*)

Ambito oncologico: E' stato ultimato lo sviluppo, la caratterizzazione e l'applicazione di sistemi d'insonazione operanti nel range di frequenza 1 MHz – 3 MHz basati su trasduttori ad onda piana e HIFU. Tali sistemi sono stati utilizzati nella sperimentazione *in vitro* ed *in vivo*, svolta in collaborazione con istituzioni attive nella ricerca contro il cancro (unità di Fisica Sanitaria dell'Ospedale San Raffaele). (Obiettivi in linea con il Focal Point *Supporting the quality of life and health*)

Ambito neurologico: Sono stati effettuati test *in vivo*, in collaborazione con il reparto di neurochirurgia della Fondazione IRCCS Istituto Neurologico Carlo Besta, allo scopo di verificare l'efficacia di campi ultrasonori, sia a onda piana che HIFU, sfruttando gli effetti legati alla Blood-Brain Barrier, BBB, nell'ambito di patologie neurodegenerative. Lo sviluppo della tecnologia ha consentito il deposito e la concessione di un brevetto relativo ad un casco stereotassico, attrezzato con trasduttore ultrasonoro, per il trattamento di patologie neurologiche.

Attività svolta. Realizzazione e caratterizzazione di sistemi d'insonazione basati su:

- Caratterizzazione di sistema d'insonazione per le attività di sperimentazione *in vitro*, da realizzarsi presso il dipartimento di Scienza & Tecnologia del Farmaco dell'Università di Torino.
- Supporto tecnico durante i test *in vivo* effettuati presso l'Ospedale San Raffaele.
- Progettazione e caratterizzazione di sistemi d'insonazione basati su trasduttore onda piana (f = 0.5 MHz) per l'attività di collaborazione e brevettazione con IRCCS Carlo Besta di Milano.
- Sviluppo di SW dedicato (per BBB opening) da utilizzare durante interventi pre-clinici e clinici.

Risultati ottenuti.

Pubblicazione su rivista ad alto impatto:

- Focused Ultrasound for Brain Diseases: A Review of Current Applications and Future Perspectives, M. Gionso, L. Raspagliesi, L. Yuan, M. Del Bene, N. Corradino, R. Ciocca, E- Porto, A. D'Ammando, G. Durando, F. Di Meco, F. Prada, IRBM, doi: 10.1016/j.irbm.2023.100790
- Development and Testing of a System for Controlled Ultrasound Hyperthermia Treatment With a Phantom Device, A.M. Ivory, R. De Melo Baesso, G. Durando, S. Rajagopal, P. Miloro, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, doi: 10.1109/TUFFC.2023.3235453
- Ultrasound boosts doxorubicin efficacy against sensitive and resistant ovarian cancer cells, F. Foglietta, M. Macrì, P. Panzanelli, A. Francovich, G. Durando, F. Garello, E. Terreno, L. Serpe, R. Canaparo, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, doi: 10.1016/j.ejpb.2023.01.005

Brevetti:

Concessione brevetto nazionale numero: 102021000032006, Dispositivo stereotassico indossabile da un paziente per neuromodulazione ad ultrasuoni focalizzati a bassa intensità.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Obiettivi. La Struttura sviluppa tecnologie e metodi di misura d'interesse applicativo, mediante attività di ricerca finalizzata, raggiungendo un livello di maturità tecnologica dei prodotti realizzati pari alla validazione nell'ambiente in cui il settore opera. Per quanto riguarda le attività in ambito acustico, risulta strategico il mantenimento e la disseminazione del campione nazionale di pressione sonora e l'organizzazione e la valutazione tecnico-scientifica di confronti di misura inter-laboratorio (ILC), a supporto dei laboratori industriali accreditati o in fase di accreditamento.

L'INRiM partecipa al confronto internazionale pilota con gli istituti metrologici Canadese (NRC) e Sud Coreano (KRISS) sulla taratura di microfoni MEMS nel campo di frequenza da 125 Hz a 12,5 kHz. Si sono sviluppati e caratterizzati nuovi sistemi e tecniche di misura per la taratura con il metodo del confronto in pressione ed in campo libero, necessari per la validazione del metodo ottico primario sviluppato da KRISS e NRC. All'interno del workshop CCAUV (Comitato Consultivo per l'Acustica, Ultrasuoni e Vibrazioni): The contribution of CCAUV to the "Evolving needs in Metrology", l'INRiM ha presentato i recenti risultati ottenuti nell'intervento dal titolo: Comparison of the calibration results based on acoustical and optical methods for MEMS and LS2P microphones.

Il personale afferente al settore collabora stabilmente con gli enti di normazione nazionali, CEI, presiedendo il comitato CEI CT29/87 "Acustica e Ultrasuoni", enti di normazione internazionali, IEC TC 29 "Elettroacoustics"

e IEC TC 87 “Ultrasonics”. Sovraintende i lavori del sottocomitato “Ultrasound and Underwater Acoustic” del TCAUV e partecipa ai lavori del sottocomitato “Sound in Air”.

Attività svolta. Mantenimento e disseminazione del campione nazionale di pressione sonora dell’INRiM, che assicura la riferibilità metrologica delle misure acustiche effettuate dai laboratori di taratura accreditati ed in fase di accreditamento sul territorio nazionale. È stato emesso un numero totale di circa 60 certificati di taratura. Completamento dell’attività di revisione e aggiornamento di tutte le procedure tecniche di taratura e misura del laboratorio Microfoni. Il laboratorio è stato sottoposto a peer review nell’ambito del progetto EURAMET 1123.

Risultati ottenuti. Completamento di tutte le misure previste all’interno del confronto internazionale sulla taratura di microfoni MEMS, che vede coinvolti oltre all’INRiM, l’istituto sud-coreano KRISS e l’istituto canadese NRC. Le misure hanno riguardato la caratterizzazione in pressione e campo libero di micro-trasduttori utilizzati in ambito acustico, nel range di frequenze che va da 125 Hz a 12,5 kHz.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Obiettivi. Tra gli obiettivi principali si evidenziano lo sviluppo di tecniche tali da consentire la predizione della deposizione di energia e dei profili di temperatura all'interno di colture biologiche durante i cicli d’ipertermia mediati da ultrasuoni. I laboratori microfoni e ultrasuoni offrono la possibilità di fornire servizi di peer review e attività di training presso altri NMI riguardo Capacity Building in ambito acustico (taratura fonometri e calibratori). Inoltre, i nuovi sistemi per la caratterizzazione e la taratura di microfoni MEMS, sono sviluppati per consentire la determinazione delle caratteristiche elettroacustiche di microfoni MEMS in modo efficace ed affidabile, con possibili ricadute positive sulla realizzazione di sensor networks e sull’utilizzo di tali sensori per misure acustiche sempre più accurate.

Attività svolta. Svolgimento di un’attività di training in ambito acustico, presso il Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM) di Tbilisi (Georgia), nel contesto del progetto Twinning “Strengthening of Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM) according to the international/EU best practices”, di cui l’INRiM è partner. L’attività ha riguardato la formazione tecnico-scientifica del personale GEOSTM sulla taratura/verifica periodica di misuratori di livello sonoro, secondo le norme IEC 61672-3:2007 e IEC 61672-3:2014.
Co-organizzazione e chairmanship del workshop “La metrologia a supporto della risonanza magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti”. L’evento è stato organizzato come iniziativa congiunta dell’Associazione Italiana di Fisica Medica e Sanitaria (AIFM) e dell’Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), che, nel corso del 2022, hanno firmato un protocollo d’intesa in materia di collaborazione tecnico-scientifica e formazione nel campo delle radiazioni non ionizzanti. Al workshop, che ha coinvolto 8 relatrici e relatori nazionali esperte/i in risonanza magnetica, hanno partecipato circa 40 fisici medici provenienti da tutto il territorio nazionale e 10 ricercatori INRiM.
Docenza alla European Acoustics Association (EAA) Summer School, tenutasi dall’8 al 10 settembre 2023 presso il Politecnico di Torino in occasione della 10th Convention of the European Acoustics Association Forum Acusticum 2023. Le lezioni hanno riguardato la metrologia acustica e la riferibilità delle misure in ambito “sound in air” ed ultrasuoni (Hot Topic 6 - Metrology and Measurement science in Acoustics).

Risultati ottenuti. Grazie ai risultati ottenuti dal progetto EURAMET EMPIR 18HLt06 RaCHy innovativi metodi di termometria per misure di temperatura che vanno da 37 °C a 50 °C, per applicazioni *in vitro* e *in vivo* sono stati utilizzati in ambito pre-clinico.
Estensione europea del brevetto dal titolo “Dispositivo stereotassico indossabile da un paziente per neuromodulazione ad ultrasuoni focalizzati a bassa intensità” (in compartecipazione con il Besta).

Settore ML4 – Scienze e tecnologie biomediche
Responsabile: Alessandra Manzin

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
D'Agostino Giancarlo	4	4,5	1			1,5	11
Di Luzio Marco	7	2	2				11
Divieto Carla	5	3	1			2	11
Ferrero Riccardo	10,5		0,5				11
Manzin Alessandra	8		0,5		0,5	2	11
Martella Daniele[1]	8						8
Mortati Leonardo	10		0,5		0,5		11
Pegoraro Mattia	5	6					11
Revel Laura	3	7		1			11
Troia Adriano	9		1	1			11
Personale TD							
Vicentini Marta[2]	2,5						2,5
Tot	***72***	***22,5***	***6,5***	***2***	***1***	***5,5***	***109,5***
Assegni di ricerca							
Petiti Jessica	7	4					11
Galati Simone[3]	8						8
Vicentini Marta[2]	8				0,5		8,5
PhDs							
Caria Sabrina	1						1
Oria Martina	1						1
Vassallo Marta	8,5				0,5		9
Personale associato							
Bracco Enrico	1						1
Lapini Andrea	1						1
Torre Renato	1						1
Tot	***36,5***	***4***			***1***		***41,5***
Totale	**108,5**	**26,5**	**6,5**	**2**	**2**	**5,5**	**151**

[1]a partire da settembre 2023 ricercatore TD presso UNIFI.
[2]in servizio come assegnista di ricerca fino a settembre 2023, da ottobre 2023 ricercatore TD.
[3]in servizio come assegnista di ricerca nel periodo febbraio-settembre 2023.

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Nanomateriali per applicazioni terapeutiche e diagnostiche
Obiettivi. Sviluppo e studio di nanomateriali per 1) applicazioni terapeutiche basate sull'ipertermia e 2) la veicolazione e il rilascio controllato di farmaci (*drug delivery*).
Attività svolta.
1) Ipertermia magnetica: Si è proseguito lo studio modellistico di nanoparticelle magnetiche, analizzando l'influenza di composizione, forma, dimensioni e stato di aggregazione sulle proprietà di ipertermia. L'analisi è stata effettuata con codici micromagnetici ad alte prestazioni sviluppati in INRiM. Per la valutazione della relativa efficacia terapeutica sono stati applicati codici di calcolo *in silico*, realizzati anch'essi in INRiM. Attraverso tali codici è stato possibile determinare la potenza depositata e l'incremento di temperatura indotto in modelli computazionali animali ad alta risoluzione, al variare dei parametri del campo magnetico di eccitazione. Parallelamente, in collaborazione con ML05, si è proseguita l'attività di preparazione e

caratterizzazione magnetica e delle proprietà di ipertermia di nanoparticelle in magnetite e ferrite di cobalto, ottenute mediante tecniche di coprecipitazione in ambiente basico. Si è inoltre effettuato lo studio *in vitro* della biocompatibilità/citotossicità di tali nanoparticelle, attraverso test su diverse linee cellulari. Infine, le nanoparticelle con le migliori proprietà di riscaldamento sono state impiegate nella preparazione di idrogel magnetici, dimostrando la possibilità di innescare reazioni di polimerizzazione radicalica mediante l'applicazione di campi magnetici alternati.
2) *Drug delivery*: Sono proseguiti gli studi sulle nanogocce a base di perfluorocarburi, caricate con farmaci e ossigeno con azione antimicrobica e antibatterica. In collaborazione con ML05 e QN01, sono stati studiati nanomateriali ibridi, ottenuti decorando le nanogocce con nanoparticelle magnetiche, al fine di attivare i meccanismi di rilascio di ossigeno mediante ipertermia magnetica. Tali nanomateriali sono stati caratterizzati anche in termini di biocompatibilità. Attraverso la collaborazione con il DISAT (POLITO), è proseguita l'attività rivolta allo studio dell'emissione luminosa e dell'aumento di radicali indotto da ultrasuoni in soluzioni concentrate di sali piezoelettrici.
Risultati ottenuti. 1) *Ipertermia magnetica*: Design (attraverso modelli numerici), sintesi, funzionalizzazione e caratterizzazione di nanoparticelle magnetiche, e valutazione del riscaldamento indotto nei tessuti attraverso modelli *in silico* che emulano i test pre-clinici. Dimostrazione del possibile confinamento/selettività spaziale di reazioni di polimerizzazione radicalica mediata da nanoparticelle magnetiche. 2) *Drug delivery:* Produzione e caratterizzazione chimico-fisica e funzionale di nanogocce in perfluorocarburo decorate con nanoparticelle magnetiche. Analisi della produzione di radicali mediante sonicazione di soluzioni acquose di sali piezoelettrici.

Diagnostica per immagini: materiali simulatori tissutali, modelli *in silico* e Intelligenza Artificiale
***Obiettivi*.** 1) Realizzazione di materiali simulatori tissutali (*phantom*). Sviluppo di modelli *in silico* e applicazione di modelli di Intelligenza Artificiale (IA) a supporto di metodi diagnostici basati su 2) *imaging* a risonanza magnetica (MRI) e 3) *imaging* mammografico a raggi X.
***Attività svolta*.**
1) Materiali simulatori tissutali: Sono stati prodotti *phantom* con proprietà elettriche controllate e sono stati effettuati i relativi test di stabilità nel tempo. Un set di tali *phantom* è stato utilizzato per studiare gli effetti dell'esposizione elettromagnetica in sessioni MRI, in presenza di campi statici elevati (attività in collaborazione con il CREATIS Laboratory di Lione e il Dipartimento di Radiologia dell'Università di Saint-Etienne). Inoltre, sono state messe a punto le modalità operative dell'estrusore per la stampa 3D di *phantom* bifasici antropomorfi.
2) Simulatori numerici per MRI: Nell'ambito del progetto EMPIR iMet-MRI è stato implementato un simulatore MRI basato sulle equazioni di Bloch. Il simulatore è stato utilizzato per generare immagini digitali di materiali di riferimento e *phantom* caratterizzati all'interno del consorzio, al fine di supportare la calibrazione di tomografi MRI e migliorare l'affidabilità in ambito MRI nella quantificazione di biomarcatori, come il livello di ferro nei tessuti. In collaborazione con l'NPL e il Belfast Health and Social Care Trust, il simulatore sviluppato in INRiM è stato impiegato per valutare l'effetto della sequenza di campo, dei tempi di rilassamento T1 e T2 e dei fenomeni di rumore sulla ricostruzione delle immagini.
3) IA nell'*imaging* mammografico: Nel mese di settembre si è avviato il progetto EPM MAIBAI, coordinato dall'INRiM e finalizzato all'applicazione di tecniche di Intelligenza Artificiale (IA) nella diagnostica radiografica, ed in particolare nello screening mammografico. Sono iniziate le attività rivolte allo sviluppo di modelli *in silico* per la produzione di immagini sintetiche secondo protocolli rilasciati dall'FDA. Tali immagini "virtuali" verranno utilizzate come *ground-truth* per il training, la validazione e l'interpretabilità dei modelli di IA, e la loro selezione per il processing di dati clinici. Parallelamente, si è iniziata l'attività di generazione automatica delle immagini sintetiche attraverso modelli di IA basati su tecniche GAN (Generative Adversarial Networks).
***Risultati ottenuti*.** 1) Materiali simulatori tissutali: Messa a punto di un sistema di estrusione per 3D *bioprinting*. *Phantom* antropomorfi con strutture *brain-like*; *phantom* geometrici omogenei ed eterogenei per la valutazione della stabilità delle proprietà elettriche e di rilassamento. 2) Simulatori numerici per MRI: Sviluppo e validazione di un simulatore MRI; ricostruzione digitale di immagini di materiali di riferimento e *phantom* eterogenei. 3) IA nell'*imaging* mammografico: Organizzazione, presso l'INRiM, del kick-off meeting del progetto MAIBAI e pubblicazione del relativo sito web. Generazione di immagini mammografiche sintetiche, al variare di parametri anatomici e del protocollo di acquisizione.

Biomateriali per la medicina rigenerativa
***Obiettivi*.** Realizzazione e caratterizzazione di *scaffold* e biomateriali per la medicina rigenerativa.
Attività svolta. Nel corso del progetto CRT Visco3DCell, sono stati sviluppati gel di fibrina in grado di ospitare cellule umane e permetterne la crescita in ambiente 3D. Inoltre, è stato ottimizzato il protocollo di analisi della vitalità cellulare mediante il metodo metabolico della resazurina. Riguardo alla preparazione di *scaffold*, sono stati ottimizzati metodi di preparazione basati su *self-assembly* di superfici nanostrutturate di polimeri liquido-cristallini, per favorire l'allineamento cellulare. In particolare, è stata modificata la rigidità del materiale polimerico per migliorare l'allineamento e il differenziamento di mioblasti a miotubi. Sono inoltre stati preparati

scaffold meccano-mimetici basati su idrogel per lo sviluppo di modelli di fibrosi, ed è stato valutato il differenziamento di fibroblasti a miofibroblasti.
Risultati ottenuti. Ottimizzazione dei protocolli di preparazione e analisi di colture 3D in gel di fibrina. Sviluppo di una procedura operativa standard sulla vitalità cellulare mediante resazurina. Preparazione di *scaffold* cellulari e identificazione di materiali adatti al differenziamento di miotubi e miofibroblasti.

Caratterizzazione biofisica su scala tissutale e cellulare
***Obiettivi*.** Ottimizzazione di tecniche di microscopia, basate su microscopia ottica non-lineare CARS-SHG-TPEF e microscopia a forza atomica (AFM) e loro applicazione su sistemi biologici e biomateriali.
***Attività svolta*.** Per estendere la confrontabilità delle misure di microscopia AFM, si è effettuata la valutazione metrologica della riproducibilità della misura del modulo elastico utilizzando punte con forme e caratteristiche meccaniche diverse. Sono state implementate tecniche per la caratterizzazione del modulo elastico e la rugosità di materiali polimerici microstrutturati per applicazioni nella medicina rigenerativa (superfici nanostrutturate di polimeri liquido-cristallini e poliuretani, *scaffold* microstrutturati in PCL). In collaborazione con il Dipartimento di Biotecnologie Molecolari e Scienze per la Salute di UNITO, sono proseguiti gli esperimenti per valutare la rigidità elastica di tessuti di pancreas sani e tumorali con specifiche caratteristiche geniche.
***Risultati ottenuti*.** Realizzazione di metodiche automatiche (topologiche e di *force spectroscopy*) per l'AFM. Caratterizzazione in aria e in liquido della rigidità locale di materiali per la medicina rigenerativa e di tessuti di pancreas sani e tumorali, in correlazione con la distribuzione della matrice extra-cellulare.

Misura di biomarcatori e sensori
Obiettivi. Sviluppo di metodi per la quantificazione di 1) biomarcatori molecolari/cellulari tramite la tecnica RT/digital PCR. 2) Design di sensori magnetici miniaturizzati per applicazioni biomedicali.
Attività svolta.
1) Biomarcatori molecolari/cellulari: Si è avviato il progetto EPM GenomeMET, coordinato dall'INRiM e finalizzato allo sviluppo di un approccio metrologico nel sequenziamento genico. Si è ottimizzato il metodo di analisi, realizzato all'INRiM, per la misura di copie del virus SARS-CoV-2, e si è sviluppato un kit diagnostico PCR per test di positività al virus indipendentemente dal suo stato mutazionale.
2) Sensori magnetici: Nell'ambito del progetto PRIN IT-SPIN, si è implementato un codice numerico micromagnetico ad alte prestazioni basato sull'equazione di Landau-Lifshitz-Gilbert-Slonczewski. Tale codice è stato applicato preliminarmente nello studio di array di sensori magnetoresistivi di tipo MTJ, per il rilevamento di nanoparticelle magnetiche, con possibile funzione di sonde di biomarcatori.
***Risultati ottenuti*.** 1) Biomarcatori molecolari/cellulari: Kick-off meeting del progetto GenomeMET e riunioni periodiche di WP. Ottimizzazione del kit diagnostico PCR per test di positività al virus SARS-CoV-2. 2) Sensori magnetici: Codice micromagnetico per il design di dispositivi e sensori spintronici.

Analisi di contaminanti e sostanze tossiche
Obiettivi. 1) Misura di elementi tecnologicamente critici (TCE) nei rifiuti solidi urbani. 2) Quantificazione di contaminanti (e.g. nano/microcroplastiche) in campioni biologici, ambientali e alimentari. 3) Studio della diffusione di sostanze potenzialmente tossiche in organismi viventi e campioni biologici.
***Attività svolta*.**
1) Misura di elementi tecnologicamente critici: Nell'ambito del progetto EMPIR MetroCycleEU sono stati sviluppati ed applicati metodi analitici primari basati sull'analisi per attivazione neutronica strumentale (INAA) per la quantificazione di TCE, con riferibilità SI, in campioni polverizzati di batterie al litio (LiB).
2) Microplastiche: Nell'ambito del progetto EMP PlasticTrace, coordinato da QN01, sono stati studiati sistemi per la quantificazione di microplastiche in liquido e sono stati effettuati studi *in vitro* dei processi di internalizzazione a livello cellulare. In seno al progetto PNRR METROFOOD-IT, in collaborazione con QN01, sono stati applicati metodi di analisi dati basati su *deep learning*, per la valutazione della forma, della taglia e della composizione chimica di microplastiche e nanoparticelle, caratterizzate sperimentalmente con microscopia ottica e spettroscopia Raman.
3) Effetti biofisici: Nell'ambito del progetto H2020 LIFESAVER, è stato sviluppato un modello *in silico* per simulare i meccanismi di scambio a livello dell'interfaccia utero-placentare in fase prenatale, con particolare riferimento ai rischi per il feto connessi all'immissione di farmaci e sostanze chimiche. In particolare, con un metodo frattale, si è realizzato un modello anatomico computazionale dell'albero villoso all'interno della placenta umana. Inoltre, sono stati effettuati test *in vitro*, finalizzati all'analisi della tossicità cellulare di sostanze potenzialmente dannose per il feto.
***Risultati ottenuti*.** 1) Determinazione della frazione di massa di Co, Ta, Ga, La e Au in 8 campioni di LiB (massa 100 mg) con incertezza tipo relativa pari a 0.7%, 2.0%, 7.0%, 15% e 14%, rispettivamente. 2) Microplastiche: Sviluppo di modelli di analisi dati per il processing di immagini acquisite mediante microscopia ottica, finalizzati alla determinazione del numero, della taglia e dello stato di aggregazione di diversi tipi di microplastiche. 3) Effetti biofisici: Realizzazione di un modello *in silico* dell'albero villoso della

placenta umana e sviluppo di una procedura operativa standard per l'analisi della tossicità cellulare di sostanze potenzialmente tossiche per il feto.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Svolgimento di confronti internazionali e interlaboratorio
Obiettivi. Partecipazione a confronti internazionali organizzati negli ambiti 1) del "Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology" (CCQM) del BIPM, e 2) dell'International Atomic Energy Agency (IAEA).
Attività svolta. 1) CCQM: Conclusione del confronto chiave CCQM-NAWG-K181 "SARS-CoV-2 RNA copy number quantification", organizzato dal gruppo di lavoro "Nucleic Acid Analysis" (NAWG) sulla misura, tramite digital PCR, di SARS-CoV-2. Partecipazione allo studio pilota CCQM-CAWG-P197 "Proliferative stem cell number per unit area". Partecipazione al confronto chiave e studio pilota CCQM-K178/CCQM-P223 "Rare Earth Elements, Uranium and Thorium in Soil", organizzato dal gruppo di lavoro "Inorganic Analysis" (IAWG). 2) IAEA: Analisi dei risultati ottenuti nell'ambito di un confronto internazionale finalizzato alla validazione di software utilizzati nella misura di elementi in traccia in campioni solidi mediante INAA, con il metodo di standardizzazione k0.
Risultati ottenuti. 1) CCQM: Chiusura e preparazione del report finale del confronto chiave CCQM-NAWG-K181, preparazione delle misure dello studio pilota CCQM-CAWG-P197. Misura, con riferibilità SI, della frazione di massa di Ce, Eu, La, Sm, Sc e Tb in 8 campioni di suolo (massa 200 mg), con incertezza tipo relativa della media pari a 0.8%, 0.7%, 0.5%, 0.8%, 0.5% e 0.5%, rispettivamente. 2) IAEA: Validazione del software "k0-INRiM", grazie ai risultati ottenuti nell'ambito di un confronto internazionale organizzato dall'IAEA e pubblicazione del rapporto tecnico IAEA-TECDOC-2026.

Attività nell'ambito di organismi e gruppi di lavoro metrologici e/o normativi
Obiettivi. Contributo alle attività di gruppi di lavoro metrologici e/o normativi operanti in ambito BIPM, con particolare riferimento al 1) CCQM, al 2) "Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine" (JCTLM), e al 3) "Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration" (CCAUV).
Attività svolta. 1) CCQM: Partecipazione ai meeting semestrali di CAWG e NAWG in modalità online. 2) JCTLM: Partecipazione al gruppo di lavoro "Knowledge Transfer" del JCTLM, finalizzato allo sviluppo di materiale didattico per la selezione di materiali di riferimento per la misura di metalli o composti metallici in fluidi fisiologici e matrici biologiche. 3) CCAUV: Partecipazione al 14th Meeting del CCAUV presso il BIPM, dove è stata presentata l'attività di misura del rumore di cavitazione condotta all'INRiM.
Risultati ottenuti. 1) CCQM: Partecipazione a confronti di misura di acidi nucleici e cellule. 2) JCTLM: Preparazione di una lista di controllo delle non-conformità riscontrate dal JCTLM negli anni 2019-2022. 3) CCAUV: Realizzazione di prototipi per la misura dei segnali prodotti dalla cavitazione acustica.

Attività di networking tra NMI
Obiettivi. Attività nell'ambito delle reti European Metrology Network (EMN), all'interno di EURAMET.
Attività svolta e Risultati ottenuti. 1) EMN Mathmet: Contributo alla stesura dell'agenda strategica della rete, pubblicata nel 2023, e partecipazione al progetto "Measurement Uncertainty Training", con lo svolgimento di test sul software QMSys GUM. 2) EMN TraceLabMed: Supporto all'organizzazione di un workshop rivolto al settore dei dispositivi medico-diagnostici in vitro (IVD), e a confronti inter-laboratorio che rispondano alla normativa UE 2017/746 in termini di riferibilità dei dispositivi per l'IVD.

Supporto all'accreditamento
Obiettivi. Supporto ad ACCREDIA nel campo dei materiali biologici di riferimento per le biobanche.
Attività svolta e Risultati ottenuti. Nell'ambito della convenzione con ACCREDIA, si è fornito supporto all'accreditamento delle biobanche, in conformità con la recente norma UNI ISO 20387.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Attività rivolta al trasferimento tecnologico, consulenze e servizi tecnico/professionali
Obiettivi. Contratti, consulenze industriali e deposito di brevetti nei campi biomedicale, sanitario, farmaceutico e ambientale.
Attività svolta e Risultati ottenuti. Per applicazioni nei campi farmaceutico e ambientale, è stato testato un sensore di cavitazione sviluppato all'INRiM, si è attivata la procedura di deposito del brevetto italiano e sono stati avviati i primi contatti con aziende dei settori di interesse.

Didattica universitaria, scuole e formazione

Obiettivi. Formazione di studenti di III, II e I livello, e addestramento alla ricerca su temi relativi alle applicazioni nei campi biomedicale, metrologico, modellistico e della scienza dei materiali.

Attività svolta e Risultati ottenuti. Tutoraggio di 2 dottorandi del corso di Metrologia in convenzione con POLITO su temi inerenti lo studio di nanomateriali per applicazioni biomedicali (uno ha conseguito il titolo di dottore di ricerca nel corso dell'anno). Avvio di 1 borsa di dottorato presso POLITO sull'applicazione dell'IA nella diagnostica per immagini e di 1 borsa di dottorato presso UNITO sullo studio di materiali per la medicina rigenerativa. Tutoraggio, con tesi di laurea, di 1 studente di II livello in Scienze dei Materiali (UNITO); tirocinio formativo di 4 studenti di I livello (POLITO). Svolgimento di lezioni ed esercitazioni nel corso di II livello "Radiochimica" (UNIPV).

Organizzazione di eventi e Divulgazione scientifica

Obiettivi. Attività di divulgazione nei campi biomedicale, metrologico, modellistico e della scienza dei materiali attraverso il contributo all'organizzazione di workshop e conferenze, e la partecipazione a congressi con presentazioni su invito.

Attività svolta e Risultati ottenuti.

Organizzazione di eventi: Organizzazione della sessione *"Numerical Modeling and Micromagnetics"* nell'ambito della conferenza IEEE Advances in Magnetics. Organizzazione della sessione speciale *"RaCHy Project"* nell'ambito del workshop "Mathematical and Statistical Methods for Metrology". Organizzazione, in collaborazione con l'NPL e l'Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi, del secondo Stakeholder Workshop del progetto EMPIR iMet-MRI. Contributo all'organizzazione presso l'INRiM del corso *"La metrologia a supporto della risonanza magnetica: imaging quantitativo e sicurezza dei pazienti"*, nell'ambito della convezione INRiM-AIFM.

Presentazioni su invito: Contributo *"Metrology for molecular diagnostics: digital PCR as primary reference method"*, presentato alla "Droplet Digital PCR Conference" presso l'MBC (Torino). Contributo *"Micromagnetic modelling from 1D to 3D to efficiently simulate nanostructured magnetic materials and devices"*, presentato al 13th Joint European Magnetic Symposia (Madrid). Contributo *"From 1D to 3D Computational Micromagnetics for Realistic Simulations of Magnetic Nanomaterials and Nanodevices"*, presentato alla 68th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (Dallas), nell'ambito della sessione speciale *"Realism in Micromagnetics"*.

Settore ML5 – Magnetismo, materiali e spintronica
Responsabile: Gianfranco Durin

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Ansalone Domenico Patrizio	10,5					0,5	11
Appino Carlo	8		0,5	2,5			11
Barrera Gabriele	9			1	1		11
Basso Vittorio	8	2	1				11
Beatrice Cinzia	9		1	1			11
Celegato Federica	11						11
Coisson Marco	8,5	0,5	1			1	11
Durin Gianfranco	9,5		0,5			1	11
Ferrara Enzo	4	2	0,5	4	0,5		11
Kuepferling Michaela	9		0,5		0,5	1	11
Magni Alessandro	11						11
Martino Luca Ugo	9	0,5		0,5	0,5	0,5	11
Olivetti Elena Sonia	10				1		11
Pasquale Massimo	9	1,5	0,5				11
Sola Alessandro	8	2			1		11
Tiberto Paola	10					1	11
Toso Luca	2	6	1	1	1		11
Personale TD							
Banu Nicoleta	6	5					11
Murataj Irdi	5,5						5,5
Tot	***157***	***19,5***	***6,5***	***10***	***5,5***	***5***	***203,5***
Assegni di ricerca							
Di Pietro Adriano	11						11
Sharangi Purbasha	3						3
PhDs							
Ma Qitian	5,5						5,5
Rajput Uma	4						4
Personale associato							
Allia Paolo	3						3
Fiorillo Fausto	3						3
Tot	***29,5***						***29,5***
Totale	**186,5**	**19,5**	**6,5**	**10**	**5,5**	**5**	**233**

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Magnetismo nei materiali allo stato solido

Obiettivi. Studio e misura dei fenomeni magnetici nei materiali attraverso l'analisi dei processi di dissipazione di energia su scala strutturale da nano a bulk e simulazione del comportamento come induttori fino alla frequenza dei GHz; miglioramento delle capacità di misura delle grandezze magnetiche in un ampio spettro di condizioni operative: confronti di misura su materiali innovativi. (Obiettivi in linea con i Focal Point *Monitoring the environment and support the development of clean technologies, Supporting the quality of life and health* e *Improving the quality and impact of fundamental scientific research*).

Attività svolta. 1) Misure delle proprietà di materiali magnetici in un ampio spettro di frequenze e induzioni; 2) Analisi teoriche e definizione di modelli fisici per la descrizione dei fenomeni magnetici su diverse scale dimensionali; 3) Studio degli effetti dello stress e di modifiche strutturali e/o di composizione dei materiali; 4)

Studio sperimentale e teorico del processo di magnetizzazione (fino a 1 GHz) scalare e vettoriale, con attenzione ai fenomeni di dissipazione energetica in materiali nano/microcristallini, ferriti dolci e compositi magnetici dolci (Soft Magnetic Composites). Estensione delle capacità di misura magnetica ai minerali naturali: ambiente e beni culturali. Estensione delle tecniche di indagine su queste tipologie di materiali a modelli di machine learning; 5) Studio sperimentale e teorico del processo di magnetizzazione (fino a 10 kHz) con riferimento alla perdita di energia in acciai magnetici per motori elettrici e in materiali amorfi base-Fe con composizione utilizzabile nella progettazione di motori elettrici efficienti prodotti mediante *additive manufacturing* con *selective laser melting* (progetto EU-Pathfinder Am2SoftMag); 6) Misura della magnetostrizione in film sottili tramite microscopia a scansione di sonda (AFM) e studio degli effetti magneto-elastici indotti da campo elettrico in film sottili magnetostrittivi, mediante microscopia a forza magnetica (MFM); 7) Investigazione della micro- e nano-struttura magnetica di film sottili mediante microscopia a forza magnetica in campo e microscopia magnetoottica ad alta risoluzione 8) Studio dei processi di magnetizzazione in nanostrutture magnetiche mediante tecniche magnetometriche e misure di ipertermia; 9) indagine magneto-ottica del comportamento alle medio-alte frequenze di nastri amorfi ferromagnetici

Risultati ottenuti. 1) ottimizzazione delle proprietà magnetiche dei materiali in funzione delle loro applicazioni; 2) riduzione dei fenomeni di dissipazione nei processi di produzione/trasformazione di energia elettromagnetica; 3) estensione degli standard e delle capacità di misura a materiali innovativi, frequenze di lavoro crescenti (ICT) e nuove aree di applicazione correlate a energia, salute, ambiente e beni culturali; 4) pubblicazioni su riviste internazionali.

Materiali innovativi per la spintronica e il nanomagnetismo

Obiettivi. Preparazione di materiali innovativi ad alto impatto potenziale in campo 1) biomedico, 2) spintronico e sensoristico, 3) industriale. (Obiettivi in linea con i Focal Point *Monitoring the environment and support the development of clean technologies, Supporting the quality of life and health* e *Improving the quality and impact of fundamental scientific research*).

Attività svolta. *1)* Preparazione di nanostrutture e film sottili ottenuti da deposizione fisica-chimica da vapore e nanolitografia (convenzionale e self-assembly) o de-alligazione per applicazioni in catalisi, biomedicina, per studio di spin waves, di spin-Seebeck ed effetti termomagnetici, e per la magneto-meccanica. 2) preparazione per via chimica o fisica di nanoparticelle magnetiche anche core-shell in vista di possibili impieghi nel campo biomedico (agenti di contrasto per diagnostica tramite NMR, ipertermia magnetica o somministrazione guidata di farmaci); 3) preparazione di leghe magnetiche in forma massiva, con differenti proprietà funzionali (dolci, dure, magnetocaloriche, magnetostrittive) e per lo studio di effetti termoelettrici trasversi (effetti Nernst/Ettingshausen), tramite tecniche di solidificazione rapida (ad es. suction casting) e metallurgia delle polveri; 4) studio della tecnica sonochimica come mezzo di idrogenazione di leghe metalliche per la refrigerazione magnetica o l'immagazzinamento di idrogeno (collaborazione con ML4). 5) Crescita e caratterizzazione di film sottili con magnetoresistenza anisotropica per sensoristica biomedica (Nano4Brain); 6) deposizione di film multifunzionali costituiti da materiali magnetostrittivi accoppiati meccanicamente con substrati multiresponsivi di tipo piezoelettrico o fotoresponsivo, caratterizzazione magnetica in risposta a applicazione di campi elettrici (BeMAGIC) e a stimoli luminosi per applicazioni in magnetoelettronica; 7) realizzazione di composti magnetici di Heusler sotto forma di film sottili prodotti per sputtering o epitassia a fascio molecolare (collaborazione con ML1); 8) produzione di microfibre metalliche amorfe, ottenute per solidificazione rapida, per applicazioni biomediche.

Risultati ottenuti. 1) Perfezionamento delle competenze necessarie allo sviluppo di materiali innovativi per la biomedicina, la spintronica, la sensoristica e l'industria. Messa a punto di tecniche di deposizione di film di MnBi, tramite evaporazione con cannone elettronico, per lo studio di effetti termomagnetici 2) presentazione dei risultati ottenuti nel consesso dei progetti finanziati; 3) Studio delle proprietà termoelettriche trasverse (effetto Nernst) di campioni di MnBi con diverse proprietà magnetiche, ottenuti tramite metallurgia delle polveri. Analisi della dipendenza dalla microstruttura dell'effetto Nernst in campioni di FeGa con diverse concentrazioni di Gallio.

Spintronica

Obiettivi. 1) Spin Hall torque e correlazione magnetismo/trasporto nei bilayer metallo/ferromagnete. Progettazione di un sensore SOT. (progetto NextGen#10) 2) Dzyaloshinskii-Moriya Interaction (DMI): studio del'origine dell'interazione e conseguente classificazione dei materiali; affidabilità della misura (progetto Metrospin) 3) Spin waves and Magnonics: Studio teorico delle onde di spin o magnetizzazione in sistemi non-planari e con relazione di dispersione non-reciproca; 4) Effetto del campo elettrico sui fenomeni di interfaccia: comprensione teorica degli effetti di un campo elettrico sulle proprietà magnetiche di un film ultrasottile (Obiettivi in linea con i Focal Point *Monitoring the environment and support the development of clean technologies* e Improving the quality and impact of fundamental scientific research).

Attività svolta. 1) Spin Hall magnetoresistance su campioni bi-layer ferromagneti isolanti/metalli pesanti (Pt, W, Ta) a diverse geometrie e valutazione dello spin Hall angle e spin diffusion length. Studio della riproducibilità del Spin Hall angle. Studio con Angle Dependent magnetoresistance dell'iniezione di correnti di spin da isolanti

topologici (Sb_2Te_3) a ferromagneti. 2a) Studio della riproducibilità della misura DMI con MOKE sullo stesso wafer. 2b) proseguimento dello studio teorico della relazione tra gli invarianti di Lifshitz e i campi di gauge nei ferromagneti. 2c) Studio dell'affidabilità della misura della DMI con diverse tecniche sperimentali/teoriche e/o AI 3a) Studio delle onde di spin in geometria sferica e cilindrica. 3b) Studio degli effetti di non-reciprocità nella relazione di dispersione delle onde di spin. 3c) Studio della dispersione di onde di spin attraverso la fase acquisita; 4a) Studio a principi primi delle manipolazioni di strutture magnetiche chirali come conseguenza di cambiamenti strutturali mirati nei materiali magnetici 2D. Caratterizzazione di fingerprint della struttura per la forza e la direzione delle interazioni chirali in materiali a bassa simmetria. 4b) Modifica e conseguente validazione del codice micromagnetico MuMax3 per l'inclusione di interazioni chirali arbitrarie. Annesso studio dell'effetto di interazioni chirali arbitrarie sulla statica e la dinamica delle pareti di dominio in film ultrasottili. 4c) Studio di fattibilità circa la possibilità di implementare schemi di Machine Learning basati su database prodotti con simulazioni DFT per la predizione e caratterizzazione di interazioni magnetiche arbitrarie nei solidi. 5) Creazione di un setup per la misura magneto ottica di materiali magnetici in condizione di applicazione simultanea di campi magnetici e correnti elettriche; progettazione di sonde per la probe station per misure di magnetoresistenza

Risultati ottenuti. 1) valutazione della affidabilità della misura dello spin Hall angle in metalli pesanti, analisi dell'efficienza energetica di un sensore SOT e aspetti teorici dello spin Hall torque (paper); 2a) analisi della dispersione dei dati di misura della costante di DMI (presentazione JEMS 2023, DMI review) 2b) comprensione degli effetti del campo di gauge sull'interazione DM (paper); 3) studio teorico e sperimentale delle onde di spin o magnetizzazione in sistemi non-planari (paper), comprensione dell'influsso di parametri (come per esempio la DMI) sulla non-reciprocità della relazione di dispersione (paper); 4) Stima quantitativa dell'effetto del campo elettrico sui valori di anisotropia perpendicolare e di DMI, e utilizzo di questi risultati per spiegare risultati sperimentali ottenuti nell'ambito del progetto MagnEFi, con pubblicazioni congiunte; 5) setup di misura funzionante e sua applicazione in selezionati test-cases; approccio probe card in pianificazione; 6) Predizione analitica e numerica del comportamento delle pareti di dominio in presenza di interazioni chirali arbitrarie con scoperta di effetti nuovi sulla statica e la dinamica (paper); 7) Scoperta di transizione da una fase antiskyrmionica ad una fase skyrmionica mediante rottura di simmetria mediata dalla mobilità di atomi di ossigeno nel magnete 2D VO2 (paper in preparazione); 8) Dimostrazione dei ridotti effetti di fase di un campo elettrico sulle spin waves magnetostatiche su sistemi ordinari di Pt/Co/MgO (paper in correzione)

Machine learning e intelligenza artificiale

Obiettivi. Si vuole introdurre l'uso del machine learning e dei metodi dell'Intelligenza Artificiale in problemi sia strettamente legati al magnetismo che più in generale legati al problema dell'incertezza e alla sua propagazione in sistemi diversi che richiedono questo tipo di approccio (in collaborazione con AE). In particolare: 1) studio della risposta della suscettività magnetica complessa a campi elettromagnetici alternati in nanoparticelle superparamagnetiche e bloccate mediante approcci numerici e di machine learning; 2) classificazione di manufatti di ossidiana provenienti dal bacino del Mediterraneo mediante analisi morfologica e chimica abbinata a machine learning; 3) studio dei processi di controreazione per la misura di cicli di isteresi in regime di induzione sinusoidale mediante processi di machine learning; 4) Quantificazione dell'incertezza con metodi bayesiani per l'Image Segmentation e reti di misure in ambiente marino (Obiettivi in linea con i Focal Point *Monitoring the environment and support the development of clean technologies, Digital transformation and industrial transitions, Supporting the quality of life and health* e *Improving the quality and impact of fundamental scientific research*)

Attività svolta 1) Generazione di synthetic data di cicli di isteresi di nanoparticelle superparamagnetiche, interagenti e non, e bloccate, e di loro risposta a campi magnetici alternati, in funzione di parametri intrinseci (es. saturazione, anisotropia) o di misura (es. temperatura, frequenza); uso di tali dati per il training di appositi modelli di machine learning per prevedere le perdite per isteresi e la risposta in frequenza allo stimolo esterno in condizioni simulanti l'ipertermia magnetic e il magnetic particles imaging; 2) combinazione delle proprietà morfologiche ottenute mediante analisi di immagini SEM e chimiche mediate EDX per addestrare appositi modelli di machine learning atti ad individuare la provenienza di manufatti di ossidiane; 3) studio preliminare delle serie temporali di controreazione generate da un operatore umano esperto al fine di individuare possibili modelli di machine learning atti a velocizzare il processo di controreazione e a minimizzare l'attuale approccio trial-and-error; 4) Uso di metodi di Machine learning per la regressione di dati marini (in particolare, di Ossigeno disciolto in acqua) ottenuti dall'analisi delle variabili indipendenti che determinano la quantità misurata (in particolare, la temperatura e la conducibilità); Previsione della concentrazione di Ossigeno basata sui dati storici e sui dati meteorologici (paper in preparazione)

Risultati ottenuti: Due presentazioni a congresso su invito (ICRTP 2023, MMM 2023).

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Metrologia magnetica
Obiettivi. 1) Miglioramento e consolidamento della metrologia nell'abito del magnetismo e dei materiali magnetici; 2) Anticipazione dei bisogni metrologici nei campi della spintronica e del nanomagnetismo.
Attività svolta. 1) Conclusione e analisi dei dati del round robin relativo alle misure di perdita su Epstein e SST (progetto HEFMAG). Evoluzione della strumentazione del laboratorio di magnetismo con duplicazione dei wattmetri ed estensione delle condizioni di misura in vista di possibili nuove CMC per diverse attività di ricerca e sviluppo. Misura magnetica in regimi non convenzionali (nuovi materiali commerciali di spessore ridotto, alta temperatura (T<155°C), alta frequenza, flusso distorto, presenza di effetto pelle, flussi bidimensionali). Realizzazione di esperimenti di risonanza magnetica nucleare tramite il metodo del rilassamento spontaneo; 2) misura delle proprietà magnetiche di lamierini NO in condizioni di stress meccanico tensile e compressivo, 3) caratterizzazione delle proprietà magnetiche ad alte frequenze di ferriti usate per la saldatura induttiva di packaging alimentare (Tetra Pak).
Risultati ottenuti. Consolidamento e miglioramento delle CMC dichiarate. Rapporti tecnici sulla nuova strumentazione e sugli esperimenti effettuati. Pubblicazioni nel campo dei materiali magnetici.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Formazione e divulgazione scientifica
Obiettivi. 1) aumento della capacità di attrazione di laureandi e giovani ricercatori; 2) formazione di laureandi, dottorandi e giovani ricercatori; 3) ampliamento dell'offerta di attività didattiche di base e percorsi di approfondimento sull'elettromagnetismo attraverso risorse multimediali dedicate a studenti della scuola primaria e secondaria; 4) realizzazione di un kit con esperimenti portatili per la didattica del magnetismo (MagBox); 5) richiamo dell'interesse del pubblico verso i temi del magnetismo e delle tecnologie a esso associate; 6) trasferimento di competenze di misura e calibrazione nell'ambito delle grandezze magnetiche verso gli NMI spagnolo (CEM) e irlandese (NSAI), nel quadro del progetto europeo 21SCP02 TRaMM Traceability routes for magnetic measurements.
Attività svolta.
Corsi *"Magnetism, magnetic materials and measurements"* (III livello, Polito)
Corso "*Fisica dello stato solido e laboratorio: laboratorio (materiali magnetici)*" (Corso di I livello, Università del Piemonte Orientale)
Tutoraggio di tirocini e tesi di laurea triennale e magistrale e di dottorato. Co-tutoraggio (congiunto con la divisione AE) della borsa di Dottorato Nazionale in Intelligenza Artificiale (PhD-AI.it), Industria 4.0, sulla tematica "Fair and trustworthy Machine Learning".
Partecipazione ai progetti 'Batti il 5' e 'Settimane a scuola' per la divulgazione delle scienze nelle scuole primaria e secondaria di primo grado, anche attraverso la didattica a distanza
Partecipazione ai gruppi di lavoro *"Education & Outreach"* e *"AIMagn Colloquia"* dell'Associazione Italiana di Magnetismo, per la divulgazione e la disseminazione
Partecipazione al Centro Interdipartimentale per la Cristallografia Diffrattometrica (CRISDI) dell'Università di Torino
Tutoraggio di progetti di alternanza scuola-lavoro previsti dalla Legge 107/2015
Realizzazione di un kit didattico con esperimenti portatili per la didattica del magnetismo (MagBox) in collaborazione con il CNR e l'Associazione Italiana di Magnetismo (*AIMagn*)
Accoglienza di gruppi scolastici per attività didattiche e visite ai laboratori (progetto "Un giorno all'università");
Partecipazione ad eventi di public engagement (CICAP fest 2023)
Preparazione di video per YouTube di Early Stage Researchers del progetto MagnEFi di divulgazione scientifica sulle nuove pubblicazioni; Utilizzo di Twitter e Instagram per presentare e far conoscere il progetto
Realizzazione materiale didattico e corsi on-line e in presenza in INRiM volti al trasferimento di competenze sui materiali magnetici e le misure magnetiche, e su specifiche tecniche di misura e calibrazione.
Training in presenza per personale CEM e NSAI presso i laboratori del settore ML5.
Risultati ottenuti. 1) Tesi di laurea magistrale e di dottorato svolte nei laboratori del settore; 2) Primo kit didattico con esperimenti sul magnetismo (MagBox) disponibile per le scuole di ogni ordine e grado; presentato al CICAP fest (Padova 2023); 3) contributi allo sviluppo della società della conoscenza attraverso: la formazione di studenti delle scuole superiori, universitari, laureandi, giovani ricercatori, l'insegnamento diretto nelle scuole, le visite ai laboratori di ricerca; 4) divulgazione al grande pubblico delle tematiche di ricerca del settore per mostrare l'importanza per la società della ricerca nel campo dei materiali e dispositivi magnetici; 5) Materiale didattico e video formativi riguardanti materiali magnetici, misure, calibrazioni e tarature relativamente a grandezze magnetiche.

Trasferimento tecnologico

Obiettivi. Trasferimento di tecniche di misura e di modellizzazione avanzata per materiali magnetici tradizionali e innovativi.

Attività svolta. 1) Attività di disseminazione nell'ambito dei progetti europei EMPIR 19ENG06- HEFMAG, MagnEFi e BEMAGIC; 2) Promozione e svolgimento di contratti industriali con aziende italiane e straniere operanti nel settore elettrotecnico (Tetra Pak, Stellantis, Marcegaglia)

Risultati ottenuti. 1) Consolidamento del ruolo del gruppo nei confronti di stakeholders nazionali e internazionali; 2) Ampliamento del bacino d'utenza per l'attività di caratterizzazione dei materiali.

Divisione Metrologia applicata e ingegneria

Responsabile: Michela Sega

Risorse umane (TI + TD) al 31/12/2023
Ricercatori e Tecnologi: 48. Tecnici: 24

Ulteriori risorse umane
Assegnisti e Dottorandi: 8. Associati e incarichi: 4

Articolazione delle attività

La Divisione sviluppa la scienza metrologica e le tecnologie con attenzione all'ingegneria e alle necessità industriali. Nel quadro del Sistema Internazionale delle unità di misura, e secondo l'attribuzione all'INRiM delle funzioni di Istituto Metrologico Primario (L. 273/1991), la Divisione cura la ricerca metrologica per le grandezze di pertinenza, la realizzazione pratica e la disseminazione delle unità di misura delle grandezze meccaniche e termodinamiche e la disseminazione per le grandezze elettriche, anche in risposta alle nuove opportunità offerte dalla ridefinizione delle unità del SI. Svolge inoltre attività di ricerca inerenti il monitoraggio ambientale e il clima, l'impiego razionale dell'energia, lo sviluppo di tecniche metrologiche per il mondo della digitalizzazione. Per rispondere a queste esigenze, la Divisione è strutturata in cinque settori scientifici omogenei e tematici.

SETTORE	DESCRIZIONE
AE1: Metrologia della massa e grandezze apparentate (Alessandro Germak)	L'attività è rivolta a mantenere i campioni e disseminare le unità delle grandezze di competenza (masse, volumi, densità, portate di liquidi, portate e volumi di gas, pressioni e vuoto, forze, durezze, gravità), a condurre attività di ricerca per lo sviluppo di nuovi sistemi e metodi di misura e taratura e per l'estensione delle capacità di misura e taratura, anche legati alle possibilità offerte dal nuovo SI.
AE2: Metrologia della lunghezza (Marco Pisani)	L'attività è indirizzata al mantenimento e alla disseminazione dei campioni delle grandezze dimensionali, alla conduzione di ricerche per migliorare le conoscenze, sviluppare dispositivi e tecniche nei campi della nanometrologia, delle misure industriali, della ricerca spaziale. Le attività connesse all'interferometria X/ottica (COXI), sono volte alla creazione di un nodo europeo presso INRiM a supporto degli NMI.
AE3: Misure elettriche ed elettroniche (Pier Paolo Capra)	L'attività ha l'obiettivo di condurre ricerca e sviluppo nell'ambito della metrologia elettrica primaria, anche in riferimento al mantenimento dei campioni materiali e delle scale. Un ulteriore contributo importante, alle realtà produttive del territorio, deriva dai laboratori di alte tensioni e forti correnti (LATFC) che permettono l'esecuzione di prove di importanti parametri elettrici, tra i quali: misure di corto circuito, capacità di stabilimento ed interruzione o prove di tenuta di breve durata, prove di sovratemperatura, prove ad impulso atmosferico, misure di scariche parziali e prove a frequenza di rete.
AE4: Termodinamica fisica (Roberto Gavioso)	L'attività in questo settore è finalizzata a realizzare, mantenere e disseminare i campioni delle unità di misura delle grandezze termodinamiche, anche mediante lo sviluppo di metodi di misura avanzati finalizzati alla realizzazione di nuovi campioni primari nel settore della termometria (acustici, a microonde, ottici) e alla determinazione delle differenze fra la temperatura termodinamica e la scala internazionale di temperatura. Vengono inoltre sviluppati sensori di temperatura innovativi anche basati su tecnologie quantistiche, generatori e campioni di umidità in matrice gassosa o solida. Le attività di ricerca sono rivolte alla misura di proprietà termofisiche di fluidi e materiali di particolare interesse scientifico o tecnologico in contesti aventi finalità ambientali, incluso il risparmio energetico, o di applicazione tecnologica e industriale.

AE5: Termodinamica applicata (Andrea Merlone)	L'attività è relativa alle applicazioni industriali e ambientali della termodinamica, nelle misure termiche, in processi radiativi e in chimica delle miscele gassose. Importanti tematiche di ricerca riguardano e si sviluppano per mezzo di misure in chimica dei gas e dell'acqua, misure termiche e termodinamiche in atmosfera, interazioni termodinamiche in criosfera, studio delle caratteristiche di sensori termici per aeronautica e meteorologia, metodi matematici a supporto della metrologia, applicazioni di metodi radiometrici e fotometrici allo studio di proprietà dei materiali.

La Divisione complessivamente è attiva nell'ambito delle tre missioni dell'INRiM (Ricerca e Sviluppo, Ruolo NMI, Trasferimento Tecnologico e Formazione), come descritto in dettaglio nelle schede dei Settori. Ha partecipato nel corso del 2023 a 57 progetti di ricerca e industriali, sia a livello nazionale sia internazionali, molti dei quali nell'ambito dell'*European Metrology Programme for Innovation and Research* (EMPIR) e della *European Partnership on Metrology* (EPM), di cui uno coordinato dalla Divisione (20IND06 PROMETH2O). La Divisione è stata inoltre attiva nella proposizione di proposte di progetto nei vari ambiti della *Call* EPM 2023, anche in collaborazione con le altre Divisioni, tre delle quali sono state classificate come finanziabili. Si segnalano inoltre, come iniziative di particolare rilievo la partecipazione della Divisione al progetto iENTRANCE@ ENL finanziato nell'ambito del PNRR su temi relativi al potenziamento della ricerca per la transizione energetica e al progetto di Twinning con la Georgia "*Strengthening of institutional as well as human capacities of Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM) according to the international/ EU best practices*". Nell'anno 2023 sono stati pubblicati 45 lavori su riviste internazionali indicizzate (di cui 42 con *Impact Factor*).

Nel corso del 2023, la Divisione ha partecipato alle attività, alle riunioni e alle conseguenti iniziative di quattro *European Metrology Networks* (EMN), reti costituite e approvate in seno ad EURAMET:

EMN for Climate and Ocean Observation, coordinata da NPL, che si propone di costituire una rete collaborativa in grado di fornire competenza metrologica per i numerosi *stakeholder* che effettuano e utilizzano misure per le osservazioni in ambito climatologico e oceanico. La rete è suddivisa in tre sezioni tematiche: *Atmosphere Observation, Ocean Observation, Land and Earth Observation*, coordinate rispettivamente da METAS, LNE, NPL. Il progetto EMPIR 18NET04 *ForClimateOcean*, a supporto della EMN, vede come partner interni finanziati esclusivamente i coordinatori della EMN e delle tre sezioni (NPL, LNE, METAS). La Divisione è attiva in tutte le sezioni della rete e ad essa afferiscono le persone di contatto sia della rete nel suo complesso sia delle singole sezioni; è inoltre coinvolta nello *strategy group* della rete. In questo contesto, ha fornito nel 2023 un contributo alla rete mediante attività di servizi metrologici e disseminazione, partecipazione attiva alle iniziative della rete, rappresentanza negli organismi internazionali rilevanti ai temi di interesse della rete, presentazione della rete in eventi internazionali, mantenendo e rafforzando le collaborazioni con i vari *stakeholder* sia a livello nazionale sia a livello internazionale. Nel corso del 2023 sono stati organizzati eventi a carattere generale della rete, ai quali l'INRiM ha garantito una attiva partecipazione. Nei giorni 14 e 15 giugno 2023 si è tenuta l'assemblea generale annuale (AGM) della EMN, ospitata dal METAS (Svizzera), in modalità ibrida. Il 4 e il 12 dicembre 2023 si sono tenuti, in modalità *online*, due *Multi-EMN Brainstorming Meeting in preparation of the Green Deal Call 2024*, organizzati in modo congiunto tra tutte le reti attivamente coinvolte nella call *Green Deal*, tra cui COO, POLMO, Energy Gases, Clean Energy, SmartGrids, Mathmet. In tale occasione sono state presentate e condivise possibili proposte di progetti, anche trasversali a più EMN.

EMN for Mathematics and Statistics, coordinata dall'INRiM dal 2022, in cui la Divisione, oltre al ruolo di *chair*, partecipa in collaborazione con la Divisione ML. La rete si propone di costituire un punto di riferimento per gli istituti metrologici, gli enti normatori, il mondo accademico e l'industria, sui temi della matematica e della statistica in metrologia, fornendo linee-guida, sviluppando codici di calcolo, incentivando la collaborazione all'interno di progetti scientifici e favorendo la disseminazione della conoscenza attraverso pubblicazioni, convegni dedicati e materiale didattico. L'INRiM è coinvolto nel progetto EMPIR 18NET05 MATHMET, finalizzato a favorire la rapida implementazione della EMN, terminato a maggio 2023. In questo contesto, la Divisione ha continuato a partecipare alla consultazione dei principali utenti scientifici, accademici ed industriali della rete, con particolare attenzione ai contatti con la *European Network for Business and Industrial Statistics* (ENBIS), in collaborazione con la quale ha organizzato, insieme al Politecnico di Torino, la terza edizione del *workshop* "*Mathematical and Statistical Methods for Metrology*" (MSMM 2023). Ha contribuito alla redazione

e pubblicazione della agenda strategica della EMN, nonché di un sistema di gestione di qualità, prodotto dal consorzio al fine di assicurare la qualità di dati, codici di calcolo e linee guida (*Quality Assurance Tools*). Inoltre, a partire dalla sua costituzione, ha ricoperto una posizione all'interno dello *steering committee* della rete, partecipando ai lavori del comitato stesso. Nel suo ruolo di coordinamento della rete, ha partecipato o dato supporto nell'organizzazione di una serie di eventi sia della rete sia in rappresentanza della EMN stessa. Il 2023 ha visto inoltre il coinvolgimento diretto nel proseguimento dell'attività di rete "*Measurement uncertainty training*", finalizzata al miglioramento della qualità, efficienza e disseminazione di attività formative sul tema della valutazione dell'incertezza di misura.

EMN on Advanced Manufacturing, coordinata dal PTB, che ha lo scopo di creare una rete europea stabile e sostenibile fra istituti di metrologia, altri enti di ricerca, università, e realtà industriali soprattutto innovative, per affrontare le sfide che la manifattura avanzata pone. La Divisione ha contribuito attivamente, anche ricoprendo il ruolo di *vice-chair* con responsabilità su una delle tre Sezioni, *Manufactured Components and Products*. Ha partecipato al progetto EMPIR 9NET01 AdvManuNet con ruolo di *Work Package Leader*; in particolare ha curato le fasi preliminari a partire dalla stessa definizione di manifatturiero avanzato. Ha contribuito alla redazione della bozza avanzate della SRA della rete, raccogliendo ed integrando i suggerimenti provenuti dagli stakeholder, e dal Consiglio degli Stakeholder in particolare.

EMN for Energy Gases, coordinata dal VSL. si pone come punto di riferimento europeo nel settore delle misure dei gas per l'energia, a supporto dell'Infrastruttura per la Qualità europea in un ambito in cui le infrastrutture metrologiche necessarie sono così complesse da non essere alla portata dei singoli Stati Membri. Questa rete metrologica prevede di supportare, in modo coordinato, gli organismi governativi di regolazione del mercato, quelli europei e internazionali di normazione, i produttori di strumentazione, i fornitori servizi TIC e gli utenti finali nella catena del valore. L'EMN ha creato una una piattaforma online che consente di trovare facilmente informazioni sui servizi forniti dai diversi membri facenti parte della rete. Attraverso questa piattaforma, unica e di facile utilizzo, la rete propone agli utilizzatori l'accesso ai servizi di misurazione delle proprietà del gas energetico disponibili in tutta Europa. Il sito web pubblicizza i servizi di misurazione e taratura, compresi quelli sviluppati nei precedenti programmi di ricerca metrologica europea EURAMET (EMRP ed EMPIR), tra cui anche quelli di INRiM. La Divisione svolge un ruolo attivo nella rete: ad essa afferiscono le due persone di contatto di INRiM e il rappresentante nello *Steering Committee* e ha contribuito alla revisione della SRA.

Nel corso del 2023, la Divisione, a cui afferisce la persona di contatto di INRiM, ha proseguito nelle attività legate alla costituzione della **EMN for Clean Energy**, anche partecipando attivamente al progetto EMPIR 20NET01 *Clean Energy* ad essa associato.

Ricerca e Sviluppo

Nel corso dell'anno 2023, per quanto concerne le attività nella **Metrologia della massa e delle grandezze apparentate**, si segnalano i seguenti risultati di rilievo:

- Nell'ambito del progetto EMPIR 19RPT02 RealMass è stato sviluppato il *software* "*RealMass Calibration*" per la realizzazione della scala di massa. Il *software* può essere utilizzato al livello degli istituti metrologici, ma anche nei laboratori accreditati per la taratura di campioni di massa. L'elaborazione è basata sul metodo Gauss Markov e sui moltiplicatori di Lagrange. Il *software* è distribuito gratuitamente in *open source* e rappresenta quindi anche un ottimo esempio di trasferimento tecnologico. L'attività ha dato origine a una pubblicazione sulla rivista internazionale *Measurement Science and Technology* (IF 2.4).
- La valutazione delle incertezze dei coefficienti di influenza delle prove di durezza, normalmente trascurate nella valutazione dell'incertezza tipo composta delle misurazioni. È stata applicata la legge di propagazione dell'incertezza tenendo conto dei contributi all'incertezza dei coefficienti di influenza, applicando la procedura è applicata ad un caso di studio che mostra come il metodo presentato può essere utilizzato per determinare i limiti di tolleranza dei parametri del ciclo di prova forniti nelle relative norme e verificare che le tolleranze effettive assicurino variazioni di durezza all'interno dell'incertezza prevista del metodo. I risultati sono stati oggetto di una pubblicazione sulla rivista internazionale

Measurement (IF 5.6).

- Lo studio dell'effetto di due parametri di influenza (velocità di applicazione del carico finale e l'intervallo di tempo della variazione della forza dal valore della forza preliminare al valore della forza totale), nelle misure di durezza Rockwell superficiali a diversi livelli per determinare i relativi coefficienti di sensibilità. È stata proposta una metodologia per il calcolo delle incertezze dei coefficienti di sensibilità tramite un metodo Monte Carlo applicato alla regressione lineare multipla al fine di considerare la variabilità sia delle grandezze di *input* che di *output* (incertezze calcolate anche con il metodo Monte Carlo). I risultati sono stati oggetto di una pubblicazione sulla rivista internazionale *Metrologia* (IF 2.4).
- Lo sviluppo un Digital Twin (DT) per un dispositivo di misurazione delle forze, che mira a migliorare i processi di taratura. È stato sviluppato un prototipo per la taratura statica e continua delle forze, con validazione del modello DT tramite misurazioni riferibili.
- La realizzazione di un nuovo campione ottico di pressione basato sulla misura dell'indice di rifrazione mediante un interferometro a multi-riflessione, sviluppato nell'ambito del progetto europeo 18SIB04 "QuantumPascal". Il campione, che risponde alle sfide della metrologia della pressione che è in una fase di profondo rinnovamento che mira ad un cambio di paradigma attraverso il quale la realizzazione del pascal sarà associato a metodi ottici "*quantum-based*", è allo stato dell'arte, si basa su un metodo originale e ha un'incertezza relativa di 10 ppm a 100 kPa. L'attività, condotta in collaborazione con il settore AE02, ha dato origine a una pubblicazione sulla rivista internazionale *Measurement* (IF 5.6).

Sulle tematiche della **Metrologia della lunghezza**, nel campo della ricerca aerospaziale, sono di particolare importanza i seguenti risultati conseguiti nell'anno 2023:

- Nell'ambito del progetto ESA-ATOM volto alla realizzazione di un sensore di assetto per satelliti, è stata realizzata una struttura a vuoto presso la galleria metrologica dell'INRiM per condurre test di strumenti ottici per missioni spaziali. La *facility* consiste di due camere ad apertura rapida equipaggiate con finestre ottiche e accessori, collegate fra loro da una camera cilindrica di 200 mm di diametro di lunghezza modulabile. La distanza di lavoro fra le due camere può essere estesa fino a oltre 30 m. Ogni camera è equipaggiata con una pompa turbomolecolare, chiusura a saracinesca, e banco ottico interno. Sarà inoltre dotata di termostati per i test termo-vuoto dei *payload* per temperature da -30 °C a 120 °C.
- Gli accelerometri a bordo delle missioni spaziali della Agenzia Spaziale Europea "JUICE" e "BepiColombo" sono stati progettati per misurare con grande accuratezza il campo gravitazionale delle lune di Giove e di Mercurio. La taratura di tali sensori a terra è complicata dalla presenza del rumore sismico naturale che è della stessa entità del segnale di misura in volo. La strategia di misura messa a punto in INRiM per la caratterizzazione di accelerometri per missioni spaziali interplanetarie si basa sulla generazione dinamica di piccoli angoli e sulla misura estremamente accurata degli stessi. La combinazione dell'angolo con l'accelerazione di gravità genera l'accelerazione di riferimento soddisfacendo i requisiti di missione (incertezza 100 ppm su 10^{-4} m/s^2). Entrambe le missioni sono attualmente in volo per le rispettive destinazioni.

Nell'ambito delle **Misure elettriche ed elettroniche**, nell'anno 2023 si segnalano i seguenti risultati di rilievo:

- Lo studio, condotto in collaborazione con le Divisioni ML e QN, relativo alla differenza ac-dc del convertitore termico (TVC), caratteristica fondamentale, influenzata da fattori come la frequenza e fenomeni termici e elettrici. A basse frequenze, domina l'effetto termico non lineare, mentre a medie frequenze sono gli effetti termoelettrici a prevalere. Alle frequenze più alte, gli effetti microonde diventano cruciali. Nel metodo di taratura basato su quanti, si applicano segnali di tensione calcolabili al TVC, poi si misura l'uscita. L'analisi del comportamento del TVC offre molteplici opportunità grazie alla flessibilità dei segnali di Josephson. I risultati sono stati oggetto di presentazione a un congresso internazionale.
- Il risultato di una collaborazione interdisciplinare con l'istituto IMAMOTER del CNR e il Politecnico di Torino è stato oggetto di una pubblicazione sulla rivista internazionale *Polymers* (IF 5.0). Le strutture ZnO a fiore (ZFL) e ad ago (ZLN) sono state messe nella resina acrilica UV-indurente (EB) per valutare l'effetto del riempimento sulla piezoelettricità. I compositi mostravano dispersione uniforme ma con più

riempitivo, gli aggregati aumentavano e il ZnO non si incorporava bene nella resina. L'aggiunta di riempitivo aumentava la temperatura di transizione vetrosa (Tg) e diminuiva il modulo di immagazzinamento. Rispetto alla EB UV (Tg = 50 °C), il 10% di ZFL e ZLN aveva Tg di 68 e 77 °C. La risposta piezoelettrica era buona a 19 Hz; a 5 g, le tensioni RMS erano 4,94 e 1,85 mV per ZFL e ZLN (20% in peso). L'aumento della tensione RMS non seguiva il riempimento ma dipendeva dal ZnO. a sperimentazione ha dimostrato che i compositi polimerici hanno mostrato una risposta piezoelettrica significativa quando esposti a un'accelerazione di 19 Hz. È emerso che le tensioni di uscita RMS, misurate a 5 g, sono state molto promettenti: i film compositi contenenti ZFL hanno registrato una tensione di 4,94 mV, mentre quelli con ZLN hanno raggiunto 1,85 mV. Questi risultati indicano che i materiali testati hanno un potenziale considerevole per applicazioni piezoelettriche, nonostante le variazioni nel carico di riempimento.

Sulle tematiche della **Termodinamica fisica**, i risultati di maggior rilievo ottenuti nel corso dell'anno sono i seguenti:

- Lo sviluppo di uno spettrometro CRDS a cavità combinata di seconda generazione impiegato per determinare la frazione molare di H_2O in N_2 gassoso di elevata purezza. Le misure hanno dimostrato una riproducibilità statistica di 5 parti per miliardo con un tempo di integrazione di circa 0,2 s. Ciò ha permesso di ottenere una frazione minima rilevabile di acqua (limite di rilevazione) di 160 parti per trilione. Il lavoro è stato oggetto di pubblicazione sulla rivista internazionale *Sensors Actuators* (IF 4.6).
- Un lavoro di rassegna che illustra lo stato dell'arte dei calcoli *ab initio* di proprietà termofisiche di atomi e molecole e la loro applicazione alla metrologia dei fluidi, pubblicato sulla rivista internazionale *Journal of Physical and Chemical Reference Data* (IF 4.3).

Sulle tematiche inerenti la **Termodinamica applicata**, si segnalano come risultati di maggior rilievo:

- La pubblicazione, su richiesta da parte dell'*Editor* della rivista internazionale *Nature Physics* (IF 19.6), di un articolo che illustra come oggi collaborano Meteorologia e Metrologia. Solo nel 2010 i reciproci esperti e delegati si sono incontrati fisicamente a Ginevra per firmare un accordo di riconoscimento reciproco. Da quell'evento si è aperta una profonda collaborazione tra le due comunità, con scambio reciproco di esperti, progetti internazionali, sviluppo di linee guida e documenti condivisi. L'INRiM si è da subito posizionato in un ruolo trainante con il progetto MeteoMet, le attività in Artico e alta montagna, nuovi laboratori e siti di misura. L'articolo riporta questa collaborazione attraverso storie, progetti e fatti.
- La pubblicazione sulla rivista internazionale *Science of the Total Environment* (IF 9.8) dei risultati di uno studio multidisciplinare durato 54 mesi durante i quali è stata valutata la mutua influenza delle condizioni microclimatiche, tecniche di pulitura e prodotti conservativi sullo sviluppo della colonizzazione cianobatterica delle rocce arenarie del Parco Nazionale delle Incisioni Rupestri di Naquane (Italia, WHS UNESCO). Lo studio ha valutato la ricolonizzazione post-pulizia da parte dei diversi litobionti stagionalmente per 54 mesi utilizzando in combinazione tecniche di imaging, fluorimetria e colorimetria, per le quali sono stati sviluppati specifici protocolli di misura vista la peculiarità del sito e delle condizioni stagionali di misura.
- La pubblicazione di un lavoro di rassegna sulla rivista internazionale *Open Access Journal of Marine Science and Engineering* (IF 2.9) che presenta alcuni esempi di applicazioni metrologiche nell'ambito della ricerca oceanografica. Il *focus* specifico è rivolto alle attività svolte nell'ambito di cooperazioni di ricerca internazionali che possono essere di supporto agli oceanografi per consolidare la comparabilità dei dati legati al monitoraggio di alcune variabili oceaniche essenziali (EOV), acquisiti in diverse condizioni sperimentali, in luoghi e tempi differenti. Il monitoraggio dello stato degli oceani e della loro evoluzione sia nello spazio sia nel tempo riveste un'importanza fondamentale dato il massiccio impatto dei cambiamenti climatici con conseguente aumento di temperatura, acidificazione e stratificazione. In questo contesto, la metrologia è chiamata a dare un contributo sostanziale a supporto degli oceanografi verso un consolidamento degli approcci di misura già in uso mediante l'applicazione di corretti percorsi di riferibilità metrologica e di valutazione dell'incertezza. La pubblicazione rappresenta un importante esempio di collaborazione all'interno del settore AE05.

- La proposta e la validazione di un nuovo indicatore per la qualità di prodotti (per es. di tipo alimentare), quando diversi esperti conducano sul prodotto un'indagine sensoriale su diverse caratteristiche allo stesso tempo (per es. il colore, il gusto, l'odore) e, per ciascuna caratteristica, forniscano valutazioni di tipo ordinale. L'indicatore costituisce un'espressione della qualità del prodotto, legata all'entropia della distribuzione di probabilità delle risposte degli esperti, e permette di confrontare prodotti nominalmente identici provenienti da diversi produttori. Il lavoro è stato sviluppato nell'ambito del progetto IUPAC n. 2021-017-2-500 "*Harmonization of approaches to interlaboratory comparison of qualitative and related property values of a substance or material*", che ha lo scopo di proporre modelli statistici per il trattamento di dati qualitativi e ordinali ai i quali le usuali tecniche statiche (per dati quantitativi) non sono applicabili, ed è stato oggetto di pubblicazione sulla rivista internazionale *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* (IF 3.9).

Ruolo NMI

La Divisione mantiene 12 Campioni Nazionali e ne sviluppa e mantiene numerosi altri in tutti i settori scientifici di pertinenza. Nel 2023 sono risultati attivi 21 confronti internazionali di misura nei settori della massa e grandezze apparentate, lunghezza, termometria, elettromagnetismo. Sono stati emessi 1.250 tra certificati di taratura e misura, rapporti di prova e relazioni; dei certificati di taratura e misura, circa un quinto sono rivolti a laboratori e gruppi di ricerca dell'INRiM; sono state prodotte 72 relazioni di ILC; i documenti sono distribuiti nelle aree AUV, EM, L, T, M, F, MC.

La Divisione ha garantito nel 2023 la rappresentanza negli organismi metrologici europei e internazionali, anche come Delegato nazionale e componente nel BoD di EURAMET, come *chairperson* dell'EMN MATHMET e *vice-chair* nella EMN AdvaManuNet, e nei rispettivi comitati tecnici e gruppi di lavoro (TC-AUV, TC-F, TC-L, TC-M, TC-MC, TC-T di EURAMET, CCL, CCAUV, CCM, CCQM, CCT del CIPM), mantenendo anche la *Chairmanship* del WG *Environment* e la *co-chairmanship* del TG *Air Temperature* del CCT. In ambito IMEKO, mantiene il ruolo di delegato nazionale, la *Chairpersonship* dei TC 8 e TC 9 e la segreteria del TC 12. Ricopre inoltre i ruoli di *Chairmanship* nell'*Expert Team "Measurement Uncertainties*" del WMOSC-MINT INFCOMM, di *Chair-Rapporteur on Climate and reference stations – Commission of Climatology* – WMO. Garantisce la partecipazione come delegato nazionale a vari *expert team* del WMO e del GRUAN e in Eurachem.

Per l'anno 2023 si segnalano i seguenti risultati di rilievo principale.

Per quanto riguarda la **Metrologia della massa e delle grandezze apparentate**, si segnalano i seguenti risultati di particolare rilievo:

- Il confronto tra la macchina campione di forza da 100 kN (MCF100) e la macchina campione di forza da 1000 kN (MCF1000) a due livelli di forza di 50 kN e 100 kN. I risultati confermano la compatibilità delle due macchine e l'adeguatezza della macchina sotto test da 100 kN.
- Il ruolo di istituto pilota nel confronto chiave EURAMET.M.F-K2.a sulle misure di forza a 50 kN e 100 kN. Il confronto prevede la partecipazione tre NMI in ambito EURAMET e uno in ambito GULFMET. Le misure sono iniziate nel 2023 e proseguiranno nel 2024..
- Il ruolo di istituto pilota nel confronto chiave EURAMET.M.P-K15.2 sulle misure di pressione assoluta nell'intervallo compreso tra 0.3 mPa e 1 Pa. Il confronto prevede la partecipazione di otto istituti metrologici, è tuttora in corso e le misurazioni si protrarranno fino alla fine dell'anno 2024

Per quanto concerne la **Metrologia della lunghezza**, si segnalano, come risultati di particolare rilievo:

- Il coordinamento come istituto pilota del confronto chiave EURAMET.L-K3.n01, relativo alle misure angolari. Vi partecipano 22 istituti provenienti da 4 diverse RMO: 13 NMI da EURAMET, 6 da APMP, 2 da COOMET e 1 da GULFMET. La circolazione è cominciata nel 2021 e si è conclusa a fine 2023.
- I blocchetti pianparalleli sono campioni materiali di lunghezza e costituiscono la base delle riferibilità dimensionale. Essi sono parallelepipedi di acciaio o ceramica la cui distanza fra due facce contrapposte, dette di misura, costituisce la caratteristica d'interesse. Si distinguono in corti ($l \leq 100$

mm) e lunghi (100 mm ≤ l ≤ 1 000 mm) per le caratteristiche e procedure di taratura (vedi ISO 3650). Il Confronto chiave CCL K1.2011 ha confrontato le CMC di 12 NMI (4 europei, 4 americani, 3 asiatici e 1 africano) su 7 blocchetti corti in acciaio (0,5 mm – 100 mm), 6 in ceramica (3 mm – 90 mm) e 3 blocchetti lunghi in acciaio (152,4 mm = 6 in – 508,0 mm = 20 in). Per ogni blocchetto s'è stabilito un valore di riferimento mediante una media pesata dei valori ottenuti dai partecipanti. La misura ottenuta da ciascuno è stata ritenuta compatibile con il valore di riferimento, dimostrando la CMC, se l'errore normalizzato EN (pari al rapporto fra lo scostamento e la sua incertezza estesa) è risultato minore di 1 in valore assoluto. Il confronto s'è concluso con l'approvazione di tutti i risultati e dell'Executive Report solo nel 2023 (Rapporto Finale pubblicato nel 2022), a dimostrazione della complicazione e delicatezza del confronto. Il confronto ha auto esito positivo, cioè i risultati sono stati sufficientemente coerenti nel complesso da convalidare l'intera operazione. Ciononostante, 10 partecipanti su 12 non hanno ottenuto compatibilità piena per tutti i valori misurati ($|E_N| > 1$), e di questi 4 hanno registrato almeno una deviazione significativa dal valore di riferimento ($|E_N| > 1{,}5$). L'INRiM ha ottenuto compatibilità piena per tutti i valori, con valori di $|E_N| \leq 0{,}54$ per i blocchetti corti in acciaio (incertezza tipo u = 19 nm su 100 mm), di $|E_N| \leq 0{,}35$ per quelli in ceramica (u = 18 nm su 90 mm) e di $|E_N| \leq 0{,}61$ per quelli lunghi (u = 39 nm su 508 mm).

Sul fronte delle **Misure elettriche ed elettroniche**, si segnalano i seguenti risultati di particolare rilievo per l'anno 2023:

- L'esecuzione del confronto BIPM.EM-K13.a (1 Ω) e BIPM.EM-K13.b (10 kΩ) tra il BIPM e l'INRiM. Il confronto ha avuto esito positivo in quanto le misure dell'INRiM e del BIPM sono risultate compatibili rispetto le loro incertezze estese. In particolare queste differenze sono risultate pari a $-0{,}074 \pm 0{,}134\times10^{-6}$ e $-0{,}045 \pm 0{,}174\times10^{-6}$ rispettivamente a 1 Ω e 10 kΩ a 2σ. Il rapporto finale del confronto è stato pubblicato sulla rivista internazionale *Metrologia* (IF 2.4).
- La pubblicazione sulla rivista *Open Access Mapan* (IF 1.0) di un lavoro condotto nel campo delle alte resistenze. Un ponte di alta resistenza è stato ottimizzato nell'intervallo 10 TΩ ÷ 100 TΩ. La migliore procedura di misura prevede più passaggi, in cui ad ognuno viene aggiornato il valore del resistore in taratura ed in cui al terzo si ottiene la deviazione standard più bassa e la distribuzione delle misure approssimativamente normale. Questo per il raggiungimento del regime di rumore bianco e per il bilanciamento del ponte prossimo all'ideale. Strumenti statistici sono state utilizzati per identificare il rumore bianco. Si sono applicate regole di triangolazione per validare sia il processo di misura che il modello per estrapolare i valori dei resistori campione a basse tensioni.
- L'attività in collaborazione con la Divisione QN relativa a ponti comparatori a corrente continua (DCC), cavalli di battaglia della metrologia della resistenza primaria nell'intervallo di resistenza intermedio. Con un'accuratezza del rapporto che raggiunge il 10^{-7} o meglio, consentono la realizzazione di scale di resistenza e la taratura di resistori standard d'arte per i clienti. È stato condotto un confronto sulle prestazioni di tre ponti DCC commerciali, eseguendo misurazioni su resistori in rapporti decimali (da 1 Ω a 10 kΩ) di altissima stabilità in un ambiente termostatato. I risultati, oggetto di pubblicazione sulla rivista internazionale *Measurement* (IF 5.6), mostrano che i tre ponti forniscono risultati reciprocamente compatibili entro le specifiche del produttore, convalidando quindi reciprocamente i ponti; tuttavia, le serie temporali delle letture mostrano un comportamento statistico abbastanza diverso, con correlazioni interne, rendendo non banale la valutazione dell'incertezza di misura di tipo A.

Per quanto riguarda la **Termodinamica fisica**, sono di particolare rilievo:

- I risultati dell'INRiM nell'ambito del confronto chiave del CCT-*Key Comparison* 9 "ITS-90 SPRT calibration from the Ar TP to the Zn FP", con ottimo accordo con i valori di riferimento per tutti i punti fissi compresi fra 84 K (Ar) e 693 K (Zn). Il rapporto finale del confronto è stato pubblicato sulla rivista internazionale *Metrologia* (IF 2.4).
- La pubblicazione del rapporto dei risultati del confronto interlaboratorio EURAMET P1459 – ATM – *Air Temperature Metrology*.

Per quanto concerne la **Termodinamica applicata**, tra I risultati di maggiore rilievo si segnalano:

- Il coordinamento del Progetto EURAMET TC-Q n. 1582 "*On-site peer review of GEOSTM*", nato nell'ambito del Progetto di Twinning finanziato dalla EU "*Strengthening of institutional as well as human capacities of Georgian National Agency for Standards and Metrology (GEOSTM) according to the international/EU best practices*". Si tratta di un progetto di audit del QMS del GEOSTM, istituto metrologico della Georgia, per la valutazione della sua conformità rispetto alle norme internazionali ISO/IEC 17025 e ISO 17034 che lo scopo di dare supporto allo sviluppo e al miglioramento dei processi del GEOSTM e fornire un valido strumento per il miglioramento del riconoscimento a livello internazionale e per confermare il raggiungimento dei requisiti del CIPM MRA. La sua attivazione è fondamentale per dare supporto alla Georgia nel suo ingresso in EURAMET.
- La pubblicazione sulla rivista internazionale *Pure and Applied Chemistry* (IF 1.74) della Guida IUPAC/CITAC "*Evaluation of risks of false decisions in conformity assessment of a substance or material with a mass balance constraint*", prodotto finale del progetto IUPAC n. 2019-012-1-500 "*Influence of a mass balance constraint on uncertainty of test results of a substance or material and risks in its conformity assessmen*t". Presenta un'impostazione di statistica bayesiana (con relativi codici di calcolo) per la valutazione del rischio di decisioni errate nella valutazione di conformità di prodotti multicomponente quando le componenti del prodotto sommano a 1 o al 100 % (per es. nella composizione chimica di una lega o di altri prodotti chimici o alimentari). Il vincolo di massa introduce una correlazione fisica tra i valori delle compenti, che può andare ad aggiungersi a quelle metrologiche eventualmente presenti tra le rispettive misure: i modelli sviluppati accomodano queste correlazioni permettendo una corretta valutazione di conformità dei prodotti.
- La pubblicazione su *Acta IMEKO* di un articolo che descrive nel dettaglio i risultati di tre diverse *survey* effettuate all'interno della *Measurement Uncertainty Training Activity* della EMN Mathmet, in particolare una sui corsi relativi all'incertezza di misura tenuti dai membri del consorzio e da alcuni stakeholder dell'attività, una sui casi studio già sviluppati utili per l'insegnamento della materia, ed un'altra sui software al momento disponibili per la valutazione dell'incertezza. I risultati vengono presentati in forma aggregata e analizzati criticamente nei loro aspetti di forza e in quelli di debolezza, fungendo allo stesso tempo da panoramica aggiornata sullo stato dell'arte dell'insegnamento dell'incertezza di misura (ai vari livelli e nei vari settori) e da punto di riferimento per ulteriore materiale didattico per docenti e discenti della materia

Campioni nazionali (DM 591/1993)

AE1	Grandezza massa, unità di misura kg, copia n. 62 del Kilogrammo Prototipo Internazionale (KPI) in platino iridio
AE1	Grandezza forza, unità di misura N, realizzazione macchine campione di forza da 1 N a 10 MN
AE1	Grandezza massa volumica, unità di misura kg/m^3, realizzazione sfere di silicio cristallino
AE1	Grandezza pressione, unità di misura Pa, realizzazione impianto ad espansione dinamica e statica, bilance di pressione (liquido o gassoso).
AE1	Grandezza portata in massa di liquidi, unità di misura kg/s, realizzazione impianto campione
AE2	Grandezza metro, unità di misura m, campione di lunghezza d'onda (laser stabilizzati e pettine di frequenza)
AE2	Grandezza angolo piano, unità di misura rad, realizzazione impianto campione
AE3	Grandezza tensione elettrica, unità V, sorgenti di tensione continua allo stato solido
AE3	Grandezza resistenza elettrica, unità Ω, resistori campione nel campo 1 Ω 100 TΩ
AE4	Grandezza temperatura termodinamica, unità K, Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (STI-90) tra 24.6 K e 273.16 K mediante termometro a resistenza di platino a capsula (6 campioni)
AE4	Grandezza temperatura termodinamica, unità K, Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (STI-90) tra 83.8 K e 1235 K mediante punti fissi (9 campioni)
AE4	Grandezza temperatura termodinamica, unità K, Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (STI-90) tra 1235 K e 2500 K mediante termometro a radiazione monocromatico (2 campioni)

Altri campioni

AE1	Grandezza durezza, unità punti della scala, realizzazione durometri (scale: Rockwell, Vickers, Brinell)
AE1	Volume di solidi e liquidi, unità di misura m^3, realizzazione campioni di volume

AE1	Densità di liquidi, unità di misura kg/m^3, realizzazione campioni di densità
AE1	Accelerazione di gravità locale, unità di misura m/s^2, realizzazione: gravimetro assoluto trasportabile
AE1	Accelerazioni dinamiche, unità di misura m/s^2, realizzazione: tavole vibranti e banco di shock
AE1	Portata di gas, unità mol/s, g/s L/s, realizzazione impianti campioni
AE2	Campioni interferometrici per misure dimensionali di righe ottiche, anelli, tamponi, campioni a facce, diametrali, scalini e rugosità delle superfici
AE2	Campioni per la nanometrologia e la metrologia a coordinate
AE3	Trasferimento ac-dc: trasferitori termoelettrici ac-dc ad array e Transfer Standards nell'intervallo 2 mV ÷ 1000V, 10 Hz ÷ 1 MHz
AE3	Divisori di tensione continua 1 mV ÷ 1000V
AE3	Derivatori in dc e cc nell'intervallo 1 mA – 100 A e per forti correnti fino a 100 kA
AE3	Sorgenti di tensione continua allo stato solido tipo FLUKE 732 A e B da 1 V, 1.018 V e 10 V
AE3	Attenuatori ac e dc
AE3	Sensori di potenza ac in alta frequenza
AE3	Trasformatori amperometrici fino a 10 kA
AE3	Condensatori e partitori capacitivi per misure fino a 700 kV
AE4	Termometri a resistenza di platino campione, nel campo di temperatura da -190°C a 960°C
AE4	Termometri campione per tarature di termometri a resistenza, termocoppie, termometri a liquido e catene termometriche in bagni termostatici nel campo da -90 °C a 550 °C
AE4	Termometri e termocoppie campione per tarature di termocoppie in tubo termoconvettore a controllo di pressione nel campo da 450 °C a 900 °C
AE4	Termocoppie campione per tarature di termocoppie in forno comparatore nel campo da 850 °C a 1100 °C
AE4	Termocoppie campione per tarature di termocoppie in forno tubolare nel campo da 1064 °C a 1530 °C
AE4	Punti fissi dell'argento e del rame per la realizzazione della STI-90 al di sopra di 962 °C mediante termometro monocromatico a radiazione
AE04	Punti fissi di: indio, stagno, zinco, alluminio, argento e rame per l'approssimazione della STI-90 nel campo di temperatura da 156 °C a 1084 °C mediante tecniche di termometria a radiazione
AE4	Scala di umidità: temperatura di brina/rugiada da –95 °C a +95 °C
AE4	Scala di umidità relativa dal 5% al 95 % con temperatura dell'aria da -10 °C a 70 °C
AE4	Termometri campione per tarature di termometri a resistenza, termocoppie e catene termometriche in aria in ambiente termostatico nel campo da -70 °C a 180 °C
AE5	Miscele gravimetriche primarie di CO_2 in aria e azoto

Trasferimento tecnologico (Knowledge Transfer)

La Divisione sostiene iniziative di trasferimento tecnologico a livello nazionale e internazionale mediante molteplici attività, come meglio delineato nelle schede di dettaglio dei settori. Nel 2023, oltre al consueto supporto ad ACCREDIA DT e DL, ha eseguito attività di *peer review* presso vari NMI stranieri e fornito servizi di *technical assessment* per diversi enti di accreditamento stranieri. Ha partecipato all'attività di normazione nazionale e internazionale, a commissioni tecniche di settore e garantito la presenza in tavoli tecnici del MISE per le grandezze e settori di pertinenza.

A livello della Divisione, in cooperazione tra i vari settori, si segnala, nell'ambito della *Summer School* 2023 di ACCREDIA organizzata in collaborazione con l'INRiM, il contributo contribuito con docenze sia nella sessione teorica generale, sia in quella tecnico-pratica. In particolare: corso "Elementi di statistica e valutazione dell'incertezza", strutturato in due mezze giornate on-line (AE05); corso "Strumenti per pesare e micro-dosatori", strutturato da una sessione formativa teorica e da una sessione tecnico-pratica svolta presso i laboratori dell'INRiM, con una durata totale di quattro giorni (AE01); corso "Strumentazione elettrica in bassa frequenza" strutturato in una sessione teorica della durata di due giorni e una sessione pratica svoltasi in laboratorio della durata di 3 giorni (AE03).

Per quanto riguarda le **Misure elettriche ed elettroniche**, si segnala l'ingente attività di prova condotta presso il laboratorio LATFC.

Si segnala inoltre la pubblicazione sulla rivista *Mapan* (IF 1.0) dei risultati di studi condotti su cavi con capicorda crimpati, spesso utilizzati nei laboratori di prova nei test sovra temperatura per validare i dispositivi elettrici.

L'aumento della resistenza delle connessioni crimpate causa dissipazioni di potenza e calore durante le prove, pregiudicandone l'esito. Questo lavoro valuta l'effetto delle sollecitazioni termiche sulla resistenza di tali connessioni che risulta più sensibile a queste he rispetto alle sollecitazioni meccaniche. Un limite della potenza dissipata durante i test di sovratemperatura è risultato circa 4 W pari ad una resistenza di 24 μΩ a 400 A. Il rispetto di questi limiti eviterebbe inutili scarti di apparecchiature in prova.

Per quanto riguarda la **Termodinamica fisica**, un risultato di particolare rilievo è stata l'organizzazione e la presidenza dell'*Annual Meeting* della IAPWS *Executive Committee and Working Groups* 2023, inclusa l'organizzazione di un simposio dal titolo "*Underpinning the Seawater Science*", che ha visto la partecipazione di scienziati (circa 80) provenienti da 20 Paesi diversi (Torino, 3-8 settembre 2023)

Per quanto riguarda la **Termodinamica applicata**, tra i principali risultati di rilievo per l'anno 2023 si annoverano:

- L'organizzazione del congresso internazionale *Metrology for Meteorology and Climate* – MMC 2023. I migliori metodi per misurare i fenomeni meteorologici e i cambiamenti climatici sono stati al centro delle giornate di studio che dal 22 al 30 settembre2023 hanno visto scienziati provenienti dai cinque continenti riuniti a Torino per sessioni scientifiche, meeting internazionali e progetti. I temi discussi hanno spaziato dalle misure meteorologiche "classiche" ai metodi innovativi per comprendere i fenomeni climatici, inclusi quelli oceanici, alpini, artici, in alta atmosfera e in grotta. I ricercatori, tra l'altro, sono stati condotti al laboratorio sotterraneo delle grotte di Bossea (Cuneo), per la presentazione della rinnovata rete di sensori installati dall'Inrim con il Politecnico di Torino e il Cai. Il 28 settembre è stata inaugurata inoltre la prima Stazione climatologica di riferimento italiana, gestita dall'Inrim insieme alla Società meteorologica italiana e ospitata nel parco di Stupinigi. Il sistema andrà a contribuire al nascente network mondiale di stazioni climatologiche di massimo livello, interconnesse tra loro; il GSRN del GCOS. L'INRiM si candida quindi come centro di eccellenza nella metrologia per il clima, offrendo laboratori unici e una rete di siti di misura sperimentali. Il sito avrà anche una marcata connotazione divulgativa, grazie a una nuova installazione didattica sul clima, voluta dal Comune di Nichelino (Torino). La serie di eventi ha visto la presenza di un autore dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), vincitore del Nobel per la pace nel 2007, di membri delle segreterie scientifiche delle commissioni delle Nazioni unite per clima e meteo, con direttori e dirigenti ricercatori rappresentanti nazionali a Ginevra.
- L'organizzazione del *three-day training workshop "An introduction to measurement uncertainty for young and early career marine scientists*" nell'ambito del progetto H2020 MINKE "*Metrology for Integrated marine management and Knowledge-transfer nEtwork*". Il *workshop*, ospitato dall'INRiM dal 25 al 27 settembre 2023, era rivolto a giovani scienziati, studenti e operatori nel campo delle scienze marine. L'evento, organizzato in modalità ibrida, è stato strutturato in tre giornate nelle quali sono stati trattati i seguenti temi: introduzione e panoramica sui principi dell'incertezza di misura; applicazione dell'incertezza di misura ai temi delle scienze marine con presentazione di *case study* specifici; visita ai laboratori dell'INRiM e tavola rotonda con discussione delle tematiche del *workshop*. Sono intervenuti circa 40 partecipanti, prevalentemente in presenza (6 da remoto).
- Il brevetto, depositato a livello Europeo, brevetto inerente il metodo di fabbricazione di materiali di riferimento per la taratura di strumenti di misura in grado di valutare il coefficiente di luminanza di materiali. L'invenzione consiste nella procedura di progettazione di un set di materiali di riferimento (RM) stampati in 3D e nei RM stessi utilizzabili per tarare gli strumenti che misurano la ripartizione spaziale della luce riflessa dai materiali (coefficiente di luminanza, BRDF). Il vantaggio maggiore è che questi RM sono molto flessibili nelle applicazioni, possono essere usati per tarare strumentazione fotometrica per la caratterizzazione sia degli asfalti sia di materiali generici per applicazioni di realtà virtuale. Inoltre, sono i primi RM completamente IoT effettivamente brevettati, in questo modo non sarà più necessario diffondere fisicamente i MR, ma solo la procedura di progettazione e il modello STL.
- L'organizzazione e co-*chair* della terza edizione del workshop congiunto di ENBIS ed EMN Mathmet "*Mathematical and Statistical Methods for Metrolgy*" (MSMM 2023). Il workshop (con il supporto organizzativo del PoliTo) ha avuto lo scopo di dare visibilità internazionale ai prodotti della EMN

Mathmet (quali la *Strategic Research Agenda* e i *Quality Assurance Tools*), nonché di presentare i risultati più significativi ottenuti dai progetti di ricerca condotti in seno a Mathmet. Ha visto la partecipazione, in presenza, di 72 persone provenienti da istituti metrologici e di ricerca, università e aziende di tutta Europa. Con un supporto di 30 membri internazionali del comitato scientifico, l'evento ha ospitato 2 presentazioni ad invito, 44 presentazioni orali, 7 poster, nonché 6 sessioni organizzate su tematiche specifiche inerenti a progetti EMPIR ed EPM

- Il contributo all'organizzazione e la partecipazione al *webinar* di presentazione dell'edizione italiana della Guida Eurachem/CITAC "Incertezza associata al campionamento nelle analisi chimiche". L'evento, organizzato congiuntamente dall'Istituto Superiore di Sanità, ACCREDIA, ALPI Associazione e INRiM, tenutosi a Roma, presso la sede di ACCREDIA il 9 e 10 marzo 2023, ha avuto l'intento di illustrare la Guida, la cui traduzione in lingua italiana è frutto di una collaborazione di vari enti nazionali (ACCREDIA, ALPI, ISS, INRiM, ISPRA) e promuovere la sua applicazione nei laboratori che operano in campo. Ha offerto indicazioni in merito alla valutazione dell'incertezza di misura dai dati della validazione, fornito esempi didattici e condiviso esperienze in vari settori che rappresentano lo stato dell'arte. Il *workshop* si è tenuto in modalità online per i partecipanti; tutti i relatori hanno partecipato in presenza. Ha avuto una vasta risonanza, con più di 800 iscritti. L'incertezza che deriva dal campionamento è una componente estremamente rilevante e il fatto che fino in tempi recenti non vi fossero linee guida o metodi normati rende il tema molto sentito da parte di coloro che operano nei laboratori chimici, come hanno dimostrato, oltre all'elevato numero di iscritti, i molti interventi da parte dei partecipanti durante le sessioni di discussione.

- La co-organizzazione della *Contributed Special Session* "*Measurement uncertainty*" alla conferenza ENBIS 2023. L'organizzazione della sessione rientra nelle attività del *Measurement uncertainty Special Interest Group* (MU-SIG) di ENBIS. I contributi presentati spaziano dalla valutazione dell'incertezza tramite tecniche bayesiane, a quella indispensabile per lo sviluppo di *Digital Twin* affidabili e riferibili, fino ad una presentazione relativa all'insegnamento dell'incertezza stessa (con riferimento alla *Measurement Uncertainty Training Activity* della EMN Mathmet).

- La partecipazione all'organizzazione della *Joint Conference of IMEKO TC8, TC11, TC24 and EUROLAB aisbl*, tenutasi a Funchal, nell'isola di Madeira (Portogallo). L'evento congiunto promosso da IMEKO TC8 (*Traceability in Metrology - new challenges and opportunities*), IMEKO TC11 (*Measurement in Testing, Inspection and Certification for confidence and safety*) e IMEKO TC24 (*New perspectives in Chemical measurements*) ha coperto diversi aspetti di interesse scientifico, portando esperti e professionisti a condividere idee e conoscenza sulle nuove sfide e opportunità nella riferibilità alle unità del SI, nei concetti di test, ispezione e certificazione e nuove prospettive nelle misurazioni chimiche. L'evento ha ottenuto una buona partecipazione internazionale, con 22 contributi provenienti da Paesi di tre continenti.



Conferenza "Metrology for Meteorology and Climate – MMC 2023" presso la Palazzina di Caccia di Stupinigi.

Settore AE1 – Metrologia della massa e delle grandezze apparentate
Responsabile: Alessandro Germak

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione (valenza economica)*	*Terza missione (valenza culturale)*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Facello Alessio	0,5	8,5	2				11
Germak Alessandro Franco Lidia	3,5	3	1	0,5	2	1	11
La Piana Gaetano	1	10					11
Malengo Andrea	5	4	1	1			11
Mari Domenico	7	3	1				11
Mazzoleni Fabrizio	2	8		1			11
Origlia Claudio	3	5				3	11
Orio Marina	4	7					11
Pasqualin Stefano	2,5	8				0,5	11
Piccato Aline	5,5	3	1,5			1	11
Prato Andrea	7	3	1				11
Romeo Raffaella	8	3					11
Santiano Marco [(1)]	4	1		4			9
Schiavi Alessandro	6	2	3				11
Spazzini Pier Giorgio [(2)]	3,5	4,0	0,5	0,5	0,5	1	10
Torchio Davide	2,5	8	0,5				11
Tot.	***65***	***80,5***	***12,5***	***7***	***2,5***	***6,5***	***173***
PhDs							
Rizza Pierluigi	2						2
Tot.	***2***						***2***
Totale	**67**	**80,5**	**12,5**	**7**	**2,5**	**6,5**	**175**

[(1)] 2 mesi uomo in AE02
[(2)] 1 mese uomo in AE05

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Massa

***Obiettivi*. 1)** Sviluppo di algoritmi e software per migliorare i metodi utilizzati per la realizzazione della scala di massa. **2)** Proposta di un nuovo metodo basato sulla valutazione di conformità per la validazione dei risultati dei confronti interlaboratorio e delle CMC.

***Attività svolta*. 1)** L'INRiM partecipa al progetto EMPIR 19RPT02 RealMass "*Improvement of the realisation of the mass scale*" ed è responsabile del WP3 "*Development of mathematical and software tools"*. **2)** È stato implementato un *software* in ambiente Matlab per la realizzazione della scala di massa. **3)** Nel *workshop* finale del progetto EMPIR RealMass svolto presso l'istituto CMI è stato presentato il nuovo software di taratura.

***Risultati ottenuti*. 1)** Realizzato il software "RealMass Calibration" per la taratura della scala di massa, Il *software* sarà reso pubblico sul sito INRiM **2)** È stato pubblicato sulla rivista MST un articolo sul software "RealMass Calibration" **3)** Il software "RealMass Calibration" è stato presentato al congresso CIM 2003 a Lione.

Portate e Volumi di liquidi

Obiettivi. **1)** Studio di fattibilità per lo sviluppo di un sensore per la misura indiretta dell'energia termica per via indiretta, senza la necessità della misura di portata. **2)** Taratura in regime statico e dinamico di misuratori di portata per combustibili, per portate da 1 L/h a 400 L/h adatto per essere utilizzato con acqua e fluidi simili ai combustibili. **3)** Studio degli effetti della densità e viscosità sui misuratori di portata.

Attività svolta. **1)** L'INRiM partecipa al progetto EMPIR 20IND13 SAFEST "*Sustainable advanced flow meter calibration for the transport sector*" ed è responsabile del WP3 "*Transport properties of alternative and synthetic*

fuels". **2)** È stato realizzato un banco di taratura per la generazione di profili dinamici di portata con l'utilizzo di iniettori

Risultati ottenuti. **1)** È stato pubblicato un articolo sulla misura di energia termica sulla rivista *Measurement*. **2)** È stato pubblicato un articolo sul metodo di realizzazione di profili di portata dinamici sulla rivista Journal of Physics Conference Series

Densità

Obiettivi. **1)** Caratterizzazione delle proprietà termofisiche di combustibili liquidi innovativi.

Attività svolta. **1)** Eseguite misure di densità e viscosità a diverse temperature e pressioni di diversi tipi di combustibili nell'ambito del progetto EMPIR 20IND13 SAFEST *" Sustainable advanced flow meter calibration for the transport sector*". INRiM è responsabile del WP3 *"Transport properties of alternative and synthetic fuels".*

Risultati ottenuti. **1)** È stato prodotto un rapporto delle misure per il progetto EMPIR SAFEST

Portate e Volumi di gas

Obiettivi. **1)** Sviluppo degli impianti esistenti per miglioramento incertezze. **2)** Misure di portata di CO_2 nell'ambito del progetto 21GRD06 MetCCUS. **3)** sviluppo di misure in idrogeno, con particolare focalizzazione su misure per fughe e misure in campo.

Attività svolta. **1**) Sviluppo e completamento software acquisizione impianto MICROGas versione 3 con inseguimento pistone (collaudo da effettuare e analisi incertezza da terminare). Sviluppo software acquisizione impianto MEGas versione 1.0 (analisi incertezza da completare). Sviluppo impianto MEGas, revisione incertezza, ampliamento delle capacità operative **2)** Analisi e i test di strumenti per misura di portata di CO_2, effettuati confronti con altri Laboratori per la validazione dei metodi (in corso). **3)** Pubblicato articolo su applicazioni di calcoli incertezza di integrazione discreta.

Risultati ottenuti. **1**) Software impianto MICROGas 3.0 e MEGas 1.0 operativi. **2)** Impianto MEGas operativo. **3)** Pubblicazioni scientifiche su incertezza.

Pressione

Obiettivi. **1)** Sviluppo di un sistema innovativo (RAY) per la misura della densità/pressione di un gas mediante scattering Rayleigh. **2)** Sviluppo di un sistema ottico per la misura della pressione di un gas mediante rifrattometria.

Attività svolta. **1)** *Update* del setup ottico, del sistema di controllo termico e del *software* di acquisizione. Avvio del processo di ottimizzazione ed automazione dell'esperimento. **2)** *Update* del sistema di controllo termico, dell'acquisizione delle frange di interferenza e relativo *software* di gestione, ottimizzazione finale, validazione del campione ottico di pressione UINT. Implementazione del *setup* per la misura sperimentale della polarizzabilità molare dei gas, basato sull'interferometro UINT.

Risultati ottenuti. **1)** Si è avviato l'ulteriore sviluppo del sistema RAY nell'ambito del nuovo progetto europeo 22IEM04 MQB-Pascal, partito nell'anno 2023. I principali risultati ottenuti consistono nella definizione di un layout ottimale e conseguente aggiornamento del sistema attuale, al fine di massimizzare la luce dovuta al fenomeno dello scattering e minimizzare i fattori che limitano l'accuratezza del sistema, in particolare, per operare una ulteriore minimizzazione della luce parassita, un miglioramento della stabilità termica ed aumentare il grado di automazione del sistema. Tale lavoro sarà inoltre propedeutico alla progettazione di un nuovo sistema (RAY2) finalizzato ad una successiva realizzazione incentrata sui concetti di miniaturizzazione e trasportabilità, in accordo con gli obiettivi previsti dal progetto europeo 22IEM04 MQB-Pascal. **2)** Il *setup* sperimentale associato al nuovo campione ottico di pressione UINT, basato su un interferometro a multi-riflessione, è stato migliorato e finalizzato, raggiungendo i seguenti principali risultati: misura e controllo della temperatura a livello del millikelvin, progettazione e realizzazione del ramo di misura a multi-riflessione in modo da poter raggiungere un cammino ottico superiore a 6 m, misurato in vuoto, mediante un metodo indipendente, valutazione del budget di incertezza (incertezza relativa di misura pari a 10 ppm a 100 kPa) e validazione finale mediante confronto con sistemi primari convenzionali (articolo pubblicato su rivista internazionale "peer-reviewed").Si è realizzato un setup per la misura sperimentale della polarizzabilità molare dei gas, mediante l'utilizzo del nuovo campione ottico di pressione UINT. Si è partecipato alla conferenza mondiale "2023 CCM & IMEKO TC16 7th International Conference on Pressure and Vacuum Metrology" in qualità di membro del comitato scientifico e con un contributo focalizzato sulla descrizione del campione UINT. Si è inoltre avviata la progettazione di un nuovo campione per la misura della pressione di un gas mediante rifrattometria basata sull'utilizzo di cavità Fabry-Pérot, capace di operare tra 1 Pa e 200 kPa.

Vibrazioni

Obiettivi. **1)** *Mise-en-pratique* di un sistema di taratura (primario) per le accelerazioni dinamiche e di taratura (per confronto) per lo *shock* di sensori accelerometrici triassiali MEMS/NEMS digitali. **2)** *Mise-en-pratique* di un sistema di taratura per basse frequenze (sismica) triassiale ed estensione delle capacità di misura fino a 0.01 Hz. **3)** Definizione di modelli statistici per la taratura a campione di MEMS digitali e riferibilità reti di sensori.

4) Caratterizzazione di proprietà meccaniche di metamateriali ad indice di rifrazione negativo e/o coefficiente di Poisson negativo. **5)** Identificazione di procedure di taratura e caratterizzazione metrologica di sensori digitali (IMU) in automotive.
Attività svolta. **1)** Messa in pratica e definizione del bilancio dettagliato di incertezza di un sistema di misura e taratura di accelerometri digitali MEMS triassiali da 0.1 ms^{-2} a 20 ms^{-2} (da 0.5 Hz a 5 kHz) e per lo *shock* (da 20 g a 10 000 g, da 5 Hz a 20 kHz). **2)** Messa in pratica di un sistema di taratura trassiale per sismometri (da 30 Hz fino a 10 mHz). **3)** Applicazione di un metodo di taratura di sensori MEMS accelerometrici su larga scala su base statistica Bayesiana, applicando procedure di "*Quality management*". **4)** È stato messo in pratica un sistema di misurazione per la determinazione della costante elastica di cantilever per AFM sulla base del modello analitico di Sader.
Risultati ottenuti. **1)** *Mise-en-pratique* del sistema di taratura primario di accelerazioni dinamiche per sensori digitali e analisi degli effetti sistematici del sistema di taratura e propagazione delle incertezze nei risultati di taratura.**2)** *Mise-en-pratique* del sistema di taratura di sismometri fino a 10 mHz su tre assi simultaneamente. **3)** Definizione del modello di calcolo per la taratura su base "statistica", definizione di riferibilità a rete di sensori, valutazione della propagazione delle incertezze di taratura a campione. **4)** Determinazione della costante elastica dei cantilever per AFM, studio dei metodi per la riduzione delle incertezze di misura.

Forza
Obiettivi. **1)** Studio del vettore forza (nelle sue varie componenti) per la definizione di nuove metodologie di misura. **2)** Analisi dei vari fattori di influenza della misura e nella realizzazione dei campioni di forza.
Attività svolta. **1)** Sviluppo metodologie innovative per taratura in dinamica di trasduttori di forza (EMPIR 18SIB08 ComTraForce "*Comprehensive traceability for force metrology services*"). **2)** Realizzazione di un Digital Twin di trasduttori di forza e coppia per la valutazione delle componenti parassite durante la taratura
Risultati ottenuti. **1)** Nuovi metodi di misura e taratura in dinamica dei trasduttori di forza. **2)** Simulazione a elementi finiti del Digital Twin di un trasduttore di forza e coppia e confronto con i dati sperimentali. **3**) Tre presentazioni al congresso internazionale IMEKO TC3.

Durezza
Obiettivi. **1)** Ampliamento delle conoscenze dei fattori di influenza delle misure di durezza. **2)** Nuovi metodi e strumenti di misura per migliorare l'incertezza di misura. **3)** Sviluppo della conoscenza della prova di penetrazione strumentata (IIT)
Attività svolta. **1)** Analisi fattori d'influenza delle misure di durezza Rockwell, Vickers e Brinell. **2)** Sviluppo di algoritmi automatici di analisi di immagini interferometriche per la misura delle caratteristiche geometriche dei penetratori di diamante. **3)** Studio e miglioramento dei campioni di durezza (Vickers) e implementazione della prova di penetrazione strumentata (IIT) nei campioni.
Risultati ottenuti. **1)** Due pubblicazioni di un lavoro sulla determinazione dei coefficienti di sensibilità delle prove di durezza Rockwell su rivista internazionale (Metrologia e Measurement) e una presentazione al congresso internazionale IMEKO TC5. **2)** Nuovi Algoritmi *sw* per la misura della geometria dei penetratori di diamante **3)** Prima fase di caratterizzazione metrologica novo microdurometro Vickers e IIT.

Gravità
Obiettivi. **1)** Miglioramento dell'esperimento della caduta libera dei gravi alla base del gravimetro assoluto trasportabile IMGC-02. **2)** Partecipazione alla realizzazione della rete gravimetrica italiana di ordine zero.
Attività svolta. **1)** Messa a punto del gravimetro assoluto trasportabile IMGC-02. **2)** Confronto dei gravimetri assoluti italiani.
Risultati ottenuti. **1)** Migliorata la funzionalità e riproducibilità del gravimetro assoluto trasportabile IMGC-02. **2)** Partecipazione iniziale alla realizzazione della rete gravimetrica nazionale di ordine zero (progetto PRIN) e partecipazione ai gruppi di lavoro e alle riunioni degli organismi internazionali del settore (CCM-WGG e EURAMET TC-M/SC-Gravimetry).

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Massa
Obiettivi. **1)** Completamento dell'automazione dei sistemi di pesata per la disseminazione della scala di massa. Automazione della bilancia da 0 a 5 g. **2)** Attività di peer review di Istituti metrologici stranieri.
Attività svolta. **1)** È stato acquistato un nuovo sistema di pesata automatico
Risultati ottenuti. **1)** Miglioramento delle incertezze nella realizzazione della scala di massa da 1 mg a 5 g.

Densità
Obiettivi. **1)** Miglioramento misure di volume di piccoli campioni (da 1 g a 20 g). **2)** Attività di peer review di Istituti metrologici stranieri.
Attività svolta. **1)** Preparato bozza della procedura di taratura al fine di richiedere il miglioramento delle CMC.
Risultati ottenuti. **1)** Bozza di procedura. **2)** Eseguito *Peer Review* ai laboratori densità e viscosità del IPQ (Portogallo) e al laboratorio densità del CEM (Spagna)

Portate e Volumi di liquidi
Obiettivi. **1)** Estensione del campo di misura a valori inferiori a 40 L/h. **2)** Realizzazione di un nuovo sistema di taratura basato sul metodo della pesata dinamica. **3)** Attività di peer review di Istituti metrologici stranieri.
Attività svolta. **1)** Realizzato nuovo banco di taratura per portate di liquidi
Risultati ottenuti. **1)** Eseguito Peer Review al laboratorio Volumi del CEM (Spagna) **2)** Ricevuto Peer Review ai laboratori portate e volumi di liquidi.

Portate e Volumi di gas
Obiettivi. **1)** Riduzione incertezze impianto MicroGas. **2)** Automazione misure impianto BellGas e MeGas. **3)** Sviluppo sistema di controllo impianto MeGas per estendere le capacità di misura (es. taratura MFC). **4)** Attività preliminari per taratura di fughe idrogeno. **5)** Confronto KCBD per piccolissime portate **6)** Attività di *peer visit* o di accreditamento di Istituti metrologici stranieri.
Attività svolta. Sviluppo software per impianti MICROGas e MEGas. **2)** Completamento costruzione e test del nuovo controllo per impianto MEGas. **3)** Progetto e costruzione banco prova per fughe calibrate (in corso) **4)** Progetto, costruzione e test TS per Confronto KCDB (in corso).
Risultati ottenuti. **1)** Software impianto MICROGas 3.1 e MEGas 1.0 **2)** Banco per fughe calibrate.

Pressione
Obiettivi. **1)** Gestione e mantenimento dei campioni nazionali di pressione e relative CMC ed attività di disseminazione. **2)** Miglioramento del sistema ad espansione statica e conseguente validazione. **3)** Confronto tra un campione "tradizionale" di pressione INRiM e i nuovi campioni ottici di pressione.
Attività svolta. **1)** Disseminazione della grandezza pressione; organizzazione ed esecuzione di confronti internazionali; attività ruolo NMI in ambito internazionale. **2)** L'attività di miglioramento del campione primario ad espansione statica è stata finalizzata, in modo da consentire il completo ripristino della messa in opera di tale campione. **3)** Si è proseguita l'attività legata al confronto di misura tra un campione "tradizionale" di pressione INRiM ed un campione ottico di pressione basato sull'utilizzo di una cavità Fabry-Pérot, che può essere anche utilizzato come campione di trasferimento.
Risultati ottenuti. **1**) Tarature sia in mezzo gassoso che liquido **2**) Revisione di quattro procedure di misura. **3**) Organizzazione ed avvio del confronto chiave internazionale in ambito vuoto EURAMET.M.P-K15.2. **4**) Partecipazione al meeting annuale del TC-M SC Pressure, in cui si sono stati anche presentati i progressi relativi all'esecuzione del suddetto confronto EURAMET.M.P-K15.2, coordinato dall'INRiM. **5**) Validazione finale del campione primario ad espansione statica (SES) che ha consentito di dimostrare l'equivalenza tra tale campione ed il sistema ad espansione continua (CES) nell'intervallo di pressione tra $3x10^{-4}$ Pa e 1 Pa, validando l'avvenuto upgrade del campione (estensione del range di lavoro) ed il successivo ripristino della CMC associata al sistema ad espansione statica, che è nuovamente attiva. Partecipazione al confronto internazionale EURAMET.M.P-K15.2.**6**) Finalizzazione confronto di misura tra una bilancia di pressione INRiM ed un campione ottico di pressione sviluppato presso il RISE e stesura articolo inviato ad una rivista internazionale "*peer-reviewed*".

Vibrazioni
Obiettivi. **1)** Riferibilità a sensori accelerometrici MEMS/NEMS digitali e a reti di sensori e definizione della sensibilità "digitalizzata". **2**) Sviluppo di sistema di taratura a eccitazione monoassiale per 3 assi simultanei. **3**) Definizione di metodologie per taratura a campionamento statistico, sulla base delle indicazioni del documento BIPM "Strategy 2019 to 2029" del CCAUV. 4) Riferibilità per sismometri fino a 10 mHz sulla base delle indicazioni del documento BIPM "Strategy 2019 to 2029" del CCAUV.
Attività svolta. **1)** Messa in esercizio di un sistema di taratura a eccitazione monoassiale per 3 assi simultanei dalla statica (0 HZ) a 5 kHz. **2)** Sviluppo sistema di taratura sismometri triassiali fino a 10 mHz, verifica dei risultati di taratura per confronto con metodi elettrici (con la "*Agency For Meteorology, Climatology, and Geophysics*" dell'Indonesia).
Risultati ottenuti. **1)** Riferibilità a sensori accelerometrici MEMS/NEMS digitali e a reti di sensori e definizione dei budget di incertezza e propagazione delle incertezze nella rete di sensori. **2)** Riferibilità per sismometri fino a 10 mHz su tre assi contemporaneamente, sulla base delle indicazioni del documento BIPM "Strategy 2023 to 2033" del CCAUV.

Forza
Obiettivi. **1)** Aumento delle capacità di misura **2)** Consolidamento rapporti internazionali.
Attività svolta. **1)** Miglioramento della capacità di misura delle misure di forze dinamiche. **2)** Miglioramento dei campioni primari. **3)** Attività di *peer visit* o di accreditamento di Istituti metrologici stranieri.
Risultati ottenuti. **1)** Report tecnici e scientifici su nuove metodologie delle misure di forze dinamiche. **2)** Realizzazione nuovi sistemi di controllo delle macchine campione di forza (30 kN, 100 kN, 1 MN). **3)** Avvio confronto EURAMET.M.F-K2a in cui INRiM è pilota. **4)** Partecipazione ai gruppi di lavoro e alle riunioni degli organismi internazionali del settore. **5)** Esami documentati e visite ispettive. **6)** Organizzazione di ILC per laboratori accreditati ACCREDIA. **6**) Peer review dei laboratori di forza e coppia del TUBITAK-UME, Turchia. **7**) Rapporto tecnico sul confronto interno delle macchine campioni di forza MCF 100 e MCF 1000.

Durezza
Obiettivi.
Attività svolta. **1)** Miglioramento dei campioni primari, dei sistemi di misura del Laboratorio. **2)** Miglioramento ed incremento del numero delle CMC (. **2)** Attività di *peer review* o di accreditamento di NMI stranieri.
Risultati ottenuti. **1)** Miglioramento di 16 CMC di cui 1 nuova per i penetratori di diamante Vickers e 2 nuove per quelli Knoop. **2)** *Peer review* del laboratorio di durezza del TUBITAK-UME, Turchia. **4)** Partecipazione ai gruppi di lavoro e alle riunioni degli organismi internazionali del settore. **4)** Esami documentati e visite ispettive. **5)** Organizzazione di ILC per laboratori accreditati ACCREDIA.

Gravità
Obiettivi. **1**) Garanzia della riferibilità delle misure di accelerazione di gravità locale sul territorio italiano. **2**) Miglioramento e ampliamento delle CMC di settore.
Attività svolta.**1)** Campagne di misura. **2)** Revisione procedure tecniche per supporto miglioramento della CMC attuale. **3)** Attività di *peer review* presso altri NMI.
Risultati ottenuti. **1)** Confronto col gravimetro assoluto trasportabile del'ASI, operato da eGeos. **2)** Studio nuove CMC per la taratura dei gravimetri assoluti e relativi. **3)** *Peer review* del laboratorio di gravimetria del NIMT, Tailandia. **4)** Pubblicazione sul KCDB della nuova CMC (migliorata da $1.5 \cdot 10^{-7}$ m/s^2 a $1.1 \cdot 10^{-7}$ m/s^2).

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Massa e Densità
Obiettivi. **1)** Organizzazione di corsi per la taratura di campioni di massa rivolti ai laboratori ACCREDIA e attività di consulenza. **2)** Consulenza per la ditta SNAM RETE GAS per i software utilizzati per l'analisi del gas metano attraverso misure gascromatografiche.
Attività svolta. **1)** Sono state svolte attività di consulenza per laboratori ACCREDIA e istituti metrologici stranieri. **2)** Attività di consulenza al laboratorio SNAM RETE GAS 3) Collaborazione con la ditta Metricode per lo sviluppo di software per misure di massa con emissione di certificati di taratura digitali.
Risultati ottenuti. **1)** Attività conto terzi (n. 95 Certificati di Taratura, n. 8 ILC, n. 28 relazioni ILC) **2)** Tenuto corso di quattro giorni sulla realizzazione della scala di massa all'istituto metrologico lussemburghese ILNAS. **3)** Tenuto corso sulla taratura di bilance alla Summer school ACCCREDIA 2023.**4)** Contratto con la ditta SNAM RETE GAS **5)** Emissione di un certificato di taratura digitale di campioni di massa

Portate e Volumi di Liquidi
Obiettivi. **1)** Partecipazione al Tavolo di lavoro "Sistemi misurazione liquidi diversi dall'acqua e gas metano per autotrazione" e al Tavolo di lavoro "*Utility Meter*" per conto del MISE nell'ambito dell'applicazione del DM 93/2017. **2)** Studio di un modello più accurato di quello indicato nel DM del 1958 per la verificazione dei distributori di GPL attraverso l'utilizzo delle bombole metriche.
Attività svolta. **1)** Sono state svolte attività di consulenza per laboratori ACCREDIA **2)** Si è partecipato alle riunioni organizzate dal MISE per la preparazione delle schede tecniche di verificazione periodica. **3)** Preparato bozza per un articolo sulla taratura di distributori di GPL
Risultati ottenuti. **1)** Pubblicate le schede tecniche definitive per contatori di calore e contatori per l'acqua per applicazione DM93/2017. **2)** Attività conto terzi (n. 13 Certificati di Taratura n. 4 ILC, n. 15 relazioni ILC) **3)** Tenuto corso sulla taratura di micro dosatori alla Summer school ACCCREDIA 2023.

Portate e Volumi di gas
Obiettivi. Consulenza a ditte per sviluppo di laboratori di portate gas
Attività svolta. Consulenza su misure di portate per campionatori d'aria (attività in fase di avvio ufficiale). Attività di ispezione tecnica enti di accreditamento stranieri.
Risultati ottenuti. Esami documentali e visite ispettive.

Vibrazioni
Obiettivi. **1)** Implementazione di punti della "Strategy 2023 to 2033" del CCAUV.
Attività svolta. **1)** Divulgazione delle procedure di taratura e dei metodi sperimentali per la taratura di sensori accelerometrici triassiali e campionamento statistico, attraverso seminari presso accademie ed enti di ricerca.
Risultati ottenuti. **1)** divulgazione degli aspetti innovativi della riferibilità della sensoristica per vibrazioni basata su MEMS/NEMS digitali e taratura meccanica di sismometri a bassissima frequenza (10 mHz – 1 Hz), taratura su larga scala e resti di sensori. **2)** divulgazione della metodologia di caratterizzazione metrologica di cantilever utilizzati in AFM.

Pressione
Obiettivi. **1)** Divulgazione delle nuove tecniche per la realizzazione di campioni di. **2)** Partecipazione al progetto *Twinning* per il rafforzamento della metrologia e normazione della Georgia.
***Attività svolta*. 1)** Divulgazione delle nuove tecniche ottiche per la realizzazione di campioni di pressione presso l'INRiM al personale del GEOSTM (24 febbraio 2023) ed in occasione del *kick-off* meeting del progetto europeo 22IEM04 "MQB-Pascal" tenutosi a Berlino il 14 giugno 2023. **2)** Si è organizzato ed eseguito un training (circa 1 settimana) presso i laboratori INRiM relativi alla grandezza pressione per due partecipanti provenienti dall'istituto metrologico georgiano GEOSTM. Si è inoltre eseguita una missione a Tbilisi (Georgia) presso GEOSTM per formare il personale del laboratorio di pressione sulla taratura di bilance e trasduttori di pressione.
Risultati ottenuti. **1)** *Training* per il personale del GEOSTM presso l'INRiM sulle ricerche relative alle nuove realizzazioni del pascal in fase di sviluppo presso l'INRiM. Tali metodi sono stati anche illustrati durante il kick off meeting del progetto 22IEM04 "MQB-Pascal". **2)** Il *training* presso INRiM per il personale GEOSTM sulla pratica mirata alla comprensione del principio di funzionamento dei campioni primari di pressione e vuoto ed alle attività di laboratorio associate alle tarature di bilance e trasduttori di pressione sia in mezzo gassoso che liquido. **3**) *Training* per il personale del GEOSTM presso il GEOSTM al fine di redigere le procedure tecniche e relativi documenti associati, secondo i requisiti della norma EN ISO/IEC 17025:2017 ed in accordo con la guida EURAMET cg-3.

Forza, Durezza, Gravimetria
Obiettivi. **1)** Divulgazione delle nuove tecniche per la realizzazione di campioni di forza e durezza. **2)** Divulgazione scientifica e trasferimento delle conoscenze in ambito metrologico. **3)** Supporto all'accreditamento. **4)** Attività di supporto allo sviluppo delle norme di settore in ambito ISO TC164.
Attività svolta. **1)** Docenze Universitarie. **2)** Attività di ispezione tecnica per ACCREDIA e enti di accreditamento stranieri. **3)** Partecipazione ai gruppi di lavoro e alle riunioni degli organismi internazionali del settore.
***Risultati ottenuti*. 1)** Docenza c/o Politecnico di Torino al Corso di Laurea in ingegneria Meccanica su "Statistica Sperimentale e Misure Meccaniche" (78 ore). **2)** Ispezioni tecniche per enti di accreditamento: numerosi laboratori accreditati ACCREDIA-Italia e 4 laboratori accreditati dell'EIAC-Emirati Arabi. **3**) Nuove norme nei settori forza (ISO/TC 164/SC 1) e durezza (ISO/TC 164/SC 3).

Settore AE2 – Metrologia della lunghezza
Responsabile: Marco Pisani

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Astrua Milena	4	4	3				11
Audrito Emanuele	3	8					11
Balsamo Alessandro	3,5	0,5	5	1		1	11
Bellotti Roberto	4	6,5				0,5	11
Bisi Marco	3,5	7			0,5		11
Corona Davide	6	3	2				11
Egidi Andrea	10	1					11
Faggiano Fabio	11						11
Massa Enrico	8,5	1			1,5		11
Pisani Marco	4,5	2	0,5		1	3	11
Sasso Carlo Paolo	9		0,5	1,5			11
Zucco Massimo[1]	7	2	1				10
Ribotta Luigi	6	1,5	0,5	0,5	0,5	2	11
Santiano Marco[2]	2						2
Personale TD							
Giura Andrea	2	9					11
Tot.	***84***	***45,5***	***12,5***	***3***	***3,5***	***6,5***	***155***
Personale associato							
Mana Giovanni	3						3
Tot	***3***						***3***
Totale	**87**	**45,5**	**12,5**	**3**	**3,5**	**6,5**	**158**

[1] 1 mese in AE5 per l'attività NMI sull'ozono
[2] 2 mesi in AE2 per l'attività sul progetto ATOM

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Interferometria X/ottica (COXI)
Obiettivi. Sviluppare competenze teoriche e sperimentali, tecnologie e infrastrutture nel campo della metrologia dimensionale e angolare con risoluzione del picometro e del nanoradiante, mediante interferometria ottica e a raggi X, a servizio della ricerca fondamentale e per la realizzazione dell'unità di massa attraverso la costante di Planck. Contribuire alla misura di effetti quantistici fondamentali attraverso l'interazione neutrone - materia.
Attività svolta. I laboratori presso l'edificio A sono stati resi pienamente operativi nel 2023. La sorgente a raggi X è installata e tutto l'apparato sperimentale per la misurazione assoluta del parametro reticolare è stato trasferito e reso operativo (parte meccanica ed elettronica). Durante il collaudo delle singole parti dell'esperimento si è riscontrato un problema importante connesso alla traiettoria della lamella analizzatrice dell'interferometro a raggi X. Il triedro di riferimento, che garantisce attraverso sensori capacitivi la direzione di movimento della lamella analizzatrice, ha subito un'alterazione delle deposizioni metalliche superficiali. La corsa della slitta dell'esperimento è quindi limitata ad un paio di centimetri. Il triedro di riferimento deve essere rilavorato/duplicato per ripristinare la corsa della slitta a 5 cm. Dal punto di vista metrologico, l'apparato sperimentale non è validato al livello di incertezza limite di 2 parti per miliardo.
L'attività di collaborazione con TU Wien e ILL è proseguita nell'ambito del progetto NextPi. Sono state definite le geometrie del cristallo di silicio per la realizzazione dell'interferometro ottico, a neutroni e a raggi X. Il materiale è stato acquisito e le superfici ottiche sono in fase di lavorazione. Per eseguire l'attacco chimico sui cristalli di silicio, indispensabile per rimuovere il danno introdotto nella fase di lavorazione meccanica, è stato predisposto un robot con movimentazione su tre assi lineari avente volume utile di lavoro di circa 0.1 m^3.
Il micromanipolatore necessario per l'allineamento alla scala delle dimensioni atomiche dei cristalli di silicio è

stato progettato ed è in fase di realizzazione. Sono continuati gli studi teorici/sperimentali su tecniche di curvatura delle lamelle di silicio attraverso la deposizione di film sottili di rame. Le deformazioni sono state osservate utilizzando la tecnica a contrasto di fase.
Il progetto Next-Gen Metrology sullo sviluppo delle tecniche di imaging a contrasto di fase con raggi X ha visto il suo primo anno di svolgimento. Il progetto è in linea con le tempistiche previste e sono stati fatti i primi studi sui modelli e la progettazione dei reticoli e sono state stabilite le geometrie da realizzare. I primi test sulla realizzazione dei reticoli tramite nano-fabbricazione saranno svolti nei primi mesi del 2024 tramite Deep Reactive Ion Etching.
Risultati ottenuti. due pubblicazioni sul Journal of Applied Crystallography riguardanti la teoria e conferma sperimentale per la misura dello stress superficiale indotto da una sottile deposizione metallica per la curvatura dei cristalli di silicio. Piena operatività dei nuovi laboratori presso l'edificio A.

Metrologia dimensionale
Obiettivi. Applicazione alla ricerca delle nuove tecniche di misura interferometriche sviluppate nell'ambito dei progetti EMPIR (LAME e Geometre) e ESA (LIG-A, LIG-CubeSat). Riduzione dell'incertezza nelle misure delle righe ottiche e di angolo (anche attraverso l'uso del *Ring Laser*). Realizzazione tecniche e strumenti di termometria acustica per migliorare la conoscenza della velocità del suono (progetto Geometre, con AE04) e per la realizzazione di termometri da campo (con AE05). Implementazione di misure ottiche di forma, confronto misure a contatto e non su geometrie complesse (progetto Met4Wind). Realizzazione prototipo OCT (*Optical Coherent Tomography*) a 1550 nm basato su spettrofotometro.
Attività svolta. **1)** Acquisizione nuovo spettrofotometro veloce per realizzare un OCT a 1550 nm per tomografia di materiali non biologici; **2)** Preparazione di una PRT nella chiamata Normative 2023; **3)** Attività di ricerca e di misura relativa al progetto Met4Wind; **4)** Progetto di drone per misure tridimensionali di temperatura basate sulla velocità del suono; **5)** Procurement della miscela He-Ne per il funzionamento del ring-laser-gyroscope; **6)** Avvio delle procedure di acquisto di laser stabilizzati e di interferometri differenziali ad altissima risoluzione (SIOS e NPL).
Risultati ottenuti. Pubblicazione su rivista ("Non-contact thermometer for improved air temperature measurements" Pisani M, Astrua M, Merlone A, Sensors, 2023, 23(4), 1908) e Conference paper "Traceability issues for contact probe and stylus instrument measurements" Yandayan T. et al, European Society for Precision Engineering and Nanotechnology, Conference proceedings, EUSPEN 2023, 2023, pp. 433-436

Nanometrologia e metrologia delle superfici
Obiettivi. Consolidamento dei di metodi di misura AFM, svecchiamento del laboratorio di micoscopia a sonda, svecchiamento e aumento dell'efficienza dell'attività di profilometria attraverso l'acquisizione di strumentazione di nuova generazione sia a contatto che basata su metodi ottici. Sviluppo di metodologie e campioni per la misura ottica 3D di forma e tessitura areale di superfici piane, cilindriche e geometrie complesse, confronto metodi di misura a contatto e ottici (progetto EMPIR Met4Wind, progetto EMPIR TracOptic, in collaborazione con settore nanotecnologie ML 01). Sviluppo di metodi di taratura dinamica di tastatori a contatto con trasduttori di micro/nanospostamenti (progetto EMPIR ProbeTrace). Applicazione delle nanotecnologie alla metrologia delle nanoforze (progetto NextGen Metrology);
Attività svolta. **1)** Progetto EMPIR Nanowires: analisi quantitativa dimensionale (diametro) e morfologica (rugosità) dei nanowires: interlaboratory comparison con LNE, VSL e PoliTo (collaborazione con ML01). **2)** Avvio del progetto Next-Generation Metrology: MEMS generatore/sensore di nanoforze riferibile a grandezze elettriche e meccaniche. **3)** Organizzazione e partecipazione a confronti su campioni di rugosità misurati con profilometro ottico all'interno del progetto EMPIR Tracoptic e gestione del WP4 del progetto. **4)** Avvio del progetto Metro-INN: stesura bozza per procedura di gara per acquisto Microscopio Focus Variation. **5)** Stesura PRT DI-Vision - Traceable machine vision systems for digital industrial applications (coordinator LNE) – INRiM WP leader
***Risultati ottenuti*. 1)** Ammodernamento della profilometria a stilo attraverso l'acquisto e messa in funzione del profilometro a stilo Taylor Hobson PGI Novus (che va a sostituire il Taylor Hobson TalyStep e il Taylor Hobson TalySurf). **2)** Partecipazione a conferenze MSMM 2023 Torino, NANOSCALE 2023 Helsinki, NANOINNOVATION 2023 Roma.

Metrologia a coordinate e lunghe distanze
Obiettivi. Sviluppo di metodi e strumenti per la metrologia su grandi distanze (>10 m) con incertezze $<10^{-6}$. Estensione delle capacità di misura e aumento dell'efficienza della CMM.
Risultati ottenuti. **1)** Conclusione positiva del progetto EMPIR LaVA; **2)** Sostituzione del controllore della CMM con integrazione del quarto asse (tavola rotante) e della nuova consolle di comando; accesso alle mappe di compensazione degli errori di geometria; **3)** Formalizzati gli ordini per l'acquisto della macchina di misura Bruker Alicona Focus Variation e del braccio di misura FARO (raggio di misura 2 m) e relativo *software* di misura Metrolog; **4)** Pubblicazioni scientifiche: articolo sulla validazione del prototipo LaVA per la misura di rettilineiatà (MDPI Sensors); articolo di descrizione conclusiva del metodo B2 di valutazione dell'incertezza di

misure a coordinate (progetto EUCoM, Elsevier Measurement); Articolo “Improved acoustic thermometry for long-distance measurements” Pisani M, Astrua M, Zucco M, Sensors, 2023, 23(3), 1638.

Metrologia per lo spazio
Obiettivi. Migliorare le potenzialità di attrazione di fondi da parte delle agenzie spaziali e delle industrie aerospaziali. Proseguire le collaborazioni in atto con le industrie Thales Alenia Space, Space Tech GmbH, OHB, con le agenzie ESA e ASI e con le PMI. Rafforzare le interazioni con il Distretto Aerospaziale del Piemonte (DAP) e instaurare un rapporto di collaborazione come partner scientifico con l’incubatore ESA-BIC. Partecipazione al PNRR Space it Up.
Attività svolta. **1)** Preparazione e invio della proposta di progetto ESA “LIG-ON-A-CHIP” in collaborazione con FBK; **2)** Realizzazione di un breadbord di test della testa ottica per il contratto ESA-ATOM; **3)** Realizzazione e test della camera a vuoto da 8 m per il contratto ESA-ATOM (vedi *highlight*); **4)** Realizzazione di un set-up per la taratura di retroriflettori cavi per applicazioni spaziali; messa a punto della procedura di misura e prime misure su un campione di test.
Risultati ottenuti**. 1)** Attivazione contratto di sviluppo tecnologico ESA LIG-ON-A-CHIP per la realizzazione di un interferometro a ottica integrata per applicazioni spaziali; **2)** Attivazione contratto ESA LIG-A-CUBE per uno studio di pre-fase A per una missione dedicata alla dimostrazione della tecnologia INRiM LIG-A. In collaborazione con OHB-Italia e la Scuola di Ingegneria Aerospaziale dell’Università la Sapienza di Roma. **3)** Articolo “Calibration of high accuracy accelerometers for ESA missions BepiColombo and JUICE at INRiM” Astrua M, Pisani M, Santiano M, Audrito E, Meas. Sci. and Technol. 2023 34(10) 104001

Realizzazione del kilogrammo secondo il nuovo SI (in collaborazione con AE01 e AE03)
Obiettivi. Progetto e realizzazione di bilancia elettrostatica alla scala dei milligrammi con incertezza $<10^{-4}$ per la realizzazione del kg attraverso la costante di Plank. Progetto finanziato dal bando investimenti 2020
Attività svolta. **1)** Implementazione di sistema automatico di gestione dello strumento; **2)** Invio di contributo a conferenza EUSPEN 2024

Ingegneria di produzione e Manifattura Avanzata
Obiettivi. Coordinamento e aiuto nella ricerca nel settore della manifattura avanzata e dell’ingegneria di produzione in generale.
Attività svolta. **1)** Partecipazione al CIRP (*The International Academy for Production Engineering*) con ruoli dirigenziali; **2)** Partecipazione alla EMN AdvanceManu (progetto AdvManuNet) con ruoli dirigenziali (vice-presidente).
Risultati ottenuti. **1)** Nomina a Vicepresidente eletto del CIRP; **2)** Bozza avanzata della SRA *Strategic Research Agenda* di AdvanceManu

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Metrologia dimensionale
Obiettivi. **1)** Mantenimento dell’attività di servizio di taratura. **2)** Ammodernamento del parco macchine per le attività di servizio, aumento dell’efficienza e riduzione dell’incertezza. 3) Partecipazione attiva nelle organizzazioni metrologiche europee ed internazionali e in network internazionali.
Attività svolta**. 1)** Attività di taratura istituzionale di lunghezza d’onda di laser stabilizzati, blocchetti pian-paralleli, campioni angolari, diametri e rotondità, distanziometri, banchi di misura 1D; **2)** Rimessa in opera del campione nazionale basato su laser He-Ne stabilizzato su cella di iodio autocostruito; **3)** Continuazione collaborazione con Mager per la caratterizzazione tavole rotanti di precisione per la lappatura del silicio; **4)** Prosecuzione del confronto EURAMET.L-K3.n01 su poligoni ottici come NMI pilota. Due circolazioni una in Europa una extra-europa per un totale di 22 partecipanti; **5)** Partecipazione al confronto CCL.K3.2020: misura di due poligoni ottici; **6)** Avvio studio per un contratto di ricerca industriale per la caratterizzazione delle deformazioni sotto carico di un eMobee, un AGV (*Automated Guided Vehicle*) dedicato ad applicazioni metrologiche; **7)** Attività di contact person nel TC-L di EURAMET; **8)** Attività di delegato nazionale nel CCL con funzione di presidente del suo WG MRA e membro ex-officio del WG S (Strategy); **9)** Attività di delegato nazionale nel CCU, con partecipazione nel Focus Group su Conteggio e Grandezze numerabili.
Risultati ottenuti. **1)** Pubblicazione dell’Executive Report e conclusione definitiva del confronto chiave CCL-K1.2011 (blocchetti pianparalleli) con risultati ottimi per l’INRiM e conferma delle sue CMC; **2)** Conduzione della riunione annuale del CCL-WG MRA; **3)** La proposta formulata in ambito CCU sulla distinzione concettuale fra grandezze misurabili e misurazioni per conteggio è stata accettata e sarà riflessa nella prossima edizione della brochure SI; **4)** Confronto L-K11 con il laser He-Ne campione (risultato eccellente) e conseguente validazione del campione stesso.

Nanometrologia e metrologia delle superfici

Obiettivi. Mantenimento dell'attività di servizio di taratura. Ammodernamento del parco macchine per le attività di servizio, aumento dell'efficienza e riduzione dell'incertezza.
Attività svolta. **1)** Attività di taratura istituzionale su reticoli, nanoparticelle e campioni di rugosità; **2)** Introduzione del SEM nelle attività di taratura dei reticoli ottici per migliorare l'efficienza delle misure dei campioni complessi.

Metrologia a coordinate
Obiettivi. Mantenimento dell'attività di servizio di taratura. Miglioramento capacità di misura per macchine di misura 1D, Implementazione del quarto asse (tavola rotante) e ammodernamento della CMM.
Attività svolta. **1)** Installazione nuova elettronica e software di gestione della CMM; **2)** Installazione quarto asse CMM; **3)** Preparazione dello ILC su banchi di misura 1D, mai effettuato in precedenza; **4)** Realizzazione di nuovo software di gestione degli assi e della strumentazione della macchina Moore per la misura dei diametri e delle righe ottiche.
Risultati ottenuti*.* Primo ILC su banchi di misura 1D (ILC-R8) svolto con successo.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Obiettivi. **1)** Massimizzare l'impatto tecnologico e scientifico dei progetti e delle attività in corso. **2)** Affrontare le esigenze di ricerca degli stakeholder scientifici e industriali attraverso l'attivazione di contratti di consulenza. **3)** Erogare attività di formazione e di divulgazione scientifica. **4)** Partecipazione attiva nei comitati normatori.
Attività svolta. **1)** Supporto al progetto europeo di Twinning con la Georgia GEOSTM; **2)** Stesura di brevetto su principio di funzionamento sensore ottico ATOM (INRiM e Thales); **3)** Coordinamento associazioni di settore (CMM Club Italia); **4)** Corsi per studenti di dottorato, master in space sciences; **5)** Attività di divulgazione in scuola primaria; **6)** Attività di tutoraggio PhD, studenti universitari e scuole superiori; **7**) Partecipazione attiva alle settimane della scienza, con visite ai laboratori da parte delle scolaresche; **8)** Referaggio articoli su rivista internazionale; **9)** Relazioni su invito; **10)** Attività di normazione ISO (*membership* ISO/TC213 WG17, WG10, AG1; coordinamento ISO/TC213/WG4; conduzione della SPTF *Strategic Planning Task Force* del WG 10; responsabilità del progetto ISO/CD 10360-102); attività di normazione UNI (*membership* UNI/CT047 TPD e GPS e suoi GL; coordinamento UNI/CT047/GL1); **11)** Negoziazione avanzata per l'attivazione di un contratto industriale di trasferimento tecnologico di uno dei risultati EUCoM a un produttore di CMM di rilevanza internazionale (FEMB2 *Feasibility study of the EUCoM Method B2*).
Risultati ottenuti*.* **1)** Contratto industriale GeoTOP (*Geometrical to Optical Performance*) con azienda ottica di rilievo internazionale per la caratterizzazione micro- e macro-geometrica di lenti polimeriche e loro stampi e relazione con le prestazioni ottiche. Ancora in corso, già effettuate tutte le misure. **2)** Contatti industriali Dynametric-INRiM-Metrostaff e Dynametric-INRiM-ASF in ambito del progetto regionale Dynametric. Caratterizzazione delle prestazioni dinamiche di una CMM veloce innovativa. In collaborazione con AE01. Si prevedono code contrattuali. **3)** Attività in ambito CMM Club Italia: due seminari tecnici (InTeRSeC 44 e 45), un numero della rivista Probing (30), tre numeri della newsletter Probing Flash (75-77). **4)** Superamento della consultazione CD della ISO/CD 15530-2 che implementa il metodo A sviluppato in EUCoM, e avvio alla fase d'inchiesta internazionale DIS. **5)** Inizio della consultazione CD della ISO/CD 10360-102 (sintassi dei simboli della serie ISO 10360; conclusa con approvazione in febbraio 2024).

Settore AE3 – Misure elettriche ed elettroniche
Responsabile: Pier Paolo Capra

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Bellavia Luciano	2	6	1	2			11
Capra Pier Paolo	2	5	1	1	1	1	11
Francese Claudio	3	8					11
Francone Fulvio		11					11
Galliana Flavio	9	2					11
Lanzillotti Marco	0,5	10,5					11
Mihai Iulian	11						11
Roccato Paolo Emilio	3,5	5,2	0,6	1,2		0,5	11
Roncaglione Tet Luca	1	10					11
Scialpi Gian Paolo	2,5	5	1,5	1,5		0,5	11
Tot.	***34,5***	***62,7***	***4,1***	***5,7***	***1***	***2***	***110***
Assegni di ricerca							
Caria Stefano	4	2,5	1,5	3			11
Personale associate							
Duraccio Donatella	3						3
Tot.	***7***	***2,5***	***1,5***	***3***			***14***
Totale	**41,5**	**65,2**	**5,6**	**8,7**	**1**	**2**	**124**

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Misure di resistenza elettrica

Obiettivi. **1)** Continua estensione degli impieghi dei laboratori per le misure elettriche ed elettroniche, che partendo dagli scopi originali trovano oggi impiego nelle attività di ricerca e sviluppo di dispositivi, campioni, nuovi materiali e sensori. Le capacità metrologiche sviluppate sono quindi orientate ad adattarsi più facilmente alle esigenze di progetti di ricerca e contratti industriali per lo sviluppo. Continuano le attività volte a sfruttare le *facility* disponibili per attività di ricerca sia all'interno dell'INRiM sia in collaborazione con realtà esterne. **2)** Continuano le attività di progettazione di nuovi campioni di resistenza elettrica in particolare verso i valori > 10 TΩ. **3)** Caratterizzazione di ponti commerciali a comparatore di corrente per misure nel campo 1-10 kohm.

Attività svolta. **1)** Nuovo setup per la caratterizzazione di materiali polimerici funzionalizzati per l'intensificazione delle caratteristiche piezo-elettriche. Sono state eseguite misure con polimetri contenenti cellulosa ed esperimenti di polarizzazione mediante esposizione ad alti campi elettrici continui. Gli esperimenti hanno richiesto progettazione e la realizzazione di sistemi per le lavorazioni meccaniche dei materiali di prova e per i trattamenti conduttivi superficiali. Realizzato un sistema per l'esposizione dei campioni ai campi elettrici in condizioni standardizzate e di sicurezza. E stato progettato un naso elettronico con una rete di sensori elettrici sensibili ai gas prodotti da funghi e sostanze patogene alle pinete di frutta maggiormente presenti nell'Italia settentrionale. Il progetto del naso elettronico si integra nell'ambito di una nuova collaborazione con l'Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP). I sensori dispongono di uscite in resistenza elettrica e saranno caratterizzati sia dal punto di vita elettronico, sia da quello metrologico con materiali di riferimento. **2)** è stata effettuata una ulteriore caratterizzazione ed individuazione delle fonti di errore del ponte per elevate resistenze a doppia sorgente nel campo 10 TΩ- 1 PΩ mediante regole di triangolazione restrittive. È stato proposto un processo di misura a rapporto equivalente maggiormente robusto, alternativo a quello tradizionale. **3)** Sono state concluse le misure di caratterizzazione di 3 ponti a comparatore di corrente della MI di proprietà dell'INRiM ed utilizzati per le attività metrologiche di maggiore precisione. La caratterizzazione ha messo in evidenza criticità e punti di forza della strumentazione analizzata. I risultati sono utili al miglioramento delle prestazioni dei ponti e al costruttore per il miglioramento della strumentazione di futura progettazione.

Risultati ottenuti. **1)** Nell'anno scorso, sono stati registrati progressi nelle tecnologie di fabbricazione dei polimeri, ottenendo materiali con caratteristiche riproducibili. Il software di analisi delle caratteristiche piezoelettriche è affidabile e i risultati sono riproducibili. Alcuni dei risultati preliminari sono stati oggetto di una pubblicazione. **2)** Predisposizione per l'estensione delle capacità metrologiche per valori superiori a 100 Tohm.

3) Le caratteristiche dei ponti DCC saranno utilizzate sia nelle procedure tecniche ad uso interno all'INRiM, sia per il miglioramento dei progetti di nuovi strumenti da parte del costruttore. Una pubblicazione riporta i risultati ottenuti dal lavoro di ricerca.

Alte tensioni e forti correnti
Obiettivi. **1)** Standardizzazione e riferibilità nel campo delle alte tensioni composite e combinate. **2)** Valutazione della dipendenza della resistenza elettrica e della potenza dissipata delle connessioni crimpate quando sono sottoposte a stress termici.
Attività svolta. **1)** Analisi dei metodi di prova ed incertezza associata nel campo delle alte tensioni con forme d'onda composite e combinate, con particolare riguardo alla garanzia di riferibilità ed alla standardizzazione (progetto EMPIR HV-com^2), attraverso caratterizzazione dei sistemi di acquisizione (digitalizzatori) ed un confronto inter-laboratorio sulla misura di tensioni composite e combinate in bassa tensione. **2)** Cavi intestati con capicorda crimpati sono stati sottoposti a cicli termici di riscaldamento e raffreddamento e a prove di sovratemperatura misurando la resistenza elettrica della connessione crimpata con due metodi di misura diversi.
Risultati ottenuti. **1)** Invio del Deliverable 1 del progetto progetto EMPIR HV-com^2, partecipazione al confronto interlaboratorio, risultati analizzati e presentati in sede di chiusura progetto. **2)** Nel campo delle connessioni crimpate la resistenza è risultata più sensibile agli stress termici che a quelli meccanici. Un limite della potenza dissipata dalle connessioni crimpate nelle prove di sovratemperatura è stato 4 W corrispondenti ad una resistenza di 25 μΩ. I risultati, ritenuti di notevole interesse per l'enorme impiego di connessioni crimpate in ambito industriale e automotive, sono stati oggetto di una pubblicazione.

Campione di tensione continua
Obiettivi. **1)** Il laboratorio del campione di tensione continua è coinvolto, analogamente a quello del campione di resistenza, nelle attività di ricerca e sviluppo di nuovi sensori e nella caratterizzazione di sensori commerciali. **2)** DCC – processo di digitalizzazione dei certificati e dei risultati sperimentali.
Attività svolta. **1)** Il laboratorio ha partecipato alla progettazione di un sistema di sensori per lo sviluppo di un naso elettronico per la diagnosi precoce di malattie delle piante e presenza di elementi patogeni nei terreni. La rete di sensori oggetto dello sviluppo è collegata a un sistema di amplificazione di segnali adatto alle misure dirette con multimetri sia portatili sia da laboratorio. **2)** Il processo di digitalizzazione coinvolge l'INRiM per l'implementazione della parte di digitalizzazione di esempio della certificazione dei risultati di taratura di sorgenti campione. Sono stati prodotti esempi di certificati digitali e software per la generazione automatica, l'archiviazione e la trasmissione della certificazione.
Risultati ottenuti. **1)** Progetto di un sistema di acquisizione dati per l'uso con una rete di sensori commerciali di gas per la rilevazione di patologie in piante da frutto. **2)** Esempi di certificazione digitale di risultati di misura, software per sperimentazione preliminare di produzione automatica di certificazione e gestione.

Trasferimento ac/dc e taratura misuratori in regime alternato
Obiettivi. **1)** Studio e sperimentazione di dispositivi per la conversione ac/dc da utilizzare in parallelo ai trasferitori termici commerciali.
Attività svolta. **1)** La differenza di trasferimento ac-dc, influenzata dalle dimensioni, dalle proprietà dei materiali e dai fenomeni fisici, è cruciale nei trasferitori ac/dc. Varia con la frequenza: sotto 100 Hz, prevalgono fenomeni termici non lineari e media insufficiente delle temperature; tra 100 Hz e 10 kHz, sono predominanti gli effetti termoelettrici. A tale proposito, in collaborazione con la Silesian University of Technology (Poland), dei convertitori termici commerciali sono stati confrontati direttamente mediante forme d'onda quantizzate generate da un sistema JAWS a basse frequenze. Le incertezze calcolate nel sistema di trasferimento ac/dc sono inferiori a quelle ottenibili tradizionalmente. I risultati preliminari sono oggetto di pubblicazioni.
Risultati ottenuti. **1)** Il sistema sperimentato si presta per essere utilizzato per tarature di convertitori ac/dc con bassi valori di incertezza, adatto a caratterizzazioni e confronti interlaboratorio e confronti chiave con tecnologia quantica. Risultati preliminari pubblicati.

Misure elettriche di resistenza di alto valore
Obiettivi. **1)** Avvio di tre collaborazioni con enti internazionali e nazionali per scopi scientifici e tecnologici.
Attività svolta. **1)** Avviata una collaborazione nell'ambito del programma di dottorato presso INMETRO (Brasile). L'idea è quella di modellare e valutare il rumore in eccesso in resistori di alto valore del tipo y-delta, ma con un focus su ciascun elemento della rete resistiva, con l'intento di valutare e indicare il modo migliore per costruire questo tipo di rete resistiva, dal punto di vista del rumore corrente e considerando il carico di tensione del misuratore di corrente che verrà utilizzato nella loro calibrazione. La costruzione del rilevatore nullo dovrà continuare, ma ora rientra nei requisiti necessari per valutare la modellazione e il rumore di questo tipo di rete resistiva. La modellazione della rete interna di questo tipo di resistore potrebbe essere validata utilizzando la metodologia descritta nel RT INRiM RT-30-2023. Si procede anche allo studio e alla costruzione

del rilevatore di nullo, basato su condensatori reed vibranti. **2)** Avviata una collaborazione nell'ambito del programma di Master presso il Politecnico di Torino e concordata una tesina dal titolo "*Surface damage assessment by analysis of electrical resistance changes*", mirata all'indagine sulla valutazione del danno superficiale in una lega ampiamente utilizzata nelle applicazioni aerospaziali e mediche. **3)** Avviata una collaborazione con il laboratorio Metrologico del CIRA con l'obiettivo di approfondire e di migliorare l'incertezza dell'Entalpia totale specifica nella galleria del vento ipersonica SIROCCO del CIRA.
***Risultati ottenuti*. 1)** Dopo la presa visione dei parametri per un campo di flusso ipersonico nella galleria del vento SIROCCO del CIRA, rappresentativo delle condizioni di rientro di una navicella nell'atmosfera terrestre, sono stati individuati i parametri più importanti. L'entalpia totale specifica viene valutata mediante una serie di misure, ciascuna delle quali concorre al suo valore e alla sua incertezza. Sono stati pubblicati alcuni lavori sia al livello nazionale presso GMEE2023 sia a livello internazionale presso ICMMI 2023: XVII. International Conference on Metrology, Measurement and Inspection, New York, UNITED STATES.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Campione nazionale di tensione continua
Obiettivi. **1)** Trasferimento della riferibilità a partire dal nuovo sistema Josephson INRiM. **2)** Miglioramento software di gestione automatica stazioni di misura per integrazione DCC. **3)** Caratterizzazione termica del nuovo campione MI 1330A per la parte di generazione della tensione continua.
Attività svolta. **1)** Preparazione e monitoraggio dei campioni in previsione della taratura contro il campione Josephson INRiM a fine 2023. Acquisizione dei certificati di taratura dei campioni al rientro in laboratorio e monitoraggio per la valutazione degli effetti del trasporto. **2)** Integrazione nel software di moduli per l'emissione automatica di certificati di taratura conformi SGQ-INRiM e test per la generazione dei certificati in formati digitali alternativi.
Risultati ottenuti. **1)** Sono stati acquisiti gli elementi necessari al trasferimento della riferibilità dal campione quantistico Josephson al Campione Nazionale di Tensione Continua. **2)** È stata automatizzata la produzione dei certificati di taratura in conformità ai requisiti del Sistema Qualità INRiM ed è stato inoltre implementato un sistema di rappresentazione ed interscambio dell'informazione in formato digitale orientato alla migrazione verso la certificazione digitale.

Attività di taratura, certificazione e prove
Obiettivi. **1)** Nell'ambito della seconda missione dell'INRiM i laboratori metrologici elettrici garantiscono la riferibilità primaria a circa 75 laboratori secondari italiani.
Attività svolta. **1**) Come progetto continuativo, i laboratori del Settore AE03 effettuano tarature di strumentazione elettrica di misura, di campioni materiali e di complessi di misura per le 5 funzioni delle grandezze elettriche. Vengono inoltre effettuate prove su apparati e dispositivi elettrici ad uso industriale e civile, sia per le verifiche di conformità alle normative sia per attività di sviluppo di nuovi prodotti. **2)** Organizzati ed eseguiti circa 15 confronti inter-laboratorio a favore dei laboratori italiani accreditati.
Risultati ottenuti. **1)** Rilasciati circa 350 certificati di taratura MRA, 4 relazioni di prova, 18 rapporti di prova e circa 15 relazioni ILC.

Trasferimento ac/dc e taratura misuratori in regime alternato
Obiettivi. **1)** Predisposizione per l'acquisizione della riferibilità in ac da un NMI esterno mediante taratura di convertitori termici.
Attività svolta. **1)** È stata effettuata una serie di caratterizzazioni su una serie di convertitori termici FLUKE 792 con l'intento di migliorare le capacità metrologiche originali della strumentazione commerciale. La caratterizzazione è in particolare volta a ridurre il numero dei punti di misura senza alterare le incertezze sulla base della linearità degli strumenti. La sperimentazione ha inoltre dimostrato che le caratteristiche di linearità, sotto certe condizioni, si conservano anche nel passaggio da una scala all'altra, estendendo ulteriormente le capacità metrologiche e la versatilità di impiego nelle procedure INRiM.
Risultati ottenuti. **1)** Procedura di caratterizzazione dei convertitori termici utilizzati come riferimenti ac/dc primari. Procedura per l'acquisizione della riferibilità presso altri NMI.

Alte tensioni e forti correnti
Obiettivi. **1)** Miglioramento delle *facilities* di taratura per un allargamento dei servizi di taratura verso la richiesta dell'industria.
Attività svolta. **1)** Si è svolta un'analisi di fattibilità e valutazione preliminare per l'ammodernamento dei sistemi di misura e generazione per le alte tensioni.
Risultati ottenuti. **1)** Verificata la fattibilità della sostituzione degli attuali generatori di alte tensioni alternate.

CMC e ILC

Obiettivi. **1)** Mantenimento e miglioramento delle capacità metrologiche elettriche e di offerta in termini di servizio verso i laboratori secondari. **2)** L'INRiM opera come ILC Provider organizzando confronti inter-laboratorio per tutte le grandezze elettriche di competenza.

Attività svolta. **1)** Verifica dei dati di confronto ottenuti nel ciclo di confronto internazionale: BIPM.EM-K13 a e b (1 Ω e 10 k Ω) e dei calcoli delle incertezze. Sono state prese in considerazione ed analizzate metodologie differenti per ottenere la riferibilità della resistenza elettrica a partire dall'effetto Hall Quantistico. Anche in questo caso sono state fatte delle simulazioni per la propagazione delle incertezze con l'acquisizione della riferibilità con il supporto di un altro NMI. **2)** Organizzati ed eseguiti circa 15 confronti inter-laboratorio bilaterali e multilaterali a favore dei laboratori italiani accreditati.

Risultati ottenuti. **1)** Pubblicazione dei risultati del ciclo di confronto K13, revisione delle procedure e analisi dei sistemi utilizzati. **2)** Esito positivo in tutti gli ILC da parte di tutti i laboratori accreditati, confermando l'elevato livello delle capacità metrologiche.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Misure Elettriche ed Elettroniche e Laboratori LATFC

Obiettivi. **1)**: Aumento della presenza e della visibilità dei laboratori dell'INRiM sul territorio nazionale attraverso la partecipazione attiva a enti, organismi normativi e corsi tecnici. **2)** Consolidamento della presenza dell'INRiM nei comitati tecnici di settore e supporto ad ACCREDIA. **3)** Creazione di aree confinate dedicate a prove e caratterizzazioni nel campo della generazione rinnovabile e delle nuove tecnologie sostenibili. **4)**. Realizzazione di una *facility* per prove termiche di lunga durata.

Attività svolta. **1)** Partecipazione attiva in organismi tecnici e di normazione italiani, come IMQ e INTERTEK ACAE. Corsi di metrologia destinati al personale qualificato dei laboratori accreditati. **2)** Coinvolgimento nelle attività ACCREDIA a sostegno dei centri LAT in Italia. **3)** Progressi nel progetto di realizzazione di una stazione automatica per gestire prove termiche a lunga durata, con valutazione di un sistema di controllo basato su PLC industriali. **4)** Proseguimento dei lavori di progettazione ed allestimento della facility per misure termiche di lunga durata.

Risultati ottenuti. **1-2)** Presenza costante del personale nei comitati tecnici italiani, fornendo supporto alle attività tecniche e normative. **3)** Offerta e realizzazione di servizi di prova, seppur limitati dalla mancanza di volumi confinati. Definizione dei requisiti per la strumentazione necessaria alla realizzazione della *facility*. **4)** La facility per le misure termiche di lunga durata è stata progettata con criteri che la distingueranno da progetti dello stesso tipo curati dai *competitor*.

Settore AE4 – Termodinamica fisica
Responsabile: Roberto Gavioso

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Beltramino Giulio	10	1					11
Bertiglia Fabio	2	9					11
Braccialarghe Giuseppe	1	10					11
Cavuoto Giuseppe	10	1					11
Cuccaro Rugiada	10,5		0,5				11
Dematteis Roberto	1	4		5			10
Fernicola Vito Claudio	4	1,5	2	0,5	0,5	2,5	11
Florio Michael	2	5	0,5	1		2,5	11
Gavioso Roberto	7,5	0,5	1			2	11
Girard Ferruccio	3	5	1	1		1	11
Giraudi Domenico	4,4						4,4
Giuliano Albo Paolo Alberto	9	1		1			11
Imbraguglio Dario	6	5					11
Lago Simona	8,5	0,5	1,5	0,5			11
Lopardo Giuseppina	4	3	1	3			11
Madonna Ripa Daniele	9	1			1		11
Rosso Lucia	10	1					11
Smorgon Denis	2	7,5	1	0,5			11
Personale TD							
Enescu Diana	5					6	11
Pugliese Diego	3					2	5
Rinolfi Simone	0,9						0,9
Salerno Riccardo	1	10					11
Santoro Federico		3		4			7
Tot	***113,8***	***69***	***8,5***	***16,5***	***1,5***	***16***	***225,3***
PhDs							
Nobakht Rezvaneh	11						11
Personale associato							
Bussa Maria Pia					2		2
Steur Petrus Paulus Maria	3			3			6
Tot	***14***			***3***	***2***		***19***
Totale	**127,8**	**69**	**8,5**	**19,5**	**3,5**	**16**	**244,3**

Nel corso del 2023: le attività di ricerca del settore hanno complessivamente prodotto 8 pubblicazioni su rivista internazionale; le attività di taratura e misura per conto di terzi hanno generato un introito di 260 k€.

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Termometria primaria e sviluppo di sensori di temperatura e di metodi termometrici innovativi

Obiettivi. Sviluppo di metodi di termometria primaria acustici (AGT), a microonde (RIGT) e radiometrici volti a favorire la disseminazione della temperatura termodinamica, la revisione della Scala Internazionale di Temperatura (ITS-90), e a valutare la riproducibilità di punti fissi eutettici metallo-carbonio (M-C). Sviluppo di sensori, dispositivi e metodi di misura termometrici innovativi per ricerca di base e applicata, fra i quali: realizzazione di un riferimento di temperatura assoluto per sorgenti a corpo nero basato su cella miniaturizzata al punto fisso del gallio per applicazioni spaziali. In tema di ricerche utili per favorire la transizione energetica

e l'economia circolare: definizione dell'indice di prestazione di materiali impiegati in tecniche di *passive radiative cooling* (PRC); a partire dal 2023, in collaborazione con i settori AE01 e AE02, sviluppo di nuovi sensori basati su tecnologie micro-nano e quantistiche. L'attività è rivolta alla progettazione, realizzazione e caratterizzazione metrologica di sensori innovativi basati su sistemi micro-elettromeccanici (MEMS) per misure riferibili di flusso, di densità, di umidità, di nano-forze, e si svolge nell'ambito di diversi progetti continuativi "*Next-Generation Metrology*" (NEXT-GEN) in sinergia con le infrastrutture di ricerca *Infrastructure for Energy Transition and Circular Economy@EuroNanoLab* (iENTRANCE@ENL) e Piemonte *Quantum Enabling Technology* (PiQuET).

Attività svolta. Nell'ambito del progetto 18SIB02 Real-K: misure della temperatura termodinamica con metodo AGT e prove di taratura termodinamica per termometri a capsula nell'intervallo fra 10 K e 273.16 K; caratterizzazione di punti fissi eutettici metallo-carbonio Fe-C, Pd-C, Ru-C e WC-C. Realizzazione e confronto di scale di radianza, tra 962 °C e 2500 °C con termometri campione operanti a diverse lunghezze d'onda (650 nm, 900 nm e 970 nm). Nell'ambito del progetto 18SIB04 QuantumPascal, sviluppo di metodi RIGT per la realizzazione di un campione di pressione fra 100 kPa e 1 MPa. Nell'ambito del progetto 22IEM02 DireK-T, prove di stabilità su termometri a capsula (Pt, RhFe, Pt-Co) per impiego come campioni di trasferimento nell'intervallo da 4 K a 25 K in confronto internazionale taratura termodinamica. Nell'ambito del progetto EMP 22IEM04 MQB Pascal, in collaborazione con AE01, sviluppo di un campione di pressione a microonde di trasferimento basato su una doppia cavità semisferica. Nell'ambito del progetto FORUM Balloon, stipulato fra Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e Istituto Nazionale di Ottica (INO), caratterizzazione di celle miniaturizzate per la realizzazione del punto fisso del gallio, utilizzate come riferimento assoluto di temperatura per l'auto-taratura di sensori di cavità a corpo nero a bordo di missione ESA FORUM (*Far-infrared Outgoing Radiation Understanding and Monitoring*). Nell'ambito del progetto 21GRD03 PaRaMetriC, per la valutazione delle prestazioni di materiali PRC, progettazione meccanica di dispositivo sperimentale utile per misure in campo.

Risultati ottenuti. Pubblicazione di un lavoro di rassegna che illustra lo stato dell'arte dei calcoli ab initio di proprietà termofisiche di atomi e molecole e la loro applicazione metrologica. In collaborazione con LCM-LNE CNAM, pubblicazione dei risultati ottenuti nello sviluppo di un campione di bassa pressione fra 500 Pa e 20 kPa basato su cavità superconduttiva e presentazione a conferenza ITS-10 di metodi di taratura ibrida ITS90/termodinamica. Valutazione dei contributi di incertezza nei valori della temperatura di transizione di fase di punti fissi eutettici (M-C) con presentazione e pubblicazione dei risultati alle conferenze CIM 2023 e ITS-10 (T.R. 12/2023). In collaborazione con Università della Campania, pubblicazione dei risultati di termometria primaria Doppler (DBT) con atomi di mercurio. Pubblicazione di DEL009 TN "Technical Note - Prestazioni mini-cella al punto fisso del gallio". Taratura con diverse metodologie e confronto di termometri a radiazione campioni primari nel campo di temperatura tra 420 °C e 2500 °C (R.T. 13/2023). Accordo per partecipazione al progetto di carattere continuativo finanziato dal MUR dal titolo "*Better measurements for energy storage*".

Campioni e trasduttori per l'igrometria

Obiettivi. Miglioramento prestazioni metrologiche di stazioni di misura e impianti dei generatori campione di gas umido per la riduzione dell'incertezza delle CMC igrometriche. Realizzazione di un sistema di riferimento per la taratura di termociclatori per analisi PCR. Realizzazione di un sistema di riferimento per la taratura di termometri misuratori della temperatura dell'aria con stima delle grandezze d'influenza. Estensione delle attuali capacità di misura tramite l'ampliamento della scala di temperatura di rugiada/brina con la realizzazione di nuovi generatori campione di umidità, multi-gas e multi-pressione, in grado di operare nel campo compreso tra -105 °C e -10 °C e da pressione sub-atmosferica (200 hPa) fino a 6 MPa, con gas inerte (N_2, Ar) e con idrogeno.

Attività svolta. Aggiornamento impianti e software, e sostituzione strumentazione obsoleta impiegati in generatori campione di gas umido, taratura strumentazione ausiliaria. Studio di una procedura di taratura di macchine PCR. Studio degli effetti radiativi sulla finitura superficiale di termometri di riferimento per la misura della temperatura dell'aria. Estensione del campo di misura del generatore termodinamico campione di umidità in tracce con temperature di brina fino a -105 °C e pressioni fino a 650 kPa; caratterizzazione del generatore in azoto e argon nell'intervallo di frazione molare da 5 ppb a 5 ppm, e valutazione preliminare dell'incertezza nell'ambito del progetto EMPIR 20IND06 PROMETH2O "*Metrology for trace water in ultra-pure process gases*", coordinato dall'INRiM. Realizzazione di un nuovo generatore di idrogeno umido nell'ambito del progetto 21GRD05 Met4H2 "*Metrology for the hydrogen supply chain*" e caratterizzazione iniziale con un gas inerte. Il generatore opererà nel *joint-lab* presso ENVIPARK e genererà idrogeno umido con frazione molare di vapor d'acqua compresa tra 0.5 ppm e 50 ppm a pressioni fino a 6 MPa per fornire la riferibilità *in-situ* alle misurazioni di acqua in tracce nella generazione di H_2 verde. Sviluppo di protocolli di prova per sensori di *water dewpoint* nell'ambito del progetto THOTH2 "*Novel methods of testing for measurement of natural gas and hydrogen mixtures*" (ambito *Clean Hydrogen Partnership* coordinato da SNAM). Progettazione preliminare di un dispositivo MEMS nell'ambito del bando "Progettualità di carattere continuativo" per l'area #07 (umidità) per misure di umidità "*Dew-on-a-chip*" (DOAC).

Risultati ottenuti. Redazione di 3 procedure di taratura aggiornate. Adeguamento al SGQ della strumentazione dei generatori campione di gas umido. Taratura preliminare di macchine PCR e progettazione

apparati ausiliari per il progresso dell'attività sperimentale. Raccolta dati preliminari utili alla definizione del rivestimento ottimale dei termometri di riferimento per la misura della temperatura dell'aria. Revisione e completamento del budget di incertezza relativo al generatore campione di umidità in tracce, nell'intervallo di temperatura di brina tra -100 °C e -20 °C e nel campo di pressione da 200 hPa a 1100 hPa. Pubblicazione congiunta con Università della Campania di misure spettrometriche della frazione molare di H_2O in N_2 gassoso di elevata purezza. Pubblicazione dei risultati ottenuti nelle misure di pressione di vapor saturo del gas refrigerante R1224yd(Z) fra 274 K e 338 K. Redazione protocolli di prova per sensori di *water dewpoint* per il progetto THOTH2 a supporto della catena di approvvigionamento dell'idrogeno e della decarbonizzazione della rete gas. Progettazione di un sensore MEMS Dew-on-a-chip (DOAC) nell'ambito del bando NEXT-GEN.

Proprietà termofisiche
Obiettivi. Sviluppo di modelli termodinamici basati su misure in fluidi di particolare interesse scientifico e tecnologico e realizzazione di sensori di trasferimento per utilizzo su impianti industriali. In particolare, nell'ambito dei progetti: EMPIR 20IND10 Decarb, misure di velocità del suono in miscele binarie di metano e idrocarburi leggeri e di densità in miscele binarie formate da idrogeno e idrocarburi; EMP 21GRD06 MetCCUS, caratterizzazione di miscele formate da ammine liquide e anidride carbonica e di miscele di anidride carbonica e vapor d'acqua; NEXT-GEN, ambito "*Fluid dynamics (gas flow) for gas metering (including hydrogen)*", sviluppo di sensori micrometrici di nuova generazione per le misure di flusso di piccole e piccolissime portate utili in applicazioni energetiche (p.e. celle a combustibile).
***Attività svolta*.** Progettazione e sviluppo di un secondo sistema per la misura della velocità del suono utilizzabile su impianti industriali anche come flussimetro a ultrasuoni di tipo *clamp-on.* Misure di densità e velocità del suono in miscele di idrogeno e idrocarburi leggeri. Implementazione di un'equazione di stato multifase per il refrigerante di quarta generazione R-1224yd(Z). Studio della letteratura esistente in merito alla progettazione e alla scelta dei materiali utilizzati per la realizzazione di sensori per la microfluidica. Misure di velocità del suono in Ne per la determinazione della massa molare di un campione di trasferimento utilizzato presso la Helmut Schmidt Universität. In collaborazione con AE02, analisi misure di velocità del suono in aria umida.
Risultati ottenuti. Realizzazione di un secondo misuratore di riferimento di velocità del suono e flusso di tipo *clamp-on*. Pubblicazione dei risultati sperimentali di densità e velocità del suono per fluido refrigerante R-1224yd(Z) con la relativa equazione di stato. Pubblicazione dei risultati di velocità del suono ottenuti in miscele binarie di metano e idrocarburi leggeri in fase liquida a temperature criogeniche. Progettazione e realizzazione dei disegni tecnici da utilizzare per la microfabbricazione di un sensore MEMS Coriolis.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Obiettivi. Sviluppo delle attività di mantenimento e disseminazione dei campioni nazionali di temperatura attraverso un incremento delle capacità di misura e taratura (CMC) e la riduzione delle incertezze associate; promozione e partecipazione a confronti internazionali, anche con ruoli di coordinamento; attività di taratura e misura per conto di terzi; partecipazione attiva nei comitati e nei gruppi di lavoro del BIPM e di Euramet.

Termometria
Attività svolta. Coordinamento confronto Euramet 1457 (T-S7) con Tubitak-UME per la misura dei parametri di influenza nella realizzazione di scale di radianza fra 156 °C e 1100 °C, analisi dei risultati, preparazione e discussione del *Draft A*, approvazione congiunta del *Draft B* e sua *submission* per *review* in ambito EURAMET. Contributo a preparazione e stesura del protocollo del confronto CCT.K11 per la caratterizzazione di due cavità a corpo nero da impiegarsi per la taratura di termometri a radiazione per la misura della temperatura corporea (*ear & forehead thermometers*) tra 34 °C e 43 °C. In collaborazione con il settore ML05, avvio delle attività del progetto PRIN Xvers T.E.C. (Transverse Thermoelectric Energy Conversion) che prevede la taratura di termometri campione per la caratterizzazione di dispositivi a effetto termoelettrico trasverso. Nell'ambito della partecipazione ai lavori dei gruppi non-Contact Thermometry (CCT-WG-NCTh), Thermophysical Quantities (CCT-TG-ThQ), Body Temperature Measurement (CCT-TG-NCTh-BTM) è proseguito il lavoro di preparazione di una guida nell'ambito dei termometri a radiazione per applicazioni industriali.
***Risultati ottenuti*.** Nel 2023 sono stati emessi per committenti esterni ed interni, dal gruppo temperature intermedie: 38 certificati di taratura; dal gruppo termometria industriale: 34 certificati di taratura; dal gruppo termometria a radiazione: 20 certificati di taratura. Si segnala che, a partire da luglio 2023 l'attività di servizio dei laboratori di termometria criogenica, termometria industriale e termometria a radiazione è stata interrotta a causa dei lavori di ristrutturazione dell'edificio 2. Il personale del gruppo termometria a radiazione ha reindirizzato parte della sua attività a supporto e in collegamento con STSA per la pianificazione degli interventi di ristrutturazione. Pubblicazione dei risultati del CCT Key Comparison 9 di taratura di termometri campione a

resistenza di platino fra i punti fissi dell'Ar e dello Zn. Pubblicazione dei risultati del confronto tra il campione nazionale dell'Ar e il nuovo punto triplo realizzato con criostato Fluke (RT 04/2023) per la realizzazione della ITS-90 nel laboratorio di temperature intermedie.

Campioni e trasduttori per l'igrometria
Attività svolta. Servizi di taratura, misure e organizzazione di ILC, valutazioni documentali e valutazioni su campo di laboratori accreditati o accreditandi secondo ISO 17025. Analisi dati confronto e redazione di relazioni di confronto. Aggiornamento campioni di riferimento, procedure e attrezzature obsolete. Realizzazione confronto Internazionale nell'ambito del progetto EURAMET Air Temperature Metrology (ATM). Adeguamento del SGQ del laboratorio ai rilievi emersi in corso di *peer-review*.
Risultati ottenuti. Nel corso del 2022 sono stati emessi: 76 certificati di taratura (complessivamente fra interni e per conto di terzi in laboratorio e sul campo); 8 relazioni di confronto inter-laboratorio; si sono impegnate 18 giornate/uomo per incarichi in attività di supporto all'accreditamento.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER
Obiettivi. Iniziative di trasferimento tecnologico a livello nazionale e internazionale, incluso sfruttamento commerciale brevetti; attività di normazione nazionale e internazionale; organizzazione e supervisione di confronti inter-laboratorio fra laboratori accreditati; supporto ad ACCREDIA per le attività di accreditamento con ruolo ispettivo; organizzazione e svolgimento di corsi di formazione per stakeholder industriali; svolgimento di tirocini a vari livelli, incluso addetti presso istituti metrologici di paesi emergenti; tutoraggio di tesi di laurea triennale (LT) e magistrale (LM) e di Dottorati di Ricerca; attività di docenza per corsi di primo, secondo e terzo livello attivi presso il Politecnico di Torino e l'Università di Torino.
Attività svolta. Analisi di mercato per la ricerca di aziende interessate allo sfruttamento del brevetto "Procedimento per la taratura di reti di sensori wireless e relativo sistema" concesso dal MISE a Marzo 2014. Addestramento personale tecnico entrato in servizio per fornitura servizi metrologici a catalogo. Addestramento in attività teoriche di analisi dati di misure, tarature e confronti, e sperimentali di laboratorio di tirocinanti, tesisti e dottorandi del Politecnico di Torino (corsi di laurea in Ing. Meccanica e Energetica) e dell'Università di Torino (corso di laurea in Fisica). Docenze, sessioni d'esame per corsi di laurea magistrale e di Dottorato: *Thermal measurements and controls* (60 ore, 50 studenti) LM in Ing. Meccanica e Energetica (Politecnico di Torino); *Complementi di Fisica Generale* (20 ore, 15 studenti) LM in Fisica; *Thermal measurements and control methods* (20 ore, 25 studenti) Corso di terzo livello Dottorato in Metrologia;
Risultati ottenuti. Presentazione di brevetto per la taratura di reti di sensori wireless presso 3 aziende per proposta di sfruttamento commerciale. Organizzazione e chairmanship dell'Annual Meeting della IAPWS Executive Committee and Working Groups *2023,* con l'organizzazione di un simposio dal titolo "Underpinning the Seawater Science", che ha visto la partecipazione di scienziati (circa 80) provenienti da 20 Paesi diversi, Torino, 3-8 settembre 2023.

Settore AE5 – Termodinamica applicata
Responsabile: Andrea Merlone

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Coppa Graziano	9,5		1		0,25	0,25	11
Durbiano Francesca	5,5	2,5	3				11
Iacomussi Paola	5		4	1	1		11
Merlone Andrea	7,5	1	0,5			2	11
Musacchio Chiara	8		2		1		11
Pavarelli Stefano	8	2				1	11
Pennecchi Francesca Romana	8		2,9	0,05		0,05	11
Rolle Francesca	6	2,5	2,5				11
Sacchetti Alberto	8,5		2,5				11
Sega Michela	3	1,5	1,5		1	4	11
Spazzini Piergiorgio[1]	1						1
Zucco Massimo[2]	1						1
Tot.	***71***	***9,5***	***19,9***	***1,05***	***3,25***	***7,3***	***112***
Assegni di ricerca							
Bottacin Alberto	11						11
PhDs							
Ma Qitian	5		0,5				5,5
Natalì Giselle Aranda	7		1				8
Tot	***23***		***1,5***				***24,5***
Totale	**94**	**9,5**	**21,4**	**1,05**	**3,25**	**7,3**	**136,5**

[1]10 mesi in AE01 e 1 mese in AE05
[2]10 mesi in AE02 e 1 mese in AE05

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Chimica e analisi statistica associata

Obiettivi. **1)** Sviluppo di modelli e codici per la valutazione di conformità di dati composizionali in applicazioni chimico/ambientali. **2)** Armonizzazione degli approcci statistici per i confronti interlaboratorio relativi a proprietà qualitative di sostanze e materiali. **3)** Sviluppo di modelli di Machine Learning (ML) per misure di parametri marini e taratura in situ di relativi sensori. **4)** Miglioramento del sistema di preparazione di miscele gassose e sua parziale automazione. **5)** Preparazione e caratterizzazione di miscele gassose di riferimento per la misura dei rapporti degli isotopi stabili del CO_2 ($\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$) e miglioramento delle incertezze (Progetto 19ENV05 STELLAR). **6)** Riferibilità e incertezze in misure in ambito marino (parametri chimico/fisici marini, *p*CO2). **7)** Studio e monitoraggio dei parametri di comfort nell'ambiente *indoor* all'interno del Living Lab HIEQLab (PRIN 2022 MIRABLE, in collaborazione con PoliTO).

Attività svolta. **1)** Nel progetto IUPAC/CITAC n. 2019-012-1-500 "*Influence of a mass balance constraint on uncertainty of test results of a substance or material and risks in its conformity assessment*", si è concluso lo sviluppo di modelli probabilistici (Bayesiani) e le tecniche di simulazione (Monte Carlo) per la valutazione di conformità di dati composizionali. **2)** Nel progetto IUPAC/CITAC n. 2021-017-2-500 *"Harmonization of approaches to interlaboratory comparison of qualitative and related property values of a substance or material*" si sono sviluppati vari esempi di confronti su proprietà qualitative (o combinazioni di qualitative e quantitative), applicando e sviluppando metodi statistici per la valutazione della consistenza dei risultati. **3)** In cooperazione con ML05, si è avviata una collaborazione di ricerca con Smart Bay Santa Teresa per sviluppare algoritmi di ML per l'analisi dei dati raccolti nella Baia di S. Teresa. Inoltre, la collaborazione verterà sullo sviluppo di metodiche riferibili per la misura di pCO_2 mediante appositi sensori presso l'area di S. Teresa, e la realizzazione di studi comparativi. **4)** La stazione di preparazione di miscele gravimetriche è stata migliorata con automazione del sistema per le pesate di precisione. È stata terminata la validazione del sistema per la

preparazione di miscele mediante diluizione dinamica, è stato predisposto un software di gestione dedicato e pubblicato uno specifico rapporto tecnico. **5)** Conclusione delle attività del progetto europeo 19ENV05 STELLAR, riguardanti la realizzazione e caratterizzazione di miscele gassose di riferimento per la misura dei rapporti degli isotopi stabili del CO_2 ($\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$). Le miscele sono state analizzate mediante spettroscopia FTIR e inviate presso NMI stranieri per la loro verifica, ottenendo buoni risultati in termini di compatibilità dei risultati. nell'ambito del progetto Metro-Inn AE, è stato acquistato e messo in funzione uno strumento basato sulla tecnica di *cavity ring down spectroscopy*. **6)** Realizzazione di miscele gravimetriche di CO_2 in azoto inviate presso l'OGS, per la taratura di strumentazione per la misurazione della pCO_2 in acqua di mare (attività nell'ambito del progetto H2020 MINKE). **7)** Avvio dell'analisi dello stato dell'arte per la selezione di strumenti e sensori per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici che influenzano il comfort di un soggetto nell' ambiente *indoor*.

Risultati ottenuti. **1)** Pubblicazione della "IUPAC/CITAC Guide: *Evaluation of risks of false decisions in conformity assessment of a substance or material with a mass balance constraint (IUPAC Technical Report)*". **2)** Una pubblicazione su rivista, due presentazioni a workshop. **3)**. Due presentazioni a congresso. **4)** Una pubblicazione su rivista e due presentazioni a congresso sulla preparazione di CRM gassosi. **5)** Stesura e pubblicazione di report e deliverable del progetto STELLAR. Presentazione dei risultati ottenuti nella preparazione di miscele di riferimento per la misura dei rapporti isotopici di CO_2 e loro verifica in workshop internazionali. **6)** Proseguimento dell'attività sperimentale dell'ambito del progetto INFRAIA "MINKE", con attività di ricerca sulla riferibilità metrologica delle misure di pCO_2 in acqua di mare (in collaborazione con OGS) e contributo a congresso internazionale. Pubblicazione di *review* su rivista internazionale. **7)** Acquisizione di informazioni preliminari per definire la migliore strumentazione (primaria e secondaria) da installare nel Living Lab HIEQLab.

Meteorologia e climatologia

Obiettivi. (*Focal Point "Monitoring the environment and support the development of clean technologies"* e Art. 5.2.8 "Metodi e strumenti per la conoscenza, la misurazione e il monitoraggio delle misure di adattamento climatico" del PNR 2021-2027)

1) Supporto alla climatologia nella valutazione di serie storiche e record di temperatura. **2)** Criosfera. Miglioramento delle tecniche di misura per la climatologia in aree polari (Artico), glaciali, periglaciali e in grotta e per permafrost. **3)** Avvio intercomparison di termometri presso Climate Change Tower della base artica, nell'ambito del progetto EMPIR "COAT", SIP di MeteoMet2. **4)** Realizzazione di un test site per il "*Surface Reference Network*" del *Global Climate Observing System* (GCOS) delle Nazioni Unite. **5)** Valutazione performance di radiosonde e mini-radiosonde per misura di parametri atmosferici termo-fluidodinamici. **6)** Miglioramento delle procedure di taratura, valutazione delle incertezze e modellizzazione matematica del comportamento di sensori atmosferici (anche *Focal Point "Improving the quality and impact of fundamental scientific research"*). **7)** Partecipazione al progetto INFRAIA H2020 - "MINKE" su disseminazione terminologia metrologica, analisi incertezze e fattori di influenza in misure di grandezze fisiche. **8)** Partecipazione al progetto nazionale "*Mirror Copernicus*", con numerosi contributi su tematiche diverse. **9)** Partecipazione al progetto EMP 21GRD08 SoMMet come WP Impact Leader.

Attività svolta. **1.a)** Contributo alla stesura della guida sulla validazione di estremi meteorologici in climatologia. **1.b)** Conclusione dello studio commissionato dalla World Meteorological Organization per la validazione del record europeo di temperatura, registrato a Floridia (SR) l'11 agosto 2021. L'INRiM ha svolto presso i suoi laboratori tutte le analisi strumentali sul termometro, schermo e datalogger presenti alla stazione meteorologica di Floridia **2.a**) Avvio progetto PRIN "Rockfall", coordinato da INRiM in collaborazione con CNR-IRPI e PoliTO, sullo studio dell'ambiente periglaciale del bacino della Bessanese in termini interazione fra temperature dell'aria e della roccia, radiazione solare e proprietà termomeccaniche di rocce e ghiaccio; continuazione collaborazione con CNR-ISP per le tarature e misure di temperatura atmosferiche a Ny-Ålesund **2.b**) Prosecuzione progetto *Metrology for Caves*, in collaborazione con il Politecnico di Torino e il Club Alpino Italiano, sul monitoraggio delle temperature e dell'ambiente nel sito delle Grotte di Bossea. **2.c)** Preparazione di un articolo sul confronto dei risultati delle numerose tarature di catene di permafrost degli ultimi anni. **2.d)** Proseguimento della collaborazione con ISP CNR su qualità dei dati nelle misure in ambiente artico (Svalbard). **3)** Continuazione progetto EMPIR 19SIP06 COAT, collegato al *parent project* ENV58 MeteoMet2. Il progetto prevede un'intercomparison da realizzarsi in Artico, in collaborazione con ISP-CNR, di termometri e schermi radiativi per la misura della temperatura dell'aria. **4)** Conclusione del progetto 19SIP03 CRS "*Climate Reference Station*", collegato al *parent project* ENV58 MeteoMet2, coordinato da INRiM, con la progettazione, installazione e caratterizzazione di una stazione di riferimento per la climatologia installata presso il parco di Stupinigi in collaborazione con Ente Parchi Reali (Stupinigi) e Società Meteorologica Italiana. **5**) Proseguimento della collaborazione con PoliTo nell'ambito del progetto "Complete" per la caratterizzazione e test sperimentali anche in campo di mini-radiosonde per le misure di parametri termo fluido dinamici nelle nuvole; preparazione di un articolo. **6.a)** Studio di un algoritmo migliorato di interpolazione della Callendar-Van Dusen per la taratura dei sensori Pt100 atmosferici. **6.b)** studio statistico sul miglioramento della valutazione delle incertezze relative a misure ambientali, a seguito della collaborazione con Università di Torino (Master

ADABI). Studio statistico sulla propagazione delle incertezze relative a misure autocorrelate non stazionarie di temperatura dell'aria in collaborazione con CNR-ISP. **7)** Co-responsabilità del WP2 del progetto INFRAIA H2020 - "MINKE, svolgimento del training per ricercatori in scienze marine, contributo a definizione di grandezze e linee guida di misurazione di sea surface e sub surface temperature. **8)** Nessuna attività svolta, poiché il progetto Mirror Copernicus non è mai partito. **9)** Pianificazione e gestione delle attività di impact per i risultati del progetto; messa a disposizione di sito per misure di umidità nel suolo.
Risultati ottenuti. **1.a)** Conclusione e pubblicazione della guida sulla valutazione di record estremi WMO issues new guidelines on evaluation of weather and climate extremes. **1.b)** La WMO ha rilasciato comunicato stampa e annuncio a carattere mondiale, circa il nuovo estremo continentale europeo di temperatura dell'aria. **2.a)** Successo, finanziamento e avvio come coordinatore del progetto PRIN "Rockfall risk mitigation in the Alps 20223MKEMB_PE10_PRIN2022". **2.c)** Conclusione dell'articolo sull'effetto della correzione dei profili di temperatura in permafrost, a seguito delle campagne di taratura svolte a partire dal 2017. **2.d)** in previsione l'invio a rivista di un articolo scientifico (a fine 2023 in fase molto avanzata di stesura), sul metodo di taratura in sito utilizzato e la rideterminazione dei profili di temperatura della CCT; **3)** Conclusione campagna di misura presso base artica e avvio analisi dati in collaborazione con CEM (Spagna). **4.a)** La stazione di riferimento per la climatologia, utilizzata per studiare la configurazione strumentale ottimizzata per le esigenze climatologiche, è stata installata e inaugurata in concomitanza con MMC 2023. Conclusione e invio a rivista di un articolo in collaborazione con WMO su caratteristiche e performance di climate reference stations. **4.b)** Pubblicazione su "Nature Physics" di un articolo. **5)** Invio di un articolo sui risultati del progetto "Complete" .**6.a)** Articolo scientifico inviato a rivista sul miglioramento delle tecniche matematiche utilizzate attualmente per l'interpolazione dei risultati della taratura di sensori atmosferici, in particolare nel dominio delle temperature inferiori a 0 °C.. **6.b)** Fase iniziale di stesura di un lavoro sullo studio di un algoritmo migliorato, basato su clustering, per la determinazione delle incertezze di misura di temperatura dell'aria, e alla pubblicazione di almeno un articolo a rivista.. **7)** Progetto INFRAIA – MINKE: organizzazione e svolgimento del training per "young marine scientists", Torino Settembre 2023; preparazione report di WP2. **8)** Nessun risultato, dato che il progetto Mirror Copernicus non è mai partito **9)** Organizzazione del "Second soilmoisture workshop" in concomitanza con la conferenza MMC 2023 a Torino, per il progetto EMP 21GRD08 SoMMet.

Termometria termodinamica per contatto
Obiettivi. **1)** Prosecuzione e conclusione del progetto "RealK" su utilizzo di "*Gas-Controlled Heat Pipes*" WP3.
Sviluppo previsto. **1)** RealK: Raccolta termometri HTSPRT da partecipanti e avvio del nuovo *gas controlled heat pipe* al sodio. Misure della non-uniqueness di tipo 3 dei sensori HTSPRT a temperature comprese tra 660 e 960 °C.
Attività svolta. RealK: Raccolta termometri HTSPRT da partecipanti e avvio del nuovo *gas controlled heat pipe* al sodio. Misure della non-uniqueness di tipo 3 dei sensori HTSPRT a temperature comprese tra 660 °C e 960 °C.
Risultati ottenuti. Messa in funzione nuovo *gas controlled heat pipe* al sodio, per temperature tra 660 °C e 960 °C (Al – Ag). Analisi della *non-uniqueness* di tipo 3 dei sensori HTSPRT a temperature comprese tra 660 °C e 960 °C, presentata al *final meeting* del progetto, che confermano le misure presentate in Coppa & Merlone 2016.

Interazioni radiative tra sorgenti e materiali
Obiettivi. **1)** Caratterizzazione interazione materiali e studio dell'interazione con la radiazione solare **2)** Definizione e implementazione di metodologie di caratterizzazione di sensori digitali in campo radiativo esteso per applicazioni anche in ambito *automotive* e per la mappatura diffusa. **3)** Definizione e miglioramento delle tecniche di caratterizzazione delle proprietà dei materiali per applicazioni di protesica avanzata anche con approccio IoT.
Attività svolta. **1)** analisi prestazionale di Simulatori Solari; simulazione della distribuzione radiazione solare all'interno della camera del tunnel EDDIE; analisi spettrocolorimetriche rocce arenarie Valcamonica e interazione esposizione solare vs colonie Litobionti **2)** Partecipazione a gruppo di ricerca per implementazione di un *Living Lab* per lo studio delle condizioni ambientali e radiative nell'ambito del PRIN Mirable; studio iniziale metodi di caratterizzazioni strisce stradali in campo esteso (VIS-NIR) **3)** Implementazione e piena operatività laboratorio Advanced Aesthetics presso Dental School Università degli studi di Torino; Studio delle proprietà ottiche Zirconia; caratterizzazione proprietà spettrocolorimetriche di denti naturali su pazienti.
Risultati ottenuti. **1)** Procedura di acquisto Simulatore Solare dal produttore Science-Tech; Analisi dati spettrocolorimetrici della colonizzazione di rocce arenarie e pubblicazione articolo su Science of Total Environment (IF9.8) **2)** Avvio progetto Mirable; dati preliminari studio in campo esteso (VIS-NIR) strisce stradali e presentazione dati al Workshop *Road lighting Future* di CIE Mid Term Session; Presentazione richiesta gruppo di ricerca su Osservatore di Riferimento non biologico per applicazioni in campo automotive; Pubblicazione di tre memorie al Congresso Innovative Lighting Technology (Ljubljana) **3)** Progettazione e realizzazione in stampa 3D di supporto per caratterizzazione spettrale della dentatura di soggetti; caratterizzazione Zirconia a cromaticità e traslucenza progressiva e costante; realizzazione esperimenti

soggettivi sullo studio dell'influenza delle dighe colorate sulla disidratazione e percezione cromatica dei denti di pazienti.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Chimica e analisi statistica associata

Obiettivi. **1)** Preparazione di miscele gassose di CO_2 a livello ambiente per via gravimetrica e loro studio di stabilità in vista della dichiarazione di CMC per la produzione di materiali di riferimento gassosi. **2)** Partecipazione a confronti internazionali di misura nel settore dell'analisi di gas (CO_2 e NO_X). **3)** Mantenimento, disseminazione e ricerca associata al campione di concentrazione di ozono in aria. **4)** Partecipazione attiva nelle organizzazioni metrologiche europee ed internazionali e in network internazionali. **5)** Supporto in *peer review* e accreditamento di altri NMI.

Attività svolta. **1)** Completamento delle procedure per la richiesta di 2 CMC sia per l'assegnazione del valore sia per lo sviluppo di CRM gassosi di CO_2 in matrici di azoto e/o aria sintetica e loro inserimento nel QMS di INRiM. Realizzazione di miscele gravimetriche e studi di stabilità. **2)** Attività sperimentale mediante FTIR in preparazione al confronto CCQM-P239. **3)** Attività di taratura associata al campione di concentrazione di ozono in aria. **4)** Rappresentanza nei comitati metrologici europei e internazionali (delegato nazionale in EURAMET e componente nel BoD; *Contact Person* nel TC-MC di EURAMET e nei *Subcommittee on Gas Analysis, Bio and organic analysis, Electrochemistry e* membro del *Task Group* on *strategy*; *chairmanship* della EMN Mathmet e persona di contatto per la EMN *Climate* and *Ocean observations*; *Contact person* nei GAWG, IRWG e OAWG del CCQM), in organizzazioni internazionali ed europee (*Chair* di IMEKO TC-8 "*Traceability in metrology*", *membership* in CITAC "*Cooperation on International Traceability in analytical Chemistry*", delegato nazionale di Eurachem e partecipazione nei gruppi di lavoro *Eurachem/CITAC WG on Measurement Uncertainty and Traceability*, *Eurachem/CITAC WG on Reference Materials*, *Eurachem WG on Qualitative Analysis*). **5)** Coordinamento del progetto EURAMET TC-Q n. 1582; attività di ispettore o esperto tecnico per accreditamento di altri NMI.

Risultati ottenuti. **1)** Invio di 2 CMC al TC-MC per la intra-regional review. **2)** Inizio attività per la partecipazione al confronto pilota CCQM-P239. **3)** Emissione certificati di taratura. **4)** Svolgimento delle attività entro i comitati; nell'ambito della EMN, si è provveduto alla stesura dello *Executive Summary* della *Strategic Agenda* e alla organizzazione della rete secondo un *Work Plan*; si è partecipato alle riunioni indette da EURAMET per gli EMN *chairs* ed è stata organizzata la GA di Mathmet; si è contribuito alla co-organizzazione (con altre EMN e gruppi di lavoro) di 5 eventi di *brainstorming* per la preparazione delle EPM *call* 2024; all'interno dell'attività di rete "*Measurement uncertainty training* - MATHMET EMN *project idea to improve quality, efficiency and dissemination*" (INRiM Impact WP leader), si è cominciato ad organizzare un impact workshop per il 2024. Varie presentazioni a congresso e un articolo relativi a SRA, QAT, MU Training Activity. **5)** Report di avanzamento del progetto 1582; esame documentale e visite ispettive presso NMI stranieri.

Meteorologia e climatologia

Obiettivi. Mantenimento e rafforzamento di attività, incarichi, partecipazioni e *chairmanship* in corso nei rilevanti network e TC EURAMET, nei comitati CIPM e negli *expert team* WMO, sia in rappresentanza della comunità metrologica sia con ruolo di delegato nazionale

Attività svolta. *Chairmanship Working Group Environment* del CCT – CIPM; Co-Chairmanship del Task Group "Air Temperature" del CCT, Partecipazione *WG Strategy* del CCT – CIPM; *Chairmanship Expert Team "Measurement Uncertainties*" del WMOSC-MINT INFCOMM; *Membership allo Standing Committee della commissione Measurement, Instrumentation and Traceability della INCOM – WMO, Partecipazione Expert team "Quality, Traceability and Calibration"* del WMOSC-MINT INFCOMM; Partecipazione al GCOS *Surface Reference Network* con chairmanship del SG 5 "Climate Reference stations"; Partecipazione al TC-T Euramet; Partecipazione al GRUAN in qualità di rappresentante metrologico; Partecipazione al "Tavolo Artico" del MAECI in qualità di esperto; Partecipazione al tavolo nazionale "Copernicus", partecipazione al Global Cryosphere Watch (GCW) Best Practices (BP) Expert Team on Permafrost. Partecipazione all'EMN "*Climate and Ocean Observations*"; possibile nomina a esperto per l'AOPC (Atmospheric Observation Panel for Climate)

Risultati ottenuti. Svolgimento *task* nei diversi comitati tecnici. Preparazione report nei diversi comitati tecnici. Mantenimento del ruolo di delegato nazionale presso INFCOM WMO e SERCOM WMO. Reporting Allo Standing Committee (SC-MINT) WMO in qualità di chairperson del Expert Team "Measurement Uncerainty"; *Contributi all'Annex 1* della nuova Guida n. 8 WMO "*Operational measurement uncertainty requirements and instrument performance requirements*" e "*implementing the internationally approved definitions on measurement uncertainty, published by BIPM (VIM)*"; "*mechanisms for ensuring consistency between the Annex of the CIMO Guide and OSCAR/Requirements database, in the future*"; *Develop guidance on requirements and criteria for developing and sustaining reference observing networks (Special focus on climate change aspects)*; *Liaise with the WMO Secretariat*. Proseguimento della *chairmanship* e dei lavori del

working Group Environment del CCT-BIPM; partecipazione ai lavori del *Working Group "Strategy*" del CCT e del T-T. Conclusione del capitolo su permafrost *best practice* per inclusione nella Guide on Instruments and Methods of Observations (Guide No.8) della WMO. Contributo alle fasi di avvio e ai relativi documenti (*governance*, *quality assurance*, *station requirements*) per il GCOS *Surface Reference Network*. Selezione delle stazioni candidate e avvio della Pilot Phase. Candidatura dei laboratori e siti INRiM a ruolo di WMO "Measurement Lead Center on Traceability and Field Metrology".

Termometria termodinamica per contatto
Obiettivi* e *Attività svolta. Prosecuzione del coordinamento del progetto EURAMET 1459 "ATM Air Temperature Metrology" per la produzione di una linea guida per la taratura di termometri in aria. Conclusione loop del ILC (INRiM Pilot) avvio analisi dati.
Risultati ottenuti. Avvio della produzione guida EURAMET (con possibile condivisione con altre RMO) per taratura per termometri per temperatura dell'aria tra -40 °C e 60 °C

Interazioni radiative tra sorgenti e materiali
Obiettivi. Mantenimento e rafforzamento di attività, incarichi, partecipazioni e *chairmanship* in corso nei rilevanti network.
Attività svolta. Svolgimento task specifici nei diversi gruppi.
Risultati ottenuti. Presentazione richiesta istituzione di un Research Forum per la definizione di nuovo osservatore di riferimento non biologico per la caratterizzazione metrologica di sensori automotive.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Obiettivi comuni
1) Massimizzare l'impatto tecnologico e scientifico dei progetti in corso. **2)** Ampliare la portata della scienza termodinamica a sforzi multidisciplinari in cui le grandezze chimiche e le proprietà dei materiali giocano un ruolo chiave. **3)** Sviluppare sensori, strumenti e metodologie innovativi adatti a trasferire le tarature e associate incertezze dal laboratorio al sito, alle applicazioni intelligenti. **4)** Contribuire a comprendere, modellare, valutare e ridurre le incertezze nei campi applicati delle proprietà fisico-chimiche. **5)** Affrontare le esigenze di ricerca degli stakeholder scientifici e industriali nelle misurazioni della termodinamica chimica, la riferibilità per le osservazioni oceaniche, la scienza atmosferica e l'evoluzione climatica. **6)** Partecipazione attiva nei comitati normatori.

Chimica e analisi statistica associata
Attività svolta. **1)** Contributi a workshop nazionali e internazionali. **2)** Corsi di formazione per studenti di dottorato, stage di formazione. **3)** Rappresentanza in enti normatori (*Chair* UNI/CT 016/GL 69 "Applicazioni dei metodi statistici"; ISO/TC 69/SC 6/ WG 7. Partecipazione al gruppo di Lavoro "Attrezzature" del Ministero dei Trasporti, sottogruppo "Metrologia".
Risultati ottenuti. **1)** Organizzazione e co-*chair* del *workshop* congiunto ENBIS/Mathmet "Mathematical and Statistcal Methods for Metrology" MSMM 2023 con 7 presentazioni; *membership* del comitato scientifico dello *IUPAC/CITAC Workshop on Metrology, Quality and Conformity Assessment* (Tel Aviv, Israel, 17-18 Jan 2023 - Isranalytica 2023) con 2 presentazioni invitate; 2 presentazioni alla conferenza ENBIS 2023 (di cui una invitata alla SIS session) e co-organizzazione della *Contributed Special Session* "Measurement uncertainty" (MU-SIG); 2 presentazioni allo *International scientific and technical seminar* "Uncertainty of measurement: scientific, applied, regulatory and methodical aspects" (UM-2023) dell'università di Kharkov. *Membership* dell'*International Program Committee del 2024 IMEKO World Congress.* Organizzazione del workshop IMEKO TC8, 11 e 24 (ottobre 2023, Madeira) e presentazione contributo. **2)** Co-tutoraggio (congiunto con la divisione ML) della borsa di Dottorato Nazionale in Intelligenza Artificiale (PhD-AI.it), Industria 4.0, sulla tematica "*Fair and trustworthy Machine Learning*"; docenza del corso di dottorato *The evaluation of uncertainty in measurement* (a.a. 2022-23); docenza di un modulo sull'incertezza della Summer School 2023, organizzata da Accredia e INRiM. Organizzazione del training "*Introduction to measurement uncertainty for young and early career marine scientists*", 25-27 settembre 2023, INRiM, Torino, quale deliverable del progetto MINKE e diretto a studenti e giovani ricercatori in ambito oceanografico e docenza su "Bottom-up approach to measurement uncertainty". Partecipazione all'organizzazione del webinar di presentazione dell'edizione italiana della Guida Eurachem/CITAC "Incertezza associata al campionamento nelle analisi chimiche", Roma 9-10 marzo 2023. Attività di formazione sulle norme internazionali ISO/IEC 17025 e ISO 17034 e sulle procedure tecniche presso il GEOSTM nell'ambito del progetto di Twinning con la Georgia. **3)** Svolgimento delle attività specifiche entro i comitati: aggiornamento del catalogo UNI con recepimento di norme ISO/TC 69, partecipazioni a riunioni plenarie e di SC, revisione di norme (ISO 28037 e 28038).

Meteorologia e climatologia
Attività svolta. **1)** Contributi a workshop nazionali e internazionali. **2)** preparazione di un PRT suEnvironmental

Thermodynamis, di marcato impatto interdisciplinare. **3)** attività di disseminazione in collaborazione con il Comune di Nichelino nell'ambito dell'installazione della stazione di riferimento CRS. **4)** Momenti e articoli di disseminazione a pubblico ampio (Notte della Ricerca, interviste etc.) **5)** Svolgimento di training e sviluppo di materiale associato per WMO, nell'ambito del progetto MINKE e per la ricerca in Artico (attraverso SIOS e/o UNIS)

Risultati ottenuti. **1)** Organizzazione della conferenza internazionale "Metrology for Meteorology and Climate – MMC2023) – 25-30 settembre 2023, con partecipazione di 150 registrati, organizzazione di expo di strumenti e numerose riunioni satellite di comitati WMO e GCOS; presentazione lavori a MSMM 2023 e al congresso nazionale SIF, con un intervento premiato come "migliore comunicazione" **2)** tutoraggio di due borse di Dottorato in Metrologia. **3)**. Coinvolgimento studenti delle scuole superiori in progetti sulle misure per il clima (Comune di Nichelino) **4.a)** La conferenza MMC2023 e l'inaugurazione della stazione climatologica di riferimento hanno generato una corposa rassegna stampa a carattere nazionale, su tutti i maggiori quotidiani; diversi passaggi su TG (TG 3, TG Leonardo); **4.b)** Rassegna stampa legata alla validazione del record europeo di temperatura. **5)** Avvio collaborazione con la startup CarpeCarbon Srl per la caratterizzazione termica del sistema di rimozione del carbonio atmosferico.

Interazioni radiative tra sorgenti e materiali

Obiettivi. **1)** Massimizzare l'impatto tecnologico e scientifico dei progetti in corso. **2)** Sviluppare metodologie di caratterizzazione innovative adatti a specifiche applicazioni Smart e IoT anche per la definizione di proprietà qualitative di prodotti coerentemente con le esigenze di ricerca degli *stakeholder* scientifici e industriali e loro disseminazione. **3)** Migliorare le interazioni con Polito e Unito nell'ambito delle Smart City, sostenibilità, well being ambientale, IoT e caratterizzazioni materiali e loro interazioni con i sistemi biologici. **4)** Proseguire negli studi su condizioni di caratterizzazione e conservazione beni culturali, e la caratterizzazione avanzata di materiali protesici tramite anche la definizione di mock-up di riferimento IoT **5)** Contribuire alla conservazione e valorizzazione dei beni culturali. **6)** Mantenimento e rafforzamento di attività, incarichi, partecipazioni e *chairmanship* in corso nei rilevanti network e enti normatori

Attività svolta. **1)** Rafforzate le collaborazioni in ambito di ricerca con le università, le aziende e la Curia Metropolitana. **2)** Contributi a workshop nazionali e internazionali e attività di divulgazione. **3)** Responsabilità laboratorio *Advanced Aesthethics* presso CIR Dental School; interazione con Polito per progetto *Living Lab*; interazione con Tech-Nyx per monitoraggio attrattività insetti **4)** Associate Editor per la rivista MDPI *Sustainability* per un numero speciale sulla Sostenibilità dell'illuminazione LED in collaborazione con Polito **5)** caratterizzazione spettrocolorimetrica della riproduzione Sindonica del Fantin durante il restauro. **6)** *Associate Chair* di CIE TC4-50; Partecipazione allo CIE JTC 12; *Liaison officer* CIE- ISO TC22-SC35; Partecipazione allo IGC TC10 *Optical properties;* Membro di IEEE P2020 *Automotive Image Quality*; Partecipazione in UNI CT023 e delegazione italiana in CEN TC169; Partecipazione ai diversi gruppi di lavoro della Commissione UNI CT023; Partecipazione in CUNA I*SO/TC 22/SC 35 - ISO/TC 22/SC 39*; Delegata INRiM in AIDI e in CUNA. Partecipazione CIR Scientific Committee, partecipazione CISS

Risultati ottenuti. **1)** Docenza in corsi universitari – Ottica e Optometria; Laboratorio di fotometria e percezione presso il corso di laurea in ottica e optometria; Docenza corso di Protesica avanza – Corso di Laurea Odontoiatria; Presentazione a riunione CISS e Soprintendenza su caratteristiche spettrali beni culturali; **2)** Presentazione orale a congresso internazionale "*Innovative lighting technologies*" (Ljubljana) di una memoria e due poster; relazione su invito al Workshop *Road lighting Future* (Ljubljana) ; seminario su invito *Caffè Scienza Firenze* su Metrologia del colore; Presentazione orale Congresso MQDS *International congress on measurement, quality and data science* (Bordeaux) **3)** Disseminazione potenzialità del laboratorio CIR Scientific Committee e Congresso Internazionale "*Technological Innovations and Experimental Protocols in Periodontology, Oral Surgey and Orthodonntics. Use of Growth Factors. Clinical Relevance and Prospectives*" (Bari). **4)** Diffusione informativa nella comunità dello special Issue, Curatelia e selezione di due articoli da sottoorre per la pubblicazione **5)** Relazione su invito *Extractum ab Originalis* su studio comparativo copie Sindoniche Fantin e Arquata in collaborazione con ENEA **6)** Svolgimento *task* nei diversi comitati tecnici, WG, TC; Realizzazione primo Draft completo documento CIE 144; Pubblicazione nuovi documenti normativi e revisioni documenti in essere; Coordinamento gruppo Bellaroma (INRiM, univ. Duesseldorf, Univ. Limerik, Univ. Gallway, Automated Road, Mercer Strategic Alliance)

Divisione Metrologia quantistica e nanotecnologie

Responsabile: Davide Calonico

Risorse umane (TI + TD) al 31/12/2023
Ricercatori e Tecnologi: 60. Tecnici: 12
Ulteriori risorse umane
Assegnisti e Dottorandi: 22. Associati e incarichi: 16

Articolazione delle attività

La Divisione sviluppa la scienza delle misure e le nanotecnologie con attenzione alle applicazioni quantistiche.

In particolare la Divisione cura:

- la realizzazione e la disseminazione delle unità di misura del tempo e della frequenza, delle grandezze fotometriche e delle grandezze radiometriche, nonché di realizzare le unità di misura delle grandezze elettriche.
- la valorizzazione della mutua applicazione tra la metrologia e temi quali la fisica atomica e molecolare, la fotonica, l'elettronica quantistica, i dispositivi quantistici e le misurazioni quantistiche.
- l'applicazione delle tecniche di spettroscopia quantistica (con uso di fotoni, elettroni, neutroni) per la chimica fisica, la nanotecnologia, temi relativi alla salute come la metrologia alimentare e le bioapplicazioni.
- le tecnologie quantistiche emergenti in metrologia, sensoristica e informazione con particolare attenzione all'applicazione sul territorio a livello nazionale ed europeo su infrastrutture in fibra ottica e nello spazio.
- le applicazioni spaziali delle tecniche metrologiche legate a tempo, frequenza e fotometria.

A questo fine svolge e integra attività di ricerca teorica e sperimentale e attività di sviluppo tecnologico e conduce ricerche coordinate con l'industria mirando a raggiungere un livello di maturità tecnologica pari alla validazione in laboratorio. I settori di attività e le linee di sviluppo generali sono qui riassunti:

SETTORE	DESCRIZIONE
QN01: Chimica Fisica e Nanotecnologie (Andrea Mario Rossi)	Il settore ha l'obiettivo di sviluppare riferimenti e tecniche di misura per la chimica fisica, in particolare la caratterizzazione di contaminanti nel cibo e negli imballaggi alimentari, allo scopo di garantire la sicurezza alimentare per la tutela dei consumatori. L'attività prevede inoltre lo sviluppo e l'applicazione di metodi matematico-statistici per l'analisi delle misure chimiche e la creazione di banche dati da applicare alle metodologie di misura sviluppate a supporto della tracciabilità dei prodotti alimentari. Le competenze nanotecnologiche sono sviluppate sullo studio di nanoparticelle e loro impiego in applicazioni come gli imballaggi attivi.
QN02: Elettronica Quantistica (Luca Callegaro)	Il settore si occupa della realizzazione delle unità elettriche ampere, ohm, henry, farad, e dei campioni quantistici di corrente continua e resistenza elettrica in regime continuo, e dei campioni nazionali di tensione elettrica in regime alternato, corrente elettrica in regime alternato, resistenza elettrica in regime alternato, capacità elettrica, induttanza elettrica, potenza elettrica, energia elettrica. Svolge attività di ricerca per la metrologia dell'effetto Hall quantistico e dell'elettronica singolare. Studia materiali e dispositivi basati sul grafene. Sviluppa dispositivi superconduttivi basati su giunzioni

	Josephson per la generazione, manipolazione e amplificazione di segnali a microonda fino al livello del singolo fotone.
QN03: Infrastrutture Interdivisionali di Ricerca (Davide Calonico)	Il settore coordina le attività delle Infrastrutture dell'istituto Impresa e Piquet, in stretta collaborazione con i rispettivi Responsabili scientifici.
QN04: Ottica Quantistica e Fotometria (Marco Genovese)	Il settore studia e sviluppa metodi di misurazione basati sulle proprietà degli stati ottici quantistici, in particolare delle correlazioni associate agli stati di entanglement. Promuove l'utilizzo di nuove tecniche di misurazione in grado di superare i limiti di rumore propri dei sistemi classici nell'ambito della metrologia, del sensing e dell'imaging. Realizza le unità radiometriche e fotometriche per la caratterizzazione di rivelatori e materiali. Svolge ricerche per i fotorivelatori innovativi.
QN05: Tempo e Frequenza (Filippo Levi)	Il settore realizza le unità di tempo e frequenza, genera la scala di tempo nazionale UTC(IT), riferita al Tempo Universale Coordinato (UTC). Partecipa alla realizzazione del sistema Galileo, con un ruolo di primo piano nel timing. Svolge ricerche sugli orologi atomici, realizzando campioni a microonde e ottici con accuratezza tra le migliori nel panorama. Opera una infrastruttura di ricerca in fibra ottica (>1800 km), fornendo riferimenti primari a utenti scientifici ed industriali con accuratezza di <2E-17 e per lo sviluppo di tecnologie quantistiche. Sviluppa con i maggiori enti metrologici europei per un'infrastruttura in fibra ottica europea. Svolge ricerche innovative in spettroscopia atomica molecolare e sulle trappole a ioni.

La Divisione è attiva sulle tre missioni dell'INRiM (Ricerca e Sviluppo, Ruolo NMI, Trasferimento Tecnologico e Formazione), come descritto in dettaglio nelle schede di Settore. Nel 2023, ha partecipato a 65 progetti finanziati di ricerca nazionali e internazionali, di cui 27 coordinati dalla Divisione. I progetti finanziati da imprese sono 12, da enti nazionali 22, da enti internazionali 31. In tutto, la quota di finanziamento per INRiM dei progetti ammonta a circa 21 M€, con una media per anno di 7M€. La durata media è di 35 mesi.

La Divisione ha creato e gestisce diverse infrastrutture a valenza nazionale e internazionale.

Nel corso del 2023, QN ha consolidato lo European Metrology Networks (EMN) sulle Tecnologie Quantistiche, che coordina, e ha continuato la costruzione di un secondo EMN sulla metrologia alimentare, sempre come Coordinatore, in fase di approvazione. Lo **EMN on Quantum Technologies,** coordinato da INRiM, si propone come punto di contatto tra la comunità metrologica e gli stakeholder delle emergenti Tecnologie Quantistiche, in grado di fornire i riferimenti metrologici a quest'area di ricerca fortemente valorizzata dalla *FET- Flagship on Quantum Technologies* della Commissione Europea. La Divisione è inoltre coinvolta in diversi progetti che si basano sullo sviluppo di aspetti diversi delle tecnologie quantistiche, sui pilastri di Quantum Sensing, Quantum Communication e Quantum Metrology.

QN continua a coordinare lo sviluppo a regime dell'infrastruttura di tutto l'istituto **PiQuET, Piemonte Quantum Enabling Technologies,** con la partecipazione di Politecnico di Torino e Università di Torino. L'obiettivo è di creare le condizioni affinché tutto l'istituto tragga vantaggio dal trend scientifico consolidato di miniaturizzazione dei dispositivi anche in metrologia, come evidenziato dal progetto del NIST "NIST on a chip". Nel 2022, il personale INRiM ha incrementato l'uso dell'infrastruttura dopo l'emanazione dei regolamenti di uso per dipendenti INRiM, un'importante Convenzione trilaterale con Politecnico e Università di Torino per la creazione di laboratori congiunti che includono anche Piquet, la piena attività sul progetto PNRR iEntrance (Infrastrutture di Ricerca per il PNRR) e sul progetto interno "Next Generation Metrology".

QN partecipa al progetto di nuova infrastruttura di ricerca Europea **METROFOOD-RI** – Research Infrastructure for Promoting Metrology in Food and Nutrition (ESFRI Roadmap 2018 – Domain Health and Food), che è stato valutato "emerging" per la sua eccellenza scientifica nel dominio "Health & Food". Il progetto, coordinato dall'Italia (Enea), vede la partecipazione di 31 Partner di 15 diversi Paesi. Nel 2022, INRiM ha finalizzato l'approvazione di uno **European Metrology Network (EMN) per la sicurezza alimentare** dopo aver creato il

consorzio e la proposta alla base dell'EMN, che segue il lavoro preparatorio del progetto di supporto (FoodMetNet) in ambito Euramet.

In QN si colloca la Responsabilità Scientifica per INRiM dell'Infrastruttura **IMPreSA, Infrastruttura Metrologica Per la Sicurezza Alimentare**, che vede la collaborazione di Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle D'Aosta, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante del CNR, Istituto Scienze delle Produzioni Alimentari del CNR, CREA, ENO con l'obiettivo di sviluppare materiali innovativi per l'imballaggio alimentare garantendo il rispetto delle normative internazionali e proponendo di essere di supporto alle aziende. Nel 2023, il nuovo laboratorio è stato consolidato, sono stati consolidati i lavori per l'elaborazione di regolamenti di accesso, la strumentazione è avviata e una particolare attività è stata dedicata alle questioni di sicurezza relative al futuro utilizzo di gas tossici. Si sono avviati servizi di ricerca e misura per soddisfare richieste di imprese nazionali.

Il contributo di INRiM allo sviluppo del progetto strutturale Europeo di Navigazione satellitare **Galileo** ha costituito anche nel 2023 un'attività caratterizzante, con il contributo specifico per gli aspetti di tempo e frequenza alla costruzione di un **Time Service Provider** europeo basato sul sistema Galileo stesso. La collaborazione qui è stata soprattutto con l'Agenzia Spaziale Europea e Italiana, con la Galileo System Authority della Commissione Europea e con l'azienda prime europea del progetto, SpaceOpal.

Un'altra infrastruttura di dimensione nazionale ed europea è il **Link ottico di Tempo e Frequenza/Italian Quantum Backcbone (LIFT/IQB)**, una dorsale in fibra ottica su cui l'INRiM distribuisce segnali campione di Tempo e Frequenza e sperimenta le emergenti tecnologie quantistiche, in particolare nell'informazione. Nel 2023 tutti i 1850 km sono diventati operativi e gestiti in continuità temporale: INRiM nel 2023 ha potuto così usare IQB come collegamento agli NMI di Francia, Germania e UK (frequenza), con un nuovo confronto di orologi primari a microonde e ottici mai svolto nella comunità T/F. Nel 2023 INRiM ha avviato il coordinamento dle progetto QUID – Quantum Italy Deployment, la realizzazione italiana di EuroQCI, European Quantum Communication Infrastructure. INRiM coordina 18 partner 9 pubblici e 9 privati su delega del MUR.

Ricerca e Sviluppo

Nel corso del 2023 la Divisione ha pubblicato 53 lavori su riviste internazionali indicizzate e ha partecipato a 65 progetti di ricerca. Pertanto, QN nel 2023 si attesta su 1 pubblicazione/ricercatore (a tempo indeterminato) e 1 progetto attivo/ricercatore (a tempo indeterminato).

Per quanto riguarda le attività relative alla **Chimica Fisica e alle Nanotecnologie**, i risultati di maggior rilievo ottenuti nel 2023 sono i seguenti.

- *Biosicurezza*: All'interno del laboratorio di Classe II si sono sviluppate metodiche di analisi per la caratterizzazione di piante infette da batteri e virus con spettroscopia Raman. È stato sviluppato un metodo spettroscopico innovativo che caratterizza chimica e struttura dei virus in pochi minuti. E' stata realizzata una libreria di cinque diversi virus vegetali.
- *Nanotecnolologie per la metrologia alimentare:* Nel 2023 sono stati realizzati un apparato sperimentale per la fabbricazione di punte TERS tramite il controllo dell'attacco elettrochimico delle punte e un dispositivo dielettroforetico per il miglioramento della sensibilità SERS in sospensioni.
- *Materiali o Oggetti a Contatto Alimentare:* uno studio è stato completato con la fabbricazione e la caratterizzazione di imballaggi attivi sostenibili a base di cellulosa utilizzando scarti dell'industria alimentare ed estratti naturali come agenti antiossidanti. Gli estratti di vinaccia, sansa di oliva e foglie di moringa ottenuti mediante estrazione con fluido supercritico, antisolvente e macerazione in diversi solventi sono stati confrontati per il loro potereantiossidante e il contenuto fenolico.

Sulle tematiche della **Elettronica Quantistica**, i risultati di maggior rilievo ottenuti nel 2023 sono i seguenti.

- *Caratterizzazione di dispositivi e sistemi:* Misure di tomografia a resistenza elettrica per monitoraggio stati di memoria di reti di nanofili, implementazione stati volatili e persistenti. Misure di rumore bianco e flicker su campioni di tipo MOF/COF anche combinati con grafene, realizzazione di sorgente di corrente a basso rumore. Progettazione, realizzazione e assemblaggio di componenti per misure accurate di effetto Hall quantistico in regime continuo e alternato in un sistema criomagnetico dry fino a 4.2K.
- *Realizzazione quantistica del farad nel nuovo SI:* Confronto trilaterale di ponti di impedenza digitali tra INRiM, METAS e CMI effettuato nei laboratori del METAS tra ottobre e novembre nell'ambito del progetto EURAMET #1501. Il ponte digitale sviluppato all'INRiM è stato trasportato all'INRiM per confrontare le sue performance con quelle dei ponti sviluppati negli altri NMIs nel confronto di campioni di impedenza a temperatura ambiente e nella realizzazione del farad a partire dall'effetto Hall quantistico in AC in grafene, oggetto e obiettivo del progetto PRIN 2020AM33J CAPSTAN.
- *Manipolazione di singoli fotoni nel regime delle microonde:* a) Misura del guadagno di amplificatori parametrici nel range 4-12 GHz mediante tecnica pompa on-pompa off e calibrazione della linea di readout per l'estrapolazione della loro temperatura di rumore b) Caratterizzazione a singolo e doppio tono su detector di singoli fotoni a microonda, realizzati da IPTH, basato su 5 flux-qubits integrati in doppio risuonatore e verifica della loro risposta al campo magnetico; c) Integrazione di un sistema di generazione e misura di forme d'onda impulsate, interamente digitale ed operante in banda X, con l'ambiente criogenico, e una verifica con un dimostratore nonlineare del protocollo di rivelazione mediante eterodina
- *Potenza ed energia elettrica nel nuovo SI:* Completato primo run di esperimenti con QPS basato su AC-PJVS per conto QuantumPower. Verifica e implementazione scenari di misura volti al trasferimento sincronizzato di profili d'onda sinusoidali quantizzati stepwise nella gamma delle frequenze acustiche impiegando il quantum multiplexer SQuP. Esperimenti di caratterizzazione calibratori e sorgenti AC con QPS e confronto tramite campione di trasferimento AC/DC elettronico. Confronto preliminare QPS contro campione primario di potenza impiegando un trasferitore di potenza AC/DC. Avvio attività upgrade QPS per conto progetto PRIN 2022 PNRR QuantAGRID.
- *Volt quantistico in regime alternato (AC) e LHe-free* (in collaborazione con QN03): Verifica e sintesi forme d'onda sinusoidali stepwise tramite campione quantistico PJVS di ampiezza 1 V e frequenze fino a qualche kHz. Upgrade criosonda chip 1 V PJVS e software di controllo elettronica di polarizzazione. Esperimenti confronto onde sinusoidali quantizzate stepwise e in alternate isofrequenziali mediante tecniche di digitalizzazione. Esperimenti di taratura di un voltmetro AC mediante segnali sinusoidali quantizzati di ampiezza fino a 70 mV e frequenza fino a 10 kHz, sintetizzati da un campione Josephson impulsato raffreddato in cryocooler (in collaborazione con guest-researcher della Silesian University of Technology - Polonia).

Per le Infrastrutture Interdivisionali di Ricerca, le due infrastrutture Piquet e Impresa hanno operato in modo continuo a servizio dei ricercatori INRiM che ne hanno fatto richiesta, e dei partner delle rispettive convenzioni, Politecnico di Torino, Università di Torino, CNR, CREA e Istituto Zooprofilattico di Torino.

In particolare, sono stati sostenuti e portati avanti i 14 progetti nell'ambito del programma INRiM "Next Generation Metrology", che hanno concluso il primo anno di attività. La gestione scientifica in stretta collaborazione con i responsabili dei progetti è stato uno dei risultati più attesi del 2023.

Le infrastrutture hanno continuato la regolare attività di manutenzione ordinaria, formazione degli utenti e investimenti straordinari nei progetti PNRR che le coinvolgono, ossia iEntrance e Metrofood-RI.

Sulle tematiche dell'**Ottica Quantistica e della Fotometria**, i risultati di maggior rilievo ottenuti nel 2023 sono i seguenti:

- *Generazione, applicazione e misura di luce sub-Poissoniana,* con la realizzazione di un esperimento su un protocollo quantum pattern recognition. Si è proceduto all'allestimento di un esperimento di super-risoluzione coniugando tecniche di luce strutturata con metodi basati sulla misura di funzioni di

correlazionedi ordine superiore, n>=2. E' proseguito lo sviluppo di tecniche ODMR con centri NV indirizzate a misure di temperatura e di campi magnetici deboli con risoluzione spaziale sub-micrometrica, in particolare su linfociti.

- *Nei Nuovi paradigmi della misura quantistica,* si sono studiate sperimentalmente (su fotoni) le tecniche connesse alle misure deboli (weak measurements) ed effetto Zenone/anti-Zenone e le loro possibili applicazioni alla metrologia quantistica, in particolare riguardo diseguaglianze di Bell a singola coppia. Si sono effettuate indagini preliminari circa la realizzazione di magnoni. Si sono approfondite a livello teorico concetti connessi al collasso della funzione d'onda, studiate le tecniche connesse alle misure deboli (*weak measurements*) ed effetto Zenone e le loro possibili applicazioni alla metrologia quantistica, realizzando, in particolare un innovativo schema di misura del rumore con l'effetto Zenone.
- *Per le Sorgenti a singolo fotone,* si sono studiati nuovi centri di colore in diamante e in SiC in vista della realizzazione di sorgenti a singolo fotone, anche in regime criogenico (grazie al microscopio confocale criogenico a singolo fotone realizzato nel contesto della collaborazione con Unito nel progetto Piquet).
- *Per i Rivelatori di singolo fotone,* QN04 ha valutato i conteggi di buio di un TES ottico e la loro distribuzione in energia, ottenendo un rate di conteggio estremamente basso, inferiore a 10 -3 Hz nella regione 400-1550 nm L'uso di "bank" di oro depositati tra il TES ed il substrato, per incrementare la conduttanza termica, hanno consentito di velocizzare i tempi di risposta di TES in TiAu raggiungendo velocità di ripetizione superiori ai 500kHz. E' stato sviluppato un setup criogenico per generare elettronico per effetto di campo con nanotubi di carbonio, in collaborazione con l'università La Sapienza – Roma
- Nei *Fotorivelatori predicibili (PQED),* con la caratterizzazione mediante ellissometria spettroscopica di fotodiodi svilupppati nel progetto ChipSCALe è stato sviluppato di un modello per la struttura dei fotodiodi in grado di simulare la risposta ottica dei fotodiodi nell'intervallo di lunghezze d'onda 300-1050 nm.
- Nella *Radiometria a singolo fotone*, nel 2023 è stata completata la realizzazione di setup ottimizzati per misura dell'efficienza quantica di rivelatori Si SPAD, InGaAs-InP SPAD e SNSPD e applicazione dell'Optical Time Domain Reflectometer OTDR a singolo fotone a 1550nm e a 1300 nm portabile per test di sicurezza della QKD. Rivelazione di coppie di fotoni a microonda in amplificatore parametrico basato su giunzioni Josephson.

Sulle tematiche di **Tempo e Frequenza**, i risultati di maggior rilievo ottenuti nel 2023 sono i seguenti.

- *Nei Campioni ottici di frequenza,* il campione ottico IT-Yb1 è stato mantenuto in operazione con una incertezza di 2e-17 per circa metà dell'anno a causa di un guasto di uno dei laser. Il laser è stato sostituito e il campione è nuovamente in funzionamento. IT-Yb1 ha partecipato ad un confronto internazionale di orologi ottici durato circa 30 giorni con tecniche in fibra ottica che ha coinvolto INRiM, PTB, SYRTE ed NPL. Per quanto concerne l'attività di ricerca sul campione ottico basato su atomi di stronzio, è stato proseguito il suo sviluppo con particolare attenzione all'aumento della stabilità e della coerenza atomo-luce. E' stato completato un primo studio di misura continua non-distruttiva in cavità ottica da adattare al campione di stronzio.
- *Nei Campioni a microonda,* è stata studiata e sviluppata una tecnica per stabilizzare la frequenza del laser utilizzato per pompare gli atomi nella celletta e per rivelare la transizione di orologio. La tecnica si basa sul fenomeno del light-shift che ha un andamento dispersivo in funzione del detuning del laser. In questo modo, il light shift fornisce direttamente un segnale di errore utile al sistema di aggancio. Inoltre, la frequenza del laser è agganciata in modo molto più robusto, utilizzando la stessa celletta di orologio, senza impiegare una celletta di riferimento come nei campioni tradizionali. Questo permette di aumentare di due ordini di grandezza il range di cattura e di ridurre considerevolmente volume e peso dell'orologio.
- Nei *Sistemi quantistici molecolari e ibridi* sono state studiate strutture innovative nell'intrappolamento di ioni di Bario. In particolare, sono stati investigati fenomeni di cambio di configurazione nella disposizione delle particelle e nella loro delocalizzazione in sistemi 2D. I laboratori di molecole ultrafredde e di sistemi ibridi atomo-ione sono stati collegati in fibra per confronti di frequenza. La sorgente molecolare a raffreddamento con buffer gas è attiva e funzionante. Si stanno studiando le caratteristiche del fascio prodotto.

- Per le *Tecniche T/F in fibra ottica in applicazioni di tecnologie quantistiche, radioastronomia, geofisica, geodesia spaziale* e' stato mantenuto in operazione un apparato in fibra ottica per la rivelazione di segnali sismici su tratta interurbana in Italia centrale. Durante il 2023 è stata elaborata una significativa quantità di dati e sono state studiate tecniche di analisi per estrarre informazioni di tipo quantitativo dai dati raccolti. Un sistema simile è stato realizzato e installato a Malta, per analisi di rumore sismico su cavi sottomarini. Per quanto riguarda l'applicazione di tecniche interferometriche alla quantum key distribution, è stato realizzato un modello per la stima delle prestazioni di un link QKD che tiene conto delle proprietà di coerenza della sorgente laser e della stabilità dei canali in fibra del collegamento, ed è stato confrontato con i dati di uno studio sperimentale. E' stato ridisegnato e parzialmente realizzato un nuovo setup per la twin- field QKD di più facile implementazione e migliori prestazioni tecniche, tenendo conto delle esigenze di remotizzazione e portabilità.
- *Sviluppo di campioni microstrutturati.* E' stato ottimizzato il processo di fabbricazione delle microcelle ed in particolare il processo di chiusura ermetica tramite "anodic bonding". E' stato completato il processo di acquisizione della macchina che permetterà di effettuare la chiusura ermetica all'interno dell'infrastruttura PiQuET. E' stato messo a punto un setup per la caratterizzazione del rubidio contenuto nelle cellette a livello wafer, e uno per l'attivazione delle pillole (rilascio di rubidio). E' stato messo a punto un setup di caratterizzazione dei microrisonatori ad anello su chip, comprendente l'allineamento delle fibre ottiche in ingresso ed uscita e sono state effettuate le caratterizzazioni del chip acquistato, con generazione del pettine di frequenza. E' stata realizzata la progettazione di un chip contenente 186 risuonatori di 6 tipologie da realizzare all'interno di un "Multi-project wafer run".

Ruolo NMI

La Divisione mantiene e sviluppa 13 Campioni Nazionali di cui al D.M. 591/1993 e altri 8 Campioni Primari. Nel 2023 sono risultati attivi 8 confronti di misura internazionali e sono stati emessi 471 documenti tra certificati di taratura e misura, relazioni ILC e rapporti di prova, distribuiti nelle aree elettriche, fotometriche e di tempo/frequenza.

Per quanto riguarda la **Chimica Fisica e Nanotecnologia**, QN01 ha coordinato un confronto interlaboratorio (ILC) sulla spettroscopia Raman come tecnica per la quantificazione relativa dei due polimorfi più comuni del biossido di titanio (TiO 2) - anatasio e rutilo – in miscele binarie. La spettroscopia Raman ha dimostrato di essere una tecnica di caratterizzazione particolarmente adatta per misurare e differenziare i differenti polimorfi di TiO 2 in modo rapido e non invasivo, senza richiedere particolari reagenti o preparazione del campione. Undici partecipanti internazionali hanno partecipato all'ILC nell'ambito del progetto Versailles su materiali e standard avanzati. Nel campo dell'analisi di alimenti con metodi di attivazione neutronica, QN01 ha partecipato al confronto di misura APMP.QM-S19 "Toxic Elements in Seafood", con dati in pubblicazione.

Per quanto riguarda la **Elettronica Quantistica**, sul *Campione nazionale quantistico di tensione elettrica***,** *t*est Presentazione del nuovo campione primario di tensione a 10 V attraverso meeting e conferenze internazionali. Prima campagna di taratura di campioni secondari di tensione continua INRiM mediante il nuovo sistema. Campagna misure dei campioni viaggiatori per confronto internazionale BIPM.EM-K11.

La Metrologia per RF&MW, ha concluso due ILC ed emissione delle relative relazioni tecniche. Approvazione nuove CMC nella banda 9 kHz-50 MHz per la connessione PC2.92mm. Sviluppo di analisi dati automatizzata a supporto delle operazioni di taratura e disseminazione.

Nel *Campione nazionale di potenza, tensione e corrente elettrica in regime alternato,* si è conclusa la convenzione MISE-INRiM con la validazione del nuovo banco di misura per la taratura automatica di wattmetri misuratori statici di energia elettrica in regime sinusoidale per confronto con il campione nazionale.

Per quanto riguarda l'**Ottica Quantistica e la Fotometria**, si sono completate le misure di ritorno della Key comparison sull'intensità luminosa Euramet PR-K6 e analisi dati di misura. Analisi e revisione pre-Draft A della comparison supplementare sui radiometri UV (Euramet projectn.443). Acquisizione di nuove lampade campione a LED, invecchiamento e caratterizzazione. Analisi dati della comparison (progetto PhotoLED) di lampade LED utilizzando fotorivelatore calcolabile PQED, senza filtro V(λ). Acquisizione rivelatore piroelettrico

per trasferimento dal visibile al vicino infrarosso. Acquisizione sorgente laser tunabile dall'ultravioletto al vicino infrarosso. Nell'ambito del comitato ETSI ISG QKD, si è dato supporto alla pubblicazione del documento ETSI GS QKD 016 (QKD - Common Criteria Protection Profile), e sottomesso una nuova versione (stable draft) del documento ETSI GS QKD 013 (QKD - Transmitter Module Characterisation), di cui INRiM è Rapporteur. Per quanto riguarda le iniziative CEN CENELEC FGQT e successivamente JTC 22 QT, si è attivamente contribuito alla pubblicazione dei documenti "FGQT Q04 Standardization Roadmap on Quantum Technologies" e "FGQT Q05 Quantum Technologies Use Cases". Sono state prodotte relazioni tecniche su allestimenti sperimentali per i test di implementation security di sistemi QKD relativamente a misure della statistica del numero di fotoni in uscita da QKD Transmitters, misure con polarimetro a singolo fotone, misure di Back-flash con OTDR a singolo fotone per Milsetones e Deliverables di progetti di ricerca tematici sulla QKD.

Per quanto riguarda la metrologia **Tempo e Frequenza**, nell'ambito più ampio del rinnovamento e irrobustimento della catena di generazione della scala di tempo italiana, è stato adattato il codice Matlab che permette di generare una scala di tempo ottica testato e validato off-line negli anni precedenti. Il nuovo codice consente di generare la scala in tempo reale utilizzando le misure del campione ottico IT-Yb non appena disponibili in maniera automatica; esso è in uso presso il laboratorio di Tempo e Frequenza per generare in real-time una scala di test a partire da fine novembre 2022. I test in real-time durante tutto il 2023 hanno portato a risultati in linea con le performance attese e sono stati recentemente accettati per pubblicazione sulla rivista Optica (IF 9).

Campioni nazionali mantenuti dalla Divisione (DM 591/1993)

QN02	Campione nazionale di intensità di corrente elettrica
QN02	Campione nazionale di intensità di corrente elettrica in regime alternato sinusoidale
QN02	Campione nazionale di potenza elettrica
QN02	Campione nazionale di potenza elettrica per radiofrequenza e microonde
QN02	Campione nazionale di attenuazione di potenza
QN02	Campione nazionale di energia elettrica
QN02	Campione nazionale di tensione elettrica in regime alternato sinusoidale
QN02	Campione nazionale di capacità elettrica
QN02	Campione nazionale di induttanza
QN03	Campione nazionale di intensità luminosa
QN05	Campione ottico di frequenza a Itterbio ultrafreddo
QN05	Campione primario di frequenza a fontana di cesio
QN05	Scala nazionale di tempo UTC(IT)

Altri campioni

QN01	Campione di conducibilità elettrolitica
QN02	Campione quantistico di tensione elettrica per effetto Josephson
QN02	Campione quantistico di resistenza per effetto Hall quantistico
QN02	Campione di rapporto di tensione in regime alternato sinusoidale
QN03	Potenza radiazione in fibra ottica
QN03	Sensibilità spettrale
QN03	Luminanza
QN03	Trasmissione regolare
QN03	Trasmissione diffusa
QN03	Riflessione regolare

Trasferimento tecnologico (Knowledge Transfer)

Per quanto riguarda le attività di **Knowledge Transfer**, nel 2023 la Divisione è stata impegnata nella divulgazione scientifica rivolta alle scuole di ogni ordine e grado, anche nel *Progetto scuole.*

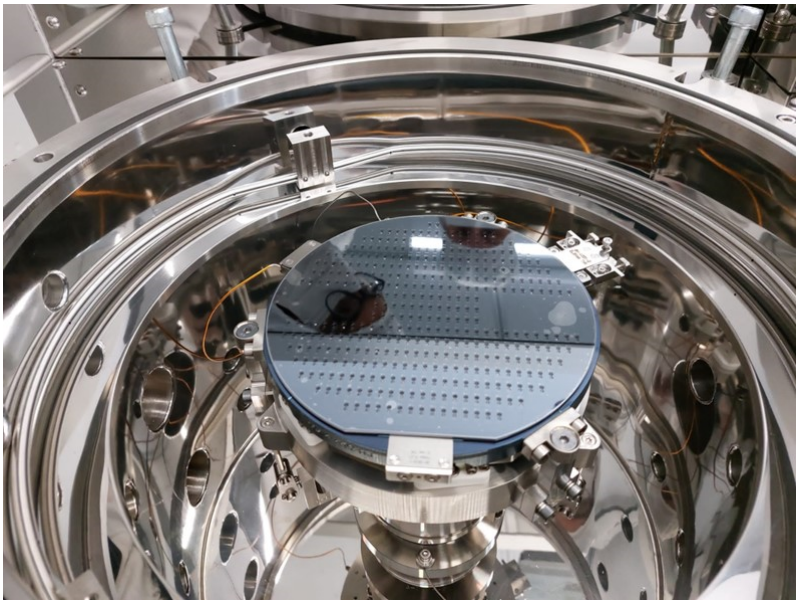
QN ha continuato a garantire expertise tecnica per ACCREDIA.

Si segnala la conclusione nel 2023 del trasferimento tecnologico in ambito misure per l'energia verso il MISE (ora MIMIT).

Nell'ambito del supporto all'industria è continuato un contratto tecnologico (PROSPECT IS) per la caratterizzazione di un sistema di imaging (illuminatore LED e camera) facente parte di un sistema di prospezione della superficie lunare di una prossima missione spaziale (Luna 27).

L'attività di Technology Transfer in ambito Galileo si esprime attraverso i contratti con le aziende Spaceopal, Thales Alenia Space (TAS) e GMV su fondi dell'ESA e dell'Agenzia dell'Unione Europea per il Programma Spaziale (EUSPA). Tali contratti prevedono lo sviluppo e la verifica dei sistemi di timing di Galileo. In particolare nell'ambito del contratto Galileo Time Service Provider (TSP), si è completata l'evoluzione v2.00 ed è in fase di completamento l'evoluzione v2.01. Continua altresì l'attività di definizione algoritmi per seconda generazione per Galileo nell'ambito del contratto TGU con TAS-I che prevede la realizzazione di un prototipo HW per la generazione di una scala di tempo robusta basata sull'uso di un insieme di orologi atomici e su algoritmi di Clock Ensemble. Continuano inoltre le operazioni della Galileo Sensor Station dell'INRiM, nell'ambito del contratto Galileo TGVF-X, ed il supporto al SETA (Systems Engineering and Technical Assistance) team di TAS-I per la validazione degli aspetti di timing del sistema Galileo.

Nel 2023 è stato consolidato in collaborazione con Open Fiber e INGV (progetto MEGLIO) su una fibra ottica commerciale, un osservatorio prototipale di terremoti in centro Italia basato sull'interferometria in fibra ottica.



Settore QN1 - Chimica fisica e nanotecnologie
Responsabile: Andrea Mario Rossi

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Bergamaschi Luigi	6,5	2,5	0,5			1,5	11
Berruto Matteo*	6	4				1	11
Giovannozzi Andrea Mario	5	0,5	1			4,5	11
Portesi Chiara	4	1	2			4	11
Rossi Andrea Mario	2	1,5	1	0,5	1	5	11
Sacco Alessio	10		1				11
Personale TD							
Fadda Marta	10	1					11
Tot	***43,5***	***10,5***	***5,5***	***0,5***	***1***	***16***	***77***
Assegni di ricerca							
Schiavone Consolato	10		1				11
PhDs							
Aiuto Beatrice	10		1				11
Putzu Mara	10		1				11
Personale associato							
Antoniazzi Sara	3						3
Cavallarin Laura	3						3
Cirrincione Simona	3						3
Lamberti Cristina	3						3
Giuffrida Maria Gabriella	3						3
Tot	***45***		***3***				***48***
Totale	**88,5**	**10,5**	**8,5**	**0,5**	**1**	**16**	**125**

** ASPP*

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Biosicurezza

Obiettivi. Questo tema di ricerca ha l'obiettivo di realizzare una facility per la crescita e manipolazione di microorganismi di Classe 2 al fine di i) studiare la resistenza a varie tipologie di agenti antimicrobici, ii) rilevare la presenza di microorganismi e farmaci in matrici alimentari, iii) studiare nano-materiali e/o prodotti naturali con proprietà antibatteriche per packaging alimentare iiii) sviluppare dei sistemi di misura innovativi (per esempio tramite l'accoppiamento della spettroscopia Raman con la dielettroforesi) per l'identificazione e la quantificazione di virus e batteri in sospensione, e studiarne l'interazione con agenti antivirali e antibatterici.

Attività svolta. All'interno del laboratorio di Classe II si sono sviluppate metodiche di analisi per la caratterizzazione di piante infette da microrganismi quali batteri e virus mediante spettroscopia Raman. È stato sviluppato un metodo spettroscopico innovativo che consente di caratterizzare chimicamente e strutturalmente i virus direttamente in sospensione in pochi minuti. Una libreria di cinque diversi virus vegetali è stata ottenuta mediante spettri ottenuti combinando la dielettroforesi (DEP), eseguita con un dispositivo appositamente progettato per concentrare le particelle virali, e la spettroscopia Raman che fornisce un'impronta chimica dei virioni.

***Risultati ottenuti*.** Una pubblicazione sulla rivista Frontiers in Microbiology

Nanotecnolologie per la metrologia alimentare
Obiettivi. Questa ricerca ha l'obiettivo di sviluppare tecniche di analisi per gli alimenti e per i materiali destinati al contatto con gli alimenti, utilizzando nanomateriali otticamente attivi (ad esempio nanoparticelle d'oro e d'argento) per aumentare la sensibilità di tecniche di spettroscopia vibrazionale. In particolare la spettroscopia Raman amplificata per effetto delle superfici delle nanoparticelle (SERS) sarà applicata per la rilevazione di contaminanti alimentari (per esempio pesticidi, tossine, microorganismi e additivi) o per lo studio di matrici alimentari liquide (per esempio vino o olio). Un secondo ambito è la fabbricazione di sonde per Scanning Probe Microscopy (SPM) plasmonicamente attive da accoppiare alla tecnica Raman (TERS) per ottenere una caratterizzazione sia morfologica sia chimica con risoluzione nanometrica di biomolecole di interesse in ambito alimentare (per esempio caratterizzazione di proteine).
Attività svolta. Realizzazione di un apparato sperimentale per la fabbricazione di punte TERS tramite il controllo dell'attacco elettrochimico delle punte; realizzazione di un dispositivo dielettroforetico per il miglioramento della sensibilità SERS in sospensioni.
Risultati ottenuti. 1 pubblicazione su Metrologia

Materiali o Oggetti a Contatto Alimentare
Obiettivi. La ricerca riguarderà lo sviluppo di sistemi di misura per la caratterizzazione della superficie e della stabilità dei materiali per l'imballaggio a diretto contatto con gli alimenti, di metodi e tecniche di analisi per la quantificazione degli agenti attivi (nanoparticelle o molecole naturali) e delle loro proprietà funzionali, volte alla maggiore conservabilità degli alimenti, e della loro tendenza a migrare dall'imballaggio al cibo.
Attività svolta. In questo studio è stata valutata la fabbricazione e la caratterizzazione di imballaggi attivi sostenibili a base di cellulosa utilizzando scarti dell'industria alimentare ed estratti naturali come agenti antiossidanti. Gli estratti di vinaccia, sansa di oliva e foglie di moringa ottenuti mediante estrazione con fluido supercritico, antisolvente e macerazione in diversi solventi sono stati confrontati per il loro potere antiossidante e il contenuto fenolico
Risultati ottenuti. Sottomesso lavoro alla rivista Food Chemistry

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Metrologia Raman
Obiettivi. Sviluppo della tecnica di Tip Enhanced Raman Spectroscopy (TERS) mediante la quantificazione dell'effetto di amplificazione in configurazione AFM e STM. Sviluppo di un metodo d'analisi Raman con riferibilità alle unità del SI. Partecipazione a confronti interlaboratorio in ambito pre-normativo VAMAS.
Attività svolta. Si è coordinato un confronto interlaboratorio (ILC) sulla spettroscopia Raman come tecnica per la quantificazione relativa dei due polimorfi più comuni del biossido di titanio (TiO_2) - anatasio e rutilo - in miscele binarie. La spettroscopia Raman ha dimostrato di essere una tecnica di caratterizzazione particolarmente adatta per misurare e differenziare i differenti polimorfi di TiO_2 in modo rapido e non invasivo, senza richiedere particolari reagenti o preparazione del campione. Undici partecipanti internazionali hanno partecipato all'ILC nell'ambito del progetto Versailles su materiali e standard avanzati.
***Risultati ottenuti*.** 1 pubblicazione sulla rivista Metrologia

Analisi per Attivazione Neutronica
Obiettivi. Sviluppo di metodi analitici basati sull' AAN (Analisi per Attivazione Neutronica). Applicabili nell'ambito *Food* alla caratterizzazione, certificazione e studi di provenienza di alimenti e materie prime utilizzate nella nutrizione umana ed animale. Inoltre nell'analisi di elementi tossici in studi di migrazione da imballaggi alimentari.
Nell'ambito dei materiali a studi sui TCE - Technology Critical Elements, verranno sviluppati ed applicati metodi per l'analisi di elementi impiegati nell'ambito tecnologico che possano essere riciclati da materiali di scarto.
Attività svolta. Sono stati creati metodi analitici specifici per singole matrici in analisi per la quantificazione di elementi maggiori ed in tracce, per caratterizzazione di campioni alimentari. Tali metodi sono stati applicati per l'analisi di elementi quali arsenico in frutti di mare.
Nel campo dei TCE, sono stati sviluppati metodi analitici per elementi di particolare interesse quali oro cobalto lantanio e tantalio.
Risultati ottenuti. Nel campo dell'analisi di alimenti i metodi sviluppati hanno permesso la partecipazione al confronto di misura APMP.QM-S19 "Toxic Elements in Seafood", i dati ottenuti per il calcolo del valore di consenso. La partecipazione al confronto darà luogo a pubblicazione su "Metrologia". Nel campo delle analisi di TCE i risultati sono stati presentati, con una pubblicazione, al congresso IMEKO Joint Conference TC8, TC 11, TC 24.

Contaminanti alimentari
Obiettivi. 1) Sviluppo e validazione di metodi per l'analisi e la rivelazione di micro e nanoplastiche in matrici alimentari 2) Sviluppo e validazione di metodi per l'analisi di Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in matrici alimentari.
Attività svolta. Sviluppo e validazione di metodi basati sulla combinazione di spettroscopia ottica e vibrazionale (FTIR e Raman) per la quantificazione di microplastiche in acqua potabile ed in selezionate matrici alimentari e zootecniche (es. latte e mangimi animali derivanti da scarti alimentari umani) con range dimensionali tra i 300-10 micron. Sviluppo di metodi ifenati e correlativi basati sull'accoppiamento AF4-Raman e AFM-Raman per la rilevazione di nanoplastiche in acqua potabile con range dimensionali inferiori al micron. Validazione del metodo basato su UHPLC-HRMS per la quantificazione di PFAS matrici alimentari quali riso, farine, estratti. Si prevede di sviluppare ed applicare un metodo in grado di raggiungere una sensibilità in matrice che soddisfi le linee guida dell'EFSA (4 ng/Kg)
Risultati ottenuti. 1 pubblicazione sulla rivista Applied Sciences

Metrologia alimentare EMN
Obiettivi. L'obiettivo generale della proposta è quello di sviluppare una rete metrologica europea (EMN) tra che includa gli istituti metrologici, gli enti regolatori, i laboratori di riferimento europei e l'industria alimentare che sia dedicata alla sicurezza, alla qualità e alla autenticità degli alimenti. Questa rete europea servirà a coordinare il lavoro di armonizzazione delle misure e delle procedure di riferimento utilizzate per verificare che il cibo fornito sia sicuro e rispondente agli indici di qualità dichiarati dai produttori. L'obiettivo principale della rete è quello di essere di supporto ai laboratori di riferimento attraverso lo sviluppo di capacità di misura e di materiali di riferimento certificati nell'ambito alimentare. La rete europea per la sicurezza del cibo si concentrerà non solo sugli alimenti destinati al consumo umano, ma anche sui mangimi, migliorando così la salute e il benessere degli animali.
Attività svolta. Effettuare un'attività di coordinamento per costruire una visione comune e affrontare a livello europeo le sfide principali e più urgenti sulla qualità e sicurezza alimentare, per migliorare l'affidabilità delle misure lungo tutti i passaggi della catena alimentare e supportare la relativa legislazione.
Risultati ottenuti. I documenti necessari per l'approvazione dell'EMN sono stati preparati e sottomessi a EURAMET. EMN FOOD è stato ufficialmente approvato in settembre e presso il Metas si è organizzata la GA con la firma del MOU da parte dei membri del consorzio

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Infrastruttura Metrologica Per la Sicurezza Alimentare (IMPResA)
Obiettivi. IMPreSA ha l'obiettivo di garantire il rispetto delle normative internazionali e di essere di supporto alle aziende per le misure necessarie allo sviluppo di materiali innovativi per l'imballaggio alimentare. Essa fornirà un supporto ai soggetti attivi nel settore che devono rispondere sia alle richieste di verifica da parte delle autorità di controllo sia alla tutela del consumatore.
Attività svolta. INRiM come ente capofila del progetto utilizzerà la strumentazione presente in IMPreSA per la caratterizzazione di matrici alimentari e la caratterizzazione e lo sviluppo di materiali di imballaggio innovativi. Tematiche affrontate saranno la caratterizzazione di vini e altre bevande alcoliche in base alle diverse tecniche di affinamento e invecchiamento, studi di metabolomica su vini, oli, latte tramite NMR. Quantificazione di contaminanti organici in matrici alimentari e studi di proteomica sul latte e derivati. Quantificazione di contaminanti inorganici e metalli in tracce e studio di rapporti isotopici per verifica della provenienza di origine dei prodotti alimentari ad alto valore aggiunto per l'economia italiana. INRiM coordinerà i diversi partecipanti del progetto sia dal punto di vista scientifico/tecnologico sia dal punto di vista finanziario, garantendo lo svolgimento del progetto e la verifica dei risultati ottenuti. La prevenzione dei rischi connessi alla creazione e al mantenimento dell'infrastruttura sarà gestita da personale tecnico e ricercatore
Risultati ottenuti. 1 pubblicazione su Journal of Food Composition and Analysis

Network europeo sulla sicurezza alimentare
Obiettivi. Creazione di un network metrologico europeo sulla sicurezza alimentare. Il progetto EMPIR Food-MetNet avrà lo scopo di supportare e gettare le basi del nascente network
Attività svolta. Coinvolgimento degli organismi di regolamentazione, degli EURL e degli NRL che si occupano del sistema europeo di controllo alimentare, dell'industria, dei produttori e dei rivenditori di prodotti alimentari in modo da creare sinergie con la comunità metrologica. Sviluppare una piattaforma online liberamente accessibile per aumentare il trasferimento di conoscenze e la diffusione delle attività metrologiche nel settore dell'analisi della sicurezza alimentare a EURL, NRL, laboratori di controllo fino agli utenti finali, in modo che possano trovare facilmente servizi per analisi di riferimento, accesso ai materiali di riferimento, SOP e di tutte

le attività svolte dalla metrologia alimentare in sinergia con METROFOOD.
Risultati ottenuti. Preparazione dei report intermedi di progetto. Organizzazione un corso in remoto su micro e nano-contaminati in matrici alimentari.

PNRR Metrofood-IT
Obiettivi. METROFOOD-it – “Infrastructure for promote Metrology in Food and Nutrition” è una nuova Infrastruttura di Ricerca distribuita volta a promuovere l'eccellenza scientifica nel campo della qualità e sicurezza alimentare. Fornisce servizi di metrologia di alta qualità nel settore alimentare e nutrizionale, comprendendo un importante spaccato di settori altamente interdisciplinari e interconnessi lungo tutta la catena del valore alimentare, compresi l'agroalimentare, lo sviluppo sostenibile, la sicurezza alimentare, la qualità, la tracciabilità e l'autenticità, la sicurezza ambientale e salute.
Attività svolta. La missione è migliorare la qualità e l'affidabilità dei risultati delle misurazioni e rendere disponibili e condividere dati, informazioni e strumenti metrologici, al fine di valorizzare l'eccellenza scientifica nel campo della qualità e sicurezza alimentare e rafforzare le conoscenze scientifiche, promuovendo anche la cooperazione scientifica e l'integrazione. L'obiettivo generale è rafforzare la cooperazione scientifica e incoraggiare l'interazione tra i vari soggetti interessati, nonché la creazione di una base comune e condivisa di dati, informazioni e conoscenze.
Risultati ottenuti. Acquisizione della strumentazione prevista nel progetto PNRR e preparazione e sottomissione di due deliverable di progetto

Settore QN2 - Elettronica quantistica
Responsabile: Luca Callegaro

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Callegaro Luca	4,5	4	0,5		0,5	1,5	11
Cassiago Cristina	4	7					11
Cultrera Alessandro	10		1				11
D'Elia Vincenzo	4	7					11
Durandetto Paolo	5,5	5	0,5				11
Enrico Emanuele	7	2	1	1			11
Gasparotto Enrico	4	7					11
Marzano Martina	10	1					11
Oberto Luca	7,5	3	0,5				11
Serazio Danilo	5	5				1	11
Terzi Paolo*		3					3
Trinchera Bruno	7,5	3,0	0,5				11
Tot.	***69***	***47***	***4***	***1***	***0,5***	***2,5***	***124***
Assegni di ricerca							
Medved Juan	6						6
Fasolo Luca	10						10
PhDs							
Celotto Andrea	2						2
Fasolo Luca	1						1
Tot.	**19**						**19**
Totale	**88**	**47**	**4**	**1**	**0,5**	**2,5**	**143**

**assegnato a QN2 da ottobre 2023; precedentemente in QN5.*

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Caratterizzazione di dispositivi e sistemi

Obiettivi. a) 20FUN06 MEMQuD: caratterizzazione elettrica di reti di nanofili metallici su larga area (cm^2) realizzati in INRiM. b) 20FUN03 COMET: misure di rumore in materiali dirac-like per campione quantistico di resistenza. c) PRIN 2020AM33J CAPSTAN Sviluppo di un campione quantistico di capacità tramite effetto Hall quantistico in campioni di grafene. d) Progetto HORIZON-CL4-2022-RESILIENCE-01 EMPHASIS: caratterizzazione di grafene su substrati flessibili per supercondensatori.

Attività svolta. a) Misure di tomografia a resistenza elettrica per monitoraggio stati di memoria di reti di nanofili, implementazione stati volatili e persistenti. b) Misure di rumore bianco e flicker su campioni di tipo MOF/COF anche combinati con grafene, realizzazione di sorgente di corrente a basso rumore. c) Progettazione, realizzazione e assemblaggio di una probe, completa di connessioni, dito freddo e porta campioni, per misure accurate di effetto Hall quantistico in regime continuo e alternato da utilizzare in un sistema criomagnetico dry e del sistema di rilevazione e acquisizione della temperatura del portacampione e dei cavi. Test di valutazione delle caratteristiche termiche ed elettriche della probe AC fino a 4.2K nel sistema criomagnetico dry.

Risultati ottenuti. Pubblicazioni scientifiche, di cui una su Nature Comm.

Realizzazione quantistica del farad nel nuovo SI

Obiettivi. Progetto EURAMET #1501 *Technical assessment of novel impedance bridges* (INRiM, PTB, METAS), PRIN 2020AM33J CAPSTAN Quantum electrical Italian national capacitance standard (INRiM, POLITO). Esperimenti di build-up per la realizzazione di scale di capacità.

Attività svolta. Confronto trilaterale di ponti di impedenza digitali tra INRiM, METAS e CMI effettuato nei laboratori del METAS tra ottobre e novembre nell'ambito del progetto EURAMET #1501. Il ponte digitale

sviluppato all'INRiM è stato trasportato all'INRiM per confrontare le sue performance con quelle dei ponti sviluppati negli altri NMIs nel confronto di campioni di impedenza a temperatura ambiente e nella realizzazione del farad a partire dall'effetto Hall quantistico in AC in grafene, oggetto e obiettivo del progetto PRIN 2020AM33J CAPSTAN.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni scientifiche. Conclusione del progetto EURAMET #1501 con confronto internazionale.

Radiazione quantistica nel regime delle microonde
Obiettivi. a) DartWars (INFN Commissione V) ottimizzazione prestazionale di amplificatori di segnali a microonda ad ampia banda nel regime di Limite Quantistico Standard (SQL) per il read-out in multiplexing di sensori e rivelatori di interesse per la fisica fondamentale. b) FET-Open SuperGalax (collaborazione con QN04) design e realizzazione di una sorgente heralded per la taratura di detector con sensibilità al singolo fotone basata su reti di qubit. c) Quantum Radar (Segredifesa) design e realizzazione di protocolli e sorgenti per la radiazione quantistica nelle microonde per illuminazione basata su stati *entangled*. (d) Progetto EMPIR 20FUN07 SuperQuant: realizzazione e caratterizzazione di un sistema criogenico per la misura di parametri di scattering in situ a basse temperature.
Attività svolta. a) Misura del guadagno di amplificatori parametrici nel range 4-12 GHz mediante tecnica pompa on-pompa off e calibrazione della linea di readout per l'estrapolazione della loro temperatura di rumore b) Caratterizzazione a singolo e doppio tono su detector di singoli fotoni a microonda, realizzati da IPTH, basato su 5 flux-qubits integrati in doppio risuonatore e verifica della loro risposta al campo magnetico c) Integrazione di un sistema di generazione e misura di forme d'onda impulsate, interamente digitale ed operante in banda X, con l'ambiente criogenico, e una verifica con un dimostratore nonlineare del protocollo di rivelazione mediante eterodina d) Misure preliminari con standard criogenici, dimostrazione della completa funzionalità del sistema di misura di parametri S in ambiente criogenico.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni scientifiche.

Elettronica singolare per la realizzazione pratica dell'ampere
Obiettivi. Dispositivi mesoscopici e setup di misura criogenico per la manipolazione e la rilevazione di cariche elettriche elementari.
Attività svolta. Validazione del protocollo per le misure DC a temperatura ambiente ed al range dei mK di giunzioni tunnel mesoscopiche con energia di carica comparabile all'energia Josephson su dispositivi qubit operanti in regime transmon.
Risultati ottenuti. Avanzamento contratto industriale con Planckian SrL

Potenza ed energia elettrica nel nuovo SI
Obiettivi. 19RPT01 QuantumPower "Quantum traceability for AC power meter standards".
Attività svolta. Completato primo run di esperimenti con QPS basato su AC-PJVS per conto QuantumPower. Verifica e implementazione scenari di misura volti al trasferimento sincronizzato di profili d'onda sinusoidali quantizzati stepwise nella gamma delle frequenze acustiche impiegando il quantum multiplexer SQuP. Esperimenti di caratterizzazione calibratori e sorgenti AC con QPS e confronto tramite campione di trasferimento AC/DC elettronico. Confronto preliminare QPS contro campione primario di potenza impiegando un trasferitore di potenza AC/DC. Avvio attività upgrade QPS per conto progetto PRIN 2022 PNRR QuantAGRID.
Risultati ottenuti. Pubblicazioni scientifiche.

Volt quantistico in regime alternato (AC) e LHe-free (in collaborazione con ML01)
Obiettivi. Stabilizzazione attiva e passiva della temperatura di lavoro in ambiente criogenico LHe-free per dispositivi superconduttori, in particolare per standard di tensione AC a effetto Josephson di tipo programmabile e impulsato. Incremento della tensione picco-picco per segnali sinusoidali ad elevata purezza spettrale con riferibilità diretta al SI. Studio e simulazione numerica di array di giunzioni Josephson per ottimizzazione campioni programmabili.
Attività svolta. Verifica e sintesi forme d'onda sinusoidali *stepwise* tramite campione quantistico PJVS di ampiezza 1 V e frequenze fino a qualche kHz. Upgrade criosonda chip 1 V PJVS e software di controllo elettronica di polarizzazione. Esperimenti confronto onde sinusoidali quantizzate stepwise e in alternate isofrequenziali mediante tecniche di digitalizzazione. Esperimenti di taratura di un voltmetro AC mediante segnali sinusoidali quantizzati di ampiezza fino a 70 mV e frequenza fino a 10 kHz, sintetizzati da un campione Josephson impulsato raffreddato in cryocooler (in collaborazione con guest-researcher della Silesian University of Technology - Polonia).
Risultati ottenuti. Pubblicazioni e presentazioni scientifiche.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Campione nazionale quantistico di tensione elettrica
Attività svolta. Messa in servizio e in qualità di sistema PJVS per ricostituzione del campione nazionale di tensione continua sino a 10 V. Campagna misure per confronto internazionale BIPM.EM-K11. Sintesi di forme d'onda sinusoidali "stepwise" tramite campione quantistico PJVS di ampiezza 1 V e frequenze fino a 1 kHz per progetto 19RPT01 QuantumPower e PRIN QuantAGRID.
Risultati ottenuti. Presentazione del nuovo campione primario di tensione a 10 V attraverso meeting e conferenze internazionali. Prima campagna di taratura di campioni secondari di tensione continua INRiM mediante il nuovo sistema. Campagna misure dei campioni viaggiatori per confronto internazionale BIPM.EM-K11.

Unità e scale di impedenza elettrica
***Attività svolta*.** Preparazione al confronto EURAMET.EM-K3 (10 mH, 1 kHz): studio dell'isteresi termica di un campione da 10 mH per salti termici comparabili con quelli legati al trasporto aereo.
***Risultati ottenuti*.** Reporting a CCEM del comportamento del campione.

Riferibilità delle grandezze elettriche all'estremo inferiore della scala
Attività svolta. Preparazione al confronto internazionale EURAMET.EM-S45, rinviato al 2025 per problemi al campione viaggiatore PTB. Revisione del sistema di taratura di amplificatori lock-in per estensione intervallo di frequenza sino a 10 kHz e verifica della fase.
Risultati ottenuti. Attività in corso.

Metrologia per RF&MW
Attività svolta. Conferma metrologica sistemi di misura di parametri S nella connessione PC-N nella banda 9kHz-18GHz. Sviluppo applicativo per analisi dati rivolto al supporto alle attività di disseminazione. Audit interno qualità.
Risultati ottenuti. Conclusione di due ILC ed emissione delle relative relazioni tecniche. Approvazione nuove CMC nella banda 9 kHz-50 MHz per la connessione PC2.92mm. Sviluppo di applicativo excel per l'analisi dati automatizzata a supporto delle operazioni di taratura e disseminazione.

Campione nazionale di potenza, tensione e corrente elettrica in regime alternato
Attività svolta. Esperimenti di verifica taratura digitalizzatori di precisione con AC-PJVS fino a qualche kHz per estensione in frequenza del campione primario di potenza. Caratterizzazione preliminare in DC del divisore coassiale resistivo per confronto diretto contro il nuovo divisore automatico decadico. Esperimenti step-down per la realizzazione della scala primaria di tensione AC per tensioni fino a 100 mV e frequenza fino a 1 MHz. Conclusione della convenzione MISE-INRiM con la validazione del nuovo banco di misura per la taratura automatica di wattmetri misuratori statici di energia elettrica in regime sinusoidale per confronto con il campione nazionale.
***Risultati ottenuti*.** Operatività del sistema automatico di taratura wattmetri e contatori (vedi rapporti tecnici INRiM), presentazione a congressi nazionali e internazionali.

Realizzazione pratica dell'ohm tramite l'effetto Hall quantistico
***Attività svolta*.** aggiungere Esperimenti preliminari al confronto internazionale BIPM.EM-K12. Sviluppo di un metodo di taratura di ponti a comparatore di correnti per confronto con comparatore di correnti criogenico. Sviluppo di una nuova procedura di taratura di resistori di valore nominale 1 kΩ a partire dalla resistenza quantizzata di Hall.
***Risultati ottenuti*.** Pubblicazioni scientifiche. Procedura di taratura depositata presso SGQ.

Struttura di riferibilità delle unità elettromagnetiche
***Attività svolta*.** Realizzazione pratica, nel nuovo SI, dell'ampere, volt, ohm, siemens, coulomb, farad, henry, watt, joule. Mantenimento dei campioni nazionali (DM 591/1994) di: intensità di corrente elettrica, potenza elettrica, energia elettrica, tensione elettrica in regime alternato sinusoidale, resistenza elettrica in regime alternato sinusoidale, capacità elettrica, induttanza elettrica. Realizzazione del campione quantistico di resistenza in continua e del campione di rapporti di tensione alternata.
Risultati ottenuti. Proseguimento del servizio.

Internazionalizzazione in ambito CCEM e EURAMET TC-EM
Attività svolta. EURAMET: Alternate to the General Assembly (2018-). EURAMET TC-EM Working Group on Strategic Planning (2020-2027). TC-EM SC-LF, SC-RF&MW. CCEM: Delegate (2017-), CCEM WG-LF (expert), CCEM GT-RF (expert). CCEM-CCRI Working Group on Low-current methods (2 experts). CPEM Executive Committee, member-at-large (2020-2023).

***Risultati ottenuti*.** Partecipazione a EURAMET TC e SC meetings 2023, EURAMET GA, CCEM-CCRI WG. CCEM WG-LF, CCEM GT-RF, 33rd CCEM Meeting, EURAMET TC-EM SC-RF&MW.

Supporto a normazione, regolamentazione, metrologia legale
***Attività svolta*.** Sviluppo di Technical Specifications per la caratterizzazione elettrica del grafene al Technical Committee IEC TC/113.
Risultati ottenuti. (a) Disseminazione in collaborazione con gli enti di verificazione. Pubblicazioni scientifiche. b) Pubblicazione (2023) Technical Specifications IEC TS 62607-6-7 e IEC TS 62607-6-8 sulla misura della conducibilità elettrica del grafene.

Certificazione tecnica e accreditamento
Attività svolta. Emissione di ca. 120 certificati/anno verso centri di taratura, 50 certificati/anno verso l'INRiM, certificati per audit interni ed esterni. Attività per ILC nell'ambito impedenza, potenza ed energia elettrica, parametri S. Expertise tecnica per ACCREDIA: ispettori tecnici ed esperti per le grandezze elettriche (impedenza, potenza); inserimento di ulteriori due unità che stanno per concludere il percorso di abilitazione ACCREDIA. Membership Comitato Settoriale Accreditamento laboratori di taratura. Peer reviewing nell'ambito del progetto EURAMET #1123 (2024).
***Risultati ottenuti*.** Soddisfazione ruolo NMI, autofinanziamento, supporto a ACCREDIA con l'abilitazione di due unità di personale all'accreditamento di laboratori. Presa in carico completa del servizio di taratura, viene eliminato il supporto alla certificazione di AE. Attivazione nuovo servizio confronti interlaboratorio per grandezze potenza ed energia monofase e trifase.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Formazione in metrologia
Attività svolta. Dottorato in Metrologia, Politecnico di Torino, partecipazione al Consiglio di Dottorato e erogazione di corsi di dottorato. c) Tutoring di studenti. Tra il 2023 e il 2024 saranno svolte attività di docenza nei seguenti corsi: Politecnico di Torino: corso di III livello *"Fundaments of metrology"*, cod. 01RRCRU, per un totale di 4 ore docenza (titolare del corso Dott. Filippo Levi). 4) Politecnico di Torino - Master II livello: Corso "*Introduzione alla fabbricazione di dispositivi quantistici*". 20 ore docenza totali (titolare corso Ing, M. Cocuzza)

Diffusione del nuovo Sistema Internazionale e della cultura metrologica
Attività svolta. Conferenze e seminari didattici per il pubblico e le scuole, interviste sui media, pubblicazioni divulgative, incontri con le scuole. Conferenze, interventi, seminari. a) Seminario (1h) "Caffè scientifico" presso Musei Reali Torino (TO) in occasione progetto UNIGHT - Notte della Ricerca, 30 settembre 2023.

Settore QN4 – Ottica Quantistica e Fotometria
Responsabile: Marco Genovese

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Avella Alessio	11						11
Bernardi Ettore	11						11
Brida Giorgio	6	1		3		1	11
Degiovanni Ivo Pietro	7		1			3	11
Genovese Marco	8	1				2	11
Gramegna Marco	8					3	11
Losero Elena	5,5						5,5
Meda Alice	11						11
Moreva Ekaterina	11						11
Piacentini Fabrizio	10		1				11
Rajteri Mauro	6,5	2,5	1	1			11
Ruo Berchera Ivano	9		1		1		11
Saccomandi Fabio	6					5	11
Terzi Marco	1	9				1	11
Traina Paolo	11						11
Viarengo Fernando	1	8				2	11
Personale TD							
Rebufello Enrico	11						11
Virzì Salvatore	11						11
Tot.	***145***	***21,5***	***4***	***4***	***1***	***17***	***192,5***
Assegni di ricerca							
Napoli Carmine	11						11
Ortolano Giuseppe	9						9
PhDs							
Atzori Francesco	2						2
Garrone Hobey	11						11
Ortolano Giuseppe	2						2
Paniate Alberto	11						11
Pepe Carlo	11						11
Claudia Stella	8						8
Picariello Fabio	11						11
Zanelli Gabriele	1						1
Personale associato							
Andrini Greta	2						2
Ditalia Tchernij Sviatoslav	1						1
Forneris Jacopo	1						1
Marletto Chiara	1						1
Olivero Paolo	1						1
Redolfi Elisa	1						1
Tomagra Giulia	1						1
Vedral Vlatko	1						1
Tot.	***86***						***86***
Totale	**231**	**21,5**	**4**	**4**	**1**	**17**	**278,5**

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Generazione, applicazione e misura di luce sub-Poissoniana
Obiettivi. Sviluppo di nuove tecniche di *quantum metrology, imaging & sensing* basate sulla luce sub-Poissoniana
Attività svolta. Si è concluso il lavoro sul *phase imaging sub-shot-noise*. Si è realizzato un esperimento su un protocollo *quantum pattern recognition*. Si è proceduto all'allestimento di un esperimento di super-risoluzione coniugando tecniche di luce strutturata con metodi basati sulla misura di funzioni di correlazione di ordine superiore, n>=2.
Si è proseguito lo sviluppo di tecniche ODMR con centri NV indirizzate a misure di temperatura e di campi magnetici deboli con risoluzione spaziale sub-micrometrica, in particolare su linfociti.
Risultati ottenuti. Articolo su Quantum enhanced non-interferometric quantitative phase imaging. Articolo su diamanti "bulk" come sensori temperatura in applicazioni biologiche.

Nuovi paradigmi della misura quantistica
Obiettivi. Applicazioni alla metrologia quantistica di nuovi paradigmi di misura della meccanica quantistica.
Attività svolta. Si sono studiate sperimentalmente (su fotoni) le tecniche connesse alle misure deboli (*weak measurements*) ed effetto Zenone/anti-Zenone e le loro possibili applicazioni alla metrologia quantistica, in particolare riguardo diseguaglianze di Bell a singola coppia. Si sono effettuate indagini preliminari circa la realizzazione di magnoni. Si sono approfondite a livello teorico concetti connessi al collasso della funzione d'onda.
Risultati ottenuti. Articolo su utilizzo effetto Zenone per la caratterizzazione del rumore inviato per la pubblicazione, articolo sulla misura del parametro di Bell completo sfruttando i weak values anch'esso sottoposta a rivista.

Sorgenti a singolo fotone
Obiettivi. Sviluppo e caratterizzazione di sorgenti a singolo fotone.
Attività svolta. Si sono studiati nuovi centri di colore in diamante e in SiC in vista della realizzazione di sorgenti a singolo fotone, anche in regime criogenico (grazie al microscopio confocale criogenico a singolo fotone realizzato nel contesto della collaborazione con Unito nel progetto Piquet).
Si sono studiate tecniche innovative per la caratterizzazione di sorgenti a singolo fotone.
Risultati ottenuti. Articoli su centri di colore Mn e Ge in diamante, articolo sulla misura della statistica di stati ottici quantistici

Rivelatori di singolo fotone
Obiettivi. Sviluppo di sensori superconduttivi a transizione di fase (TES) ad alta risoluzione energetica, alta efficienza di rivelazione e velocità di risposta per la discriminazione del numero di fotoni ed applicazioni alla fisica delle particelle.
Attività svolta. Realizzazione di dispositivi superconduttivi TES a bassa capacità termica e capacità di discriminare il numero di fotoni dall'UV al NIR per la metrologia del singolo fotone. Studio di materiali dielettrici per la realizzazione di rivestimenti antiriflettenti per TES. Sperimentazione della possibilità di estendere l'applicazione dei TES alla rivelazione di singoli elettroni per applicazioni alla fisica delle particelle (Progetto PTOLEMY). Studio dei conteggi di buio di un TES ottico. Incremento della velocità di risposta di TES per caratterizzazione di sorgenti a singolo fotone a 930 nm e 1550 nm (Progetto EMPIR-SEQUME)
Risultati ottenuti. Ottenuti gli indici di rifrazione di film TiO2, SiO2, SiNx e realizzati vari progetti di antiriflesso. Il processo di deposizione dei dielettrici altera le proprietà dei TES e dovrà essere ottimizzato.
E' stato possibile valutare i conteggi di buio di un TES ottico e la loro distribuzione in energia, ottenendo un rate di conteggio estremamente basso, inferiore a 10^{-3} Hz nella regione 400-1550 nm
L'uso di "bank" di oro depositati tra il TES ed il substrato, per incrementare la conduttanza termica, hanno consentito di velocizzare i tempi di risposta di TES in TiAu raggiungendo velocità di ripetizione superiori ai 500kHz
E' stato sviluppato un setup criogenico per generare elettronico per effetto di campo con nanotubi di carbonio, in collaborazione con l'università La Sapienza - Roma

Fotorivelatori predicibili (PQED)
Obiettivi. Modellizzazione rivelatori predicibili e validazione come campione primario; funzionamento duale fotoelettrico-radiometrico del PQED, equivalenza ottica/elettrica.
Attività svolta. Caratterizzazione mediante ellissometria spettroscopica di fotodiodi svilupppati nel progetto ChipSCALe per la determinazione degli indici di rifrazione degli strati di passivazione dei fotodiodi.
Modellizzazione riflettività dei rivelatori predicibili, con diverse configurazioni a trappola, per fasci divergenti.
Ottimizzazione del sistema di readout temperatura nel modo di funzionamento duale fotoelettrico-radiometrico.
Risultati ottenuti. Sviluppo di un modello per la struttura dei fotodiodi in grado di simulare la risposta ottica

dei fotodiodi nell'intervallo di lunghezze d'onda 300-1050 nm. Stima delle perdite per riflessione di un fascio divergente all'uscita di una fibra ottica monomodale a 850 nm e valutazione della sensibilità al posizionamento/orientamento della fibra. Acquisizione della strumentazione per un nuovo sistema ottimizzato di readout.per il modo di funzionamento duale.

Radiometria a singolo fotone
Obiettivi. Sviluppo di setup per caratterizzazione metrologica di parametri di sorgenti e rivelatori a singolo fotone Si SPAD (850nm), InGaAs-InP SPAD (1550nm), SNSPD e microonde.
Attività svolta. Realizzazione di setup ottimizzati per misura dell'efficienza quantica di rivelatori Si SPAD, InGaAs-InP SPAD e SNSPD e applicazione dell'Optical Time Domain Reflectometer OTDR a singolo fotone a 1550nm e a 1300 nm portabile per test di sicurezza della QKD. Rivelazione di coppie di fotoni a microonda in amplificatore parametrico basato su giunzioni Josephson.
Risultati ottenuti. Allestimento setup ottimizzato per misura dell'efficienza quantica di rivelatori Si SPAD, InGaAs-InP SPAD e SNSPD. L'OTDR è operativo a 1550 nm.
E' stato sviluppato un polarimetro a singolo fotone operativo a 1550 nm.

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Unità radiometriche e fotometriche
Obiettivi. La realizzazione e disseminazione delle unità radiometriche e fotometriche per la caratterizzazione di rivelatori e materiali, con partecipazione ai confronti internazionali in ambito EURAMET e CCPR, fanno parte dei compiti NMI della Divisione.
Attività svolta. Completamento delle misure di ritorno della Key comparison sull'intensità luminosa Euramet PR-K6 e analisi dati di misura. Analisi e revisione pre-Draft A della comparison supplementare sui radiometri UV (Euramet projectn.443). Acquisizione di nuove lampade campione a LED, invecchiamento e caratterizzazione. Analisi dati della comparison (progetto PhotoLED) di lampade LED utilizzando fotorivelatore calcolabile PQED, senza filtro V(λ). Acquisizione rivelatore piroelettrico per trasferimento dal visibile al vicino infrarosso. Acquisizione sorgente laser tunabile dall'ultravioletto al vicino infrarosso.
Risultati ottenuti. Invio delle misure di ritorno della Key-comparison Euramet PR-K6. Revisione dati pre-Draft- A della comparison UV. Caratterizzazione delle lampade campioni a LED (warm-up time, invecchiamento, sensibilità alla corrente di alimentazione, stima delle correzioni spettrali). Aggiornamento del calcolo della sensibilità spettrale PQED per fascio non polarizzato nella procedura di misura di lampade LED.

Standardizzazione QKD
Obiettivi. Sviluppo di documenti di pre-standardizzazione e di standardizzazione, *white papers* e *roadmaps* per le tecnologie quantistiche.
Attività svolta. E' proseguita la collaborazione con lo European Telecommunication Standard Institute, attraverso la partecipazione attiva a tutti gli incontri mensili (in teleconferenza) e ai meeting plenari semestrali (in presenza) del comitato ETSI ISG QKD, per la definizione di documenti di (pre-)standardizzazione per la crittografia quantistica, in particolare per quanto riguarda il documento relativo alla caratterizzazione dei *QKD Transmitter Modules* (Stable Draft) di cui INRiM è *Rapporteur*. Per quanto riguarda le iniziative CEN CENELEC FGQT (formalmente sciolto dal BT CEN e CENELEC nel corso del 2023) e JTC 22 QT (formalmente stabilitosi a Marzo 2023), si è attivamente contribuito ai lavori e alle strategie dei comitati, partecipando a tutti gli incontri mensili (in teleconferenza) e a due meeting plenari (in presenza) dei 4 Working Groups (1- Strategic Advisory Group; 2- Quantum Metrology, Sensing and Enhanced Imaging, and Quantum Enabling Technologies, 3- Quantum Computing and Simulation; 4 Quantum Communication and Quantum Cryptography) del JTC 22 QT. In merito alla partecipazione al nuovo comitato CEN/CLC/JTC22 QT, possibile solo attraverso i comitati nazionali (NSB) di standardizzazione, si è formalizzata presso UNINFO la delegazione INIRIM, composta da due ricercatori del settore che sono stati inseriti nella delegazione nazionale del comitato UNI CT 535 QT, con il quale si è organizzato presso INRiM il 4° meeting plenario del CEN CENELEC JTC 22 QT. Utilizzo di uno specifico banco ottico per test dei dispositivi per la QKD relativamente alla implementation security. Test "sul campo" di protocolli e sistemi di QKD.
Risultati ottenuti. Nell'ambito del comitato ETSI ISG QKD, si è dato supporto alla pubblicazione del documento ETSI GS QKD 016 (QKD - Common Criteria Protection Profile), e sottomesso una nuova versione (*stable draft*) del documento ETSI GS QKD 013 (QKD - Transmitter Module Characterisation), di cui INRiM è *Rapporteur*. Per quanto riguarda le iniziative CEN CENELEC FGQT e successivamente JTC 22 QT, si è attivamente contribuito alla pubblicazione dei documenti "FGQT Q04 Standardization Roadmap on Quantum Technologies" e "FGQT Q05 Quantum Technologies Use Cases". Sono state prodotte relazioni tecniche su allestimenti sperimentali per i test di *implementation security* di sistemi QKD relativamente a misure della statistica del numero di fotoni in uscita da QKD Transmitters, misure con polarimetro a singolo fotone, misure

di Back-flash con OTDR a singolo fotone per Milsetones e Deliverables di progetti di ricerca tematici sulla QKD.

Caratterizzazione di componenti e test dispositivi per QKD
Obiettivi. Realizzazione di stazioni di misura per calibrazione di rivelatori a singolo fotone (bande: IR, NIR) in vista di futuri servizi di taratura per l'industria; sviluppo di metodi di caratterizzazione di dispositivi per la QKD e confronto con altri NMI.
Attività svolta. Sono stati portati avanti gli studi ed i confronti su rivelatori e sorgenti a singolo fotone al fine di giungere ad un sistema integrato a livello degli NMI dell'Unione Europea. A seguito di progettazione e validazione degli allestimenti sperimentali da dedicare alle stazioni di misura, calibrazione e caratterizzazione di rivelatori a singolo fotone sia in fibra ottica (banda IR, comunicazione quantistica e QKD) che in aria (banda NIR), verranno realizzati i relativi allestimenti sperimentali da dedicare in futuro a servizi di taratura.
Risultati ottenuti. Oltre alla già citata *comparison* di rivelatori a singolo fotone, si è realizzata tutta una serie di setup di caratterizzazione della luce in uscita da trasmettitori QKD commerciali a supporto degli standard ETSI. Nello specifico sono stati realizzati il setup per la tomografia dello stato di polarizzazione, il setup per la caratterizzazione della statistica dei fotoni emessi sfruttando la misura del coefficiente di autocorrelazione di Galuber e l'allestimento per la caratterizzazione di back-flash e riflessioni ottiche interne dei moduli dei sistemi QKD (*implementation security*).

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Divulgazione della cultura metrologica
Obiettivi. Diffusione della cultura metrologica. a) *Secondment* di ricercatori internazionali. b) Dottorato in Fisica, Politecnico di Torino. Partecipazione al Consiglio di Dottorato e erogazione di corsi di dottorato. c) Tutoring di studenti. d) Conferenze, interventi, seminari, interviste per i media. e) *Exhibits* e attività di *Outreach,* f) supporto ad organismo italiano di accreditamento (ACCREDIA).
Attività svolta. Ampia attività di divulgazione e diffusione della cultura verso università, scuole, pubblico generico.
***Risultati ottenuti*.** Si è svolta attività di divulgazione scientifica rivolta alle scuole di ogni ordine e grado e particolarmente verso gli studenti delle scuole superiori, progetti di Alternanza Scuola-Lavoro, nonché seminari per la divulgazione della metrologia quantistica presso insegnanti e pubblico generico. In allineamento con l'iniziativa *Italian Quantum Weeks 2023*, è stata realizzata una mostra sull'*entanglement* e le misure quantistiche, con punto visita a laboratori di ottica quantistica; nello stesso contesto si è supportata l'iniziativa italiana relativa al World Quantum Day (14 aprile). Si sono seguite tesi a diversi livelli. Si è partecipato ad eventi pubblici di Divulgazione scientifica.
Si sono tenuti tre corsi per il dottorato e tre di master.
L'INRiM, che coordina le attività dello European Metrology Network for Quantum Technologies, ha coordinato la realizzazione e la messa in rete del portale web EMN-Q, e organizzato uno stand allo European Quantum Technology Conference 2024 (EQTC 2024 ad Hannover) per promuovere le attività metrologiche a supporto dello sviluppo delle tecnologie quantistiche.
Si è realizzato in collaborazione con UniTo il workshop internazionale Quantum 23 (circa 250 partecipanti)

Settore QN5 - Tempo e frequenza
Responsabile: Filippo Levi

Personale impegnato (Mesi/Persona)

	R&S	*Ruolo NMI*	*Terza missione*	*Terza missione a valenza economica*	*Terza missione a valenza socio-culturale*	*Gestione & coordinamento*	*Totale*
Personale TI							
Barbiero Matteo	11						11
Bertacco Elio Keith	8,4	2,6					11
Bertaina Gianluca	10		1				11
Calonico Davide	3	2	1,5	1	0,5	3	11
Calosso Claudio	5	2	1	2		1	11
Cantoni Elena	5	5	1				11
Cerretto Giancarlo	8	2	1				11
Clivati Cecilia	5	3	3				11
Concas Roberto	11						11
Costa Roberto		8				3	11
Donadello Simone	9,5			1	0,5		11
Duca Lucia	10,8		0,2				11
Fiasca Franco		4		7			11
Gionco Chiara	11						11
Gozzelino Michele	6	3		2			11
Levi Filippo	5	1	0,5	1,5		3	11
Micalizio Salvatore	4	2	2	1	1	1	11
Mura Alberto	8,5	1,25		0,25			10
Perucca Andrea		3		8			11
Pizzocaro Marco	8,75	2	0,25				11
Santambrogio Gabriele	10		1				11
Sellone Marco	9	2					11
Sesia Ilaria	2	3	0,5	4,5		1	11
Sias Carlo	10		0,5	0,2	0,3		11
Signorile Giovanna	2	4		5			11
Tarallo Marco Giacinto	8	3					11
Terzi Paolo*		8					8
Thanh Tung Thai		4		7			11
Tot.	***170,45***	***66,6***	***13,45***	***40,2***	***2,3***	***12***	***305***
Assegni di ricerca							
Goti Irene	8	2					10
PhDs							
Condio Stefano	9	2					11
Gatta Gabriele	2						2
Goti Irene	1						1
Mizukami Naoto	11						11
Salvatierra Juan Pablo	1						1
Personale associato							
Costanzo Giovanni Antonio	2	2					4
Pollastri Fabrizio		2					2
Rubiola Enrico	2						2
Tot.	***36***	***8***					***44***
Totale	**206,45**	**74,6**	**13,45**	**40,2**	**2,3**	**12**	**349**

**nel settore fino a settembre 2023; poi in QN2*

ATTIVITÀ RICERCA E SVILUPPO

Campioni ottici di frequenza
Obiettivi. Miglioramento del campione ottico all'Yb e completamento di un campione quantum enhanced basato su atomi di Sr
Attività svolta. Il campione ottico IT-Yb1 è stato mantenuto in operazione con una incertezza di 2e-17 per circa metà dell'anno a causa di un guasto di uno dei laser. Il laser è stato sostituito e il campione è nuovamente in funzionamento. IT-Yb1 ha partecipato ad un confronto internazionale di orologi ottici durato circa 30 giorni con tecniche in fibra ottica che ha coinvolto INRiM, PTB, SYRTE ed NPL.
Per quanto concerne l'attività di ricerca sul campione ottico basato su atomi di stronzio, è stato proseguito il suo sviluppo con particolare attenzione all'aumento della stabilità e della coerenza atomo-luce. E' stato completato un primo studio di misura continua non-distruttiva in cavità ottica da adattare al campione di stronzio.
Risultati ottenuti. Il campione ottico Sr ha realizzato e pubblicato un sistema di trasferimento spettrale basato su modulazione serrodyna e sviluppato nuove tecniche interferometriche per la misura di purezza spettrale di elementi ottici (modulatori e shifter) utilizzati per spettroscopia d'orologio o di altissima precisione. IT-Yb1 ha partecipato ad un confronto internazionale in fibra ottica con 6 altri campioni ottici europei.

Campioni a microonda
Obiettivi. In questo ambito sono proseguiti gli studi volti alla realizzazione di sistemi compatti ad alta stabilità basati sul principio del pompaggio ottico impulsato (POP).
Attività svolta. E' stata studiata e sviluppata una tecnica per stabilizzare la frequenza del laser utilizzato per pompare gli atomi nella celletta e per rivelare la transizione di orologio. La tecnica si basa sul fenomeno del light-shift che ha un andamento dispersivo in funzione del detuning del laser. In questo modo, il light shift fornisce direttamente un segnale di errore utile al sistema di aggancio. Inoltre, la frequenza del laser è agganciata in modo molto più robusto, utilizzando la stessa celletta di orologio, senza impiegare una celletta di riferimento come nei campioni tradizionali. Questo permette di aumentare di due ordini di grandezza il range di cattura e di ridurre considerevolmente volume e peso dell'orologio.
Risultati ottenuti. E' in preparazione un articolo da inviare a rivista. E' stato sottomesso un abstract alla conferenza CLEO che è stato accettato come invited.
E' stato pubblicato un articolo che riporta stabilità record per i campioni in cella sulla rivista Scientific Reports

Oscillatori a microonda
Obiettivi. In questo ambito sono proseguiti gli studi volti alla caratterizzazione di oscillatori a microonda ultrastabili.
Attività svolta. E' stata studiata e sviluppata una tecnica numerica per misurare la stabilità di frequenza di oscillatori criogenici allo zaffiro (CSO) a 10 GHz allo stato dell'arte. La tecnica utilizza la covarianza a due campioni per confrontare il CSO sotto misura con altri CSO di riferimento e maser attivi all'idrogeno della piattaforma Oscillator IMP. L'informazione proveniente dai CSO viene usata per caratterizzare il breve termine, mentre quella proveniente dai maser per il medio-lungo termine. In questo modo, abbiamo potuto dimostrare che l'oscillatore criogenico allo zaffiro denominato U10, ha una stabilità relativa di frequenza (drift removed) di 2e-16 per tempi di misura da 100 a 10000 s, rimanendo al di sotto di 1e-15 fino a tre giorni di misura.
Risultati ottenuti. I risultati del lavoro sono stati riassunti in un articolo che è stato accettato da Applied Physics Letters. Gli Editori "...felt that your article was one of the journal's best, and have chosen to promote it as a Featured Article".

Nuovi oscillatori
Obiettivi. Realizzazione di sorgenti ottiche ultra low noise
Attività svolta. E' stato completato e caratterizzato, in collaborazione con Fondazione LINKS, lo sviluppo di una scheda FPGA per il trasferimento di purezza spettrale nel dominio ottico. Parallelamente sono state sviluppate tecniche di rivelazione a basso rumore per migliorarne le prestazioni. E' stato realizzato un sistema di generazione di microonda a basso rumore per l'interrogazione del campione primario di frequenza, basato su laser ultrastabile e pettine ottico.
E' stato inoltre allestito un nuovo laboratorio per ospitare un nuovo oscillatore ottico a rumore ultra-basso, da utilizzare come riferimento per tutti gli altri oscillatori ottici del settore.
Risultati ottenuti. E' stata trasferita la coerenza e la purezza spettrale di un laser ultrastabile a 1156 nm, usato per il campione ottico a Yb, al laser di orologio del campione ottico allo Sr (698 nm) e a una microonda a 9.2 GHz, usata per l'interrogazione del Cs nel campione primario. I segnali generati hanno migliorato la qualità della spettroscopia dei due campioni. E' stato inoltre dimostrato il trasferimento spettrale con un sistema FPGA al livello di 1E-17, adatto per gli oscillatori ottici disponibili oggi.

Sistemi quantistici molecolari e ibridi
Obiettivi. Studio di nuove tecniche spettroscopiche per lo sviluppo di campioni di frequenza innovativi
Attività svolta. Sono state studiate strutture innovative nell'intrappolamento di ioni di Bario. In particolare, sono stati investigati fenomeni di cambio di configurazione nella disposizione delle particelle e nella loro delocalizzazione in sistemi 2D. I laboratori di molecole ultrafredde e di sistemi ibridi atomo-ione sono stati collegati in fibra per confronti di frequenza. La sorgente molecolare a raffreddamento con buffer gas è attiva e funzionante. Si stanno studiando le caratteristiche del fascio prodotto.
Risultati ottenuti. E' stato prodotto un manoscritto attualmente sotto revisione presso Physical Review Letters nel quale è riportato uno studio dettagliato riguardante la transizione di fase mesoscopica di melting orientazionale. I risultati riportati nel manoscritto sono stati comunicati in quattro conferenze e seminari internazionali. Il fascio molecolare è attualmente il primo in Italia prodotto con questa tecnologia.

Tecniche T/F in fibra ottica in applicazioni di tecnologie quantistiche, radioastronomia, geofisica, geodesia spaziale
Obiettivi. Utilizzo del link in fibra per applicazioni scientifiche e tecnologiche.
Attività svolta. Per quanto riguarda l'uso di tecnologie di interferometria laser coerente in geofisica, e' stato mantenuto in operazione un apparato in fibra ottica per la rivelazione di segnali sismici su tratta interurbana in Italia centrale. Durante il 2023 è stata elaborata una significativa quantità di dati e sono state studiate tecniche di analisi per estrarre informazioni di tipo quantitativo dai dati raccolti. Un sistema simile è stato realizzato e installato a Malta, per analisi di rumore sismico su cavi sottomarini.
Per quanto riguarda l'applicazione di tecniche interferometriche alla quantum key distribution, è stato realizzato un modello per la stima delle prestazioni di un link QKD che tiene conto delle proprietà di coerenza della sorgente laser e della stabilità dei canali in fibra del collegamento, ed è stato confrontato con i dati di uno studio sperimentale. E' stato ridisegnato e parzialmente realizzato un nuovo setup per la twin-field QKD di più facile implementazione e migliori prestazioni tecniche, tenendo conto delle esigenze di remotizzazione e portabilità.
Risultati ottenuti. Sia sulle applicazioni geofisiche che di QKD, sono stati preparati due lavori su rivista, attualmente in attesa di accettazione per rivista peer-reviewed. Le collaborazioni maturate con INGV e OF per le applicazioni sismologiche hanno supportato la preparazione di un proposal Horizon Europe coordinato da INRiM (sottomesso 2024).

Sviluppo di campioni microstrutturati
Obiettivi. Sviluppo di sistemi micro e nanostrutturati per la realizzazione di orologi ottici e/o a microonda
Attività svolta. Si sono avviate le attività per la realizzazione delle varie componenti che porteranno alla costruzione di un orologio ottico e/o a microonda "on a chip". E' partito lo sviluppo di due componenti. 1) La microfabbricazione di microcelle contenenti atomi di rubidio che verranno utilizzate come pacchetto fisico di riferimento, in collaborazione con FBK. Sono stati effettuati due batch di fabbricazione che seguono due strategie diverse per il riempimento delle celle; 2) La caratterizzazione di microrisonatori ad anello realizzati su chip con tecnologia in nitruro di silicio, acquistati dall'azienda Ligentec in collaborazione con ASI, per la creazione di pettini di frequenza "self-referenced" che consentano la catena ottico-microonda. E' stato inoltre effettuata la progettazione di un chip contenete ulteriori risuonatori ad anello da fare realizzare da Ligentec.
Risultati ottenuti. E' stato ottimizzato il processo di fabbricazione delle microcelle presso FBK ed in particolare il processo di chiusura ermetica tramite "anodic bonding". E' stato completato il processo di acquisizione della macchina che permetterà di effettuare la chiusura ermetica all'interno dell'infrastruttura PiQuET. E' stato messo a punto un setup per la caratterizzazione del rubidio contenuto nelle cellette a livello wafer, e uno per l'attivazione delle pillole (rilascio di rubidio). E' stato messo a punto un setup di caratterizzazione dei microrisonatori ad anello su chip, comprendente l'allineamento delle fibre ottiche in ingresso ed uscita e sono state effettuate le caratterizzazioni del chip acquistato, con generazione del pettine di frequenza. E' stato realizzata la progettazione di un chip contenente 186 risuonatori di 6 tipologie da realizzare all'interno di un "Multi-project wafer run".

ATTIVITÀ RUOLO NMI

Scala di tempo
Obiettivi. Realizzazione di scala di tempo ottica in tempo reale
Attività svolta. Nell'ambito più ampio del rinnovamento e irrobustimento della catena di generazione della scala di tempo italiana, è stato adattato il codice Matlab che permette di generare una scala di tempo ottica testato e validato off-line negli anni precedenti. Il nuovo codice consente di generare la scala in tempo reale utilizzando le misure del campione ottico IT-Yb non appena disponibili in maniera automatica; esso è in uso presso il laboratorio di Tempo e Frequenza per generare in real-time una scala di test a partire da fine novembre 2022.

Risultati ottenuti. Nel periodo in oggetto il codice è stato adattato, migliorato, validato e testato in real-time per la generazione di una scala di tempo ottica di test le cui prestazioni sono state confrontate con la scala di tempo ufficiale UTC(IT) e con il riferimento internazionale di tempo UTC. I risultati ottenuti sono in linea con le performance attese e sono stati oggetto di comunicazione a congresso internazionale su invito, e recentemente accettati per pubblicazione sulla rivista Optica.

Confronti tra campioni di frequenza
Obiettivi. Misure assolute di frequenza per contribuire alla ridefinizione del secondo
Attività svolta. Una nuova misura assoluta del campione ottico IT-Yb1 con la fontana IT-CsF2 è stata completata e pubblicata. Il campione ottico IT-Yb1 ha contribuito dati al BIPM per la calibrazione del tempo atomico internazionale (TAI). IT-Yb1 è tra i pochi orologi ottici ad aver ricoperto questo ruolo finora.
Risultati ottenuti. È stato pubblicato un articolo sulla misura di It-Yb1 rispetto a IT-CsF2. I dati di IT-Yb1 sono apparsi in 5 Circolari T pubblicate dal BIPM (n. 421-425).

Trasferimento di tempo accurato
Obiettivi. Messa a punto di tecniche innovative per il trasferimento di tempo
Attività svolta. Sono stati compiuti esperimenti sulla tecnica PTP al fine di verificare stabilità ed accuratezza ottenibili con questo protocollo.
Sono stati compiuti esperimenti per la protezione crittografica di segnali di tempo, trasmessi su una tratta reale di fibra localizzata a Roma. La chiave crittografica è stata trasmessa con tecnica QKD.
Risultati ottenuti. E' in fase di preparazione un articolo da sottomettere a rivista.

ATTIVITÀ KNOWLEDGE TRANSFER

Obiettivi. Rafforzamento del rapporto con l'industria italiana attraverso attività di knowledge transfer, e servizi metrologici
Attività svolta. Nell'ambito dei progetti POP Rb Clock finanziati dall'ESA, è proseguita l'attività di technology transfer in favore di Leonardo che svolge anche il ruolo di primer dei contratti. In particolare, per l'attività di de-risking sono stati implementati in forma digitale i controlli di potenza di microonda e laser. Per il contratto GSTP, è stato caratterizzato presso i laboratori dell'INRiM il sistema ottico realizzato da Leonardo. Sono state inoltre eseguite diverse misure di stabilità di frequenza dell'intero campione atomico. I risultati ottenuti hanno dimostrato stabilità di frequenza sul lungo termine al livello di 6x10-16 for integration time of 40000 s.
L'attività di Technology Transfer in ambito Galileo si esprime attraverso i contratti con le aziende Spaceopal, Thales Alenia Space (TAS) e gmv su fondi dell'ESA e dell'Agenzia dell'Unione Europea per il Programma Spaziale (EUSPA). Tali contratti prevedono lo sviluppo e la verifica dei sistemi di timing di Galileo. In particolare nell'ambito del contratto Galileo Time Service Provider (TSP), si sono completate con successo due evoluzioni previste per il periodo considerato. Continua altresì l'attività di definizione algoritmi per seconda generazione per Galileo nell'ambito di un contratto con TAS-I che prevede la realizzazione di un prototipo HW per la generazione di una scala di tempo robusta basata sull'uso di un insieme di orologi atomici e su algoritmi di Clock Ensemble. Continuano inoltre le operazioni della Galileo Sensor Station dell'INRiM, nell'ambito di un contratto con gmv. Si sono infine concluse a dicembre 2023 le attività di supporto al SETA (Systems Engineering and Technical Assistance) team di TAS-I per la validazione degli aspetti di timing del sistema Galileo prima generazione.
Risultati ottenuti. Nell'ambito del progetto TSP, l'infrastruttura è operativa presso i Centri di Controllo di Galileo da dicembre 2017 a oggi con ottime prestazioni. Nel 2022 e 2023 si è concluso lo sviluppo e test di due evoluzioni del TSP, passando con successo le milestone di progetto previste. Dati i risultati ottenuti, il progetto è considerato di grande rilevanza scientifica e reputazionale a livello internazionale.

Con il supporto scientifico di INRiM e la collaborazione di altri partner industriali, TAS-I ha realizzato una breadboard per la realizzazione di una scala di tempo Hardware. Gli algoritmi per tale breadboard sono stati sviluppati da INRiM in collaborazione con Politecnico di Torino. Nel 2023 INRiM ha contribuito all' implementazione ed alla validazione del SW industriale sviluppato dalle industrie partner del progetto e basato sui prototipi Matlab realizzati di INRiM. La fase successiva del progetto prevede l'integrazione del SW industriale sulla breadboard e la sua sperimentazione presso INRiM.

QN05 ha usufruito dell'infrastruttura Piquet per attività di Knowledge Transfer su dispositivi miniaturizzati di tempo e frequenza con Leonardo. L'attività si è concentrata sul design e la realizzazione di microcelle con tecnologia MEMS per vapori atomici alcalini, da usare sia come riferimento di frequenza che come elementi per il sensing quantistico.

PAGINA BIANCA

PARTE 3 – Area Amministrativa

PAGINA BIANCA

LO SCENARIO DI RIFERIMENTO NELL'ESERCIZIO 2023

Il 2023 ha confermato il livello elevato e crescente di attività per l'Istituto, cui ha contribuito anche l'impatto del PNRR. Il carico di lavoro sulle Unità Organizzative parallelamente, confermando il trend degli ultimi anni, si presenta anch'esso elevato e crescente; ciò spiega la scelta, che nel 2023 ha trovato rilevante realizzazione, di investire risorse nella crescita della struttura tecnico-amministrativa. Pur in un contesto nel quale è tutta la Pubblica Amministrazione a registrare una rilevante difficoltà nel reclutamento di competenze adeguate in un mercato del lavoro sempre più competitivo, le azioni compiute dall'Istituto hanno dato un esito che possiamo considerare piuttosto soddisfacente. E non si tratta di un tema secondario: dotare INRiM della necessaria *capacità amministrativa*, infatti, deve essere considerato un fattore di successo assolutamente decisivo per la realizzazione della strategia tecnico-scientifica.

Discorso a parte merita invece la situazione delle posizioni dirigenziali negli Enti di ricerca, che rimane soggetta ad autorizzazione di legge e che, a tutt'oggi, lascia la Direzione Tecnica INRiM priva della necessaria guida e, più ampiamente, limita la possibilità di crescita armonica della struttura gestionale, con tutte le criticità conseguenti.

La Direzione generale ha la responsabilità della gestione complessiva dell'Ente e coordina direttamente i servizi generali, tecnici e amministrativi. Nel seguito della relazione si descrivono le aree strategiche, gli obiettivi generali e i risultati relativi che hanno caratterizzato l'amministrazione nell'esercizio 2023.
L'esercizio 2023, il terzo in cui trova applicazione il Sistema di Misurazione e Valutazione (SMVP) 2020, ha visto INRiM proseguire il suo, tutt'altro che banale, percorso verso modalità organizzative moderne ed evolute che si vorrebbe, anche grazie al mutato contesto esterno, riescano progressivamente ad influire positivamente sulla cultura organizzativa dell'Istituto, avvicinandolo alla piena accettazione della cultura del merito.
Si tratta di un percorso estremamente faticoso, che mostra diverse criticità legate proprio alla carenza di una cultura condivisa sul valore del merito che arriva a mettere in discussione -soprattutto nell'Area R&KT- la stessa legittimità della definizione di strategie e obiettivi, in nome di una travisata libertà della ricerca. Il discorso è estremamente complesso e delicato, ed è in questo contesto che l'aspetto che si vorrebbe fosse il meno rilevante è il collegamento tra il sistema di programmazione, misurazione e valutazione degli obiettivi e l'erogazione della premialità. Solo tenere questi due ambiti, pur connessi dalla normativa, in meccanismi operativi sufficientemente separati può mitigare il rischio che la programmazione, la misurazione e la valutazione siano influenzate dalle distorsioni indotte da strategie difensive.

Lo Schema 2 sottostante, riporta il processo di definizione delle azioni operative dell'Amministrazione, che ha origine, seguendo la logica del *cascading*, dalla *mission*, definita quale il fine ultimo che si intende perseguire, passando poi per le aree strategiche, identificate e definite all'interno del Documento di Visione Strategica decennale (Vision, DVS), da cui si declinano gli obiettivi strategici triennali e, nella loro diretta articolazione, gli obiettivi operativi annuali.

SCHEMA 2. PROCESSO DI DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI OPERATIVI ANNUALI



Gli obiettivi strategici dell'Amministrazione, gli obiettivi operativi e le azioni che da essi discendono, sono necessariamente connessi alle attività scientifico-tecnologiche dell'Ente, costituendone strumenti attuativi e di supporto.

AREE STRATEGICHE

Il filo conduttore comune, che sintetizza la visione manageriale cui è ispirata la programmazione degli obiettivi 2023, riportata in parte all'interno del Piano Integrato di Attività e Organizzazione 2023, per gli obiettivi di performance direttamente connessi alle strategie di creazione di valore pubblico dell'Ente e per la sua totalità nell'Allegato 1 del medesimo Piano, e che si vuole costituisca la base delle scelte che quotidianamente siamo chiamati a compiere è:

Sviluppare un ambiente favorevole alla creatività e all'innovazione

A partire dall'avvio del Ciclo della Performance 2020-2022, sono state individuate **4 aree di sviluppo strategico** per l'organizzazione, di valenza triennale, che articolano la visione manageriale, così definite:

1. **Miglioramento del livello di servizio;**
2. **Sicurezza degli ambienti e dei processi;**
3. **Sostenibilità ambientale;**
4. **Attenzione alle persone e qualità ambienti di lavoro.**

Le aree sono state definite valorizzando i risultati ottenuti da percorsi di indagine dei bisogni e delle necessità del personale e in attuazione delle politiche di maggiore interesse per la collettività nazionale e internazionale.
In particolare, per quanto riguarda il primo punto, l'applicazione del modello *Common Assessment Framework* (CAF), durante il 2019, ha permesso l'individuazione di quattro aree di miglioramento, dalle quali sono state individuate prima iniziative di miglioramento poi obiettivi operativi inseriti all'interno di questo Piano. Le aree di miglioramento individuate a seguito dell'applicazione del modello riguardavano la *condivisione e l'attuazione dei principali documenti strategici dell'Ente*, il *rafforzamento del ruolo e la valorizzazione dell'Organizzazione nel panorama nazionale e internazionale*, *l'efficientamento dei processi specifici e trasversali dell'area manageriale*, la *razionalizzazione e l'ottimizzazione delle risorse umane ed economiche*.
Per ognuna di queste aree di miglioramento sono state individuate iniziative di sviluppo strategico per l'Organizzazione che trovano definizione e programmazione nel Piano della Performance e nella declinazione degli obiettivi di Unità Organizzativa.

Con questa premessa, l'area strategica ***Miglioramento del livello di servizio*** rappresenta il collettore di quelle attività che l'Ente ritiene prioritarie per assicurare il corretto, e progressivamente più efficace ed efficiente, supporto al comparto scientifico.
La decisione di inserire un'area strategica dedicata allo sviluppo di politiche di ***Sostenibilità ambientale*** è al contempo una necessità e un'opportunità, che l'Ente vuole cogliere per partecipare concretamente alla comune sfida per la salvaguardia del pianeta nella speranza di creare un mondo più sicuro, sostenibile e inclusivo.
In questo scenario i 17 obiettivi dello sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, con programmazione decennale, sono stati l'infrastruttura che ha guidato, per questa area strategica, la definizione e programmazione degli obiettivi operativi dell'Ente e delle sue Unità.
Se la precedente area focalizza l'attenzione su tematiche attuali di largo interesse internazionale, l'area ***Sicurezza degli ambienti e dei processi*** vuole assicurare un, ancor maggiore, presidio delle attività legate alla sicurezza interna dei lavoratori, attivando sinergie positive e nuovi servizi per facilitare e consolidare buone pratiche di lavoro, volte al perfezionamento degli standard di sicurezza del Campus.
L'area strategica ***Attenzione alle persone e qualità ambienti di lavoro*** rivolge l'attenzione di INRiM al *core* della sua organizzazione: le persone. L'obiettivo è il miglioramento del processo di valorizzazione delle risorse umane, non solo agendo direttamente sul potenziamento e perfezionamento delle competenze professionali, ma anche rinnovando l'attenzione al benessere dei lavoratori all'interno degli ambienti di lavoro, incoraggiando la collaborazione, la creatività e l'inclusività, intervenendo per assicurare una adeguata conciliazione dei tempi vita-lavoro.
Il Dipartimento di Funzione Pubblica (DFP), al fine di promuovere il progressivo miglioramento della performance delle amministrazioni pubbliche, nell'ambito delle proprie attività di indirizzo e coordinamento, a conclusione del progetto *CoWorkingLab*, propone di implementare un sistema per misurare e confrontare la performance delle amministrazioni centrali su un campo di attività comuni relative alle funzioni di supporto e

alla gestione di processi trasversali. Il sistema prevede l'applicazione di indicatori definiti per specifiche aree d'interesse comune.
INRiM, a partire dal Ciclo della Performance 2020-2022, adotta alcuni degli indicatori comuni proposti e affinati dal DFP a seguito del progetto di applicazione sperimentale conclusosi a dicembre 2019. In particolare, per affinare la misurazione degli impatti sono stati introdotti gli indicatori relativi alla sezione Gestione risorse umane, in merito al grado di copertura delle attività formative dedicate al personale, alla sezione Gestione della comunicazione e della trasparenza, in particolare in merito alla consultazione del portale istituzionale e della intranet, alla sezione Gestione degli approvvigionamenti e degli immobili, in merito al consumo di energia elettrica e di gas metano.

A partire dall'esercizio 2022, con l'introduzione del PIAO, INRiM è stato chiamato a definire una strategia di creazione di valore pubblico, pertanto l'Ente si è chiesto, da un lato, quale sia la comunità degli *stakeholder* alla quale questa strategia è rivolta, e dall'altro, quale sia il valore pubblico che si intende creare. La scelta di identificare gli stakeholder dell'Amministrazione con la Comunità scientifica di riferimento, quindi il personale dell'area *Research and Knowledge transfer,* determina un apparente disallineamento tra la direzione di applicazione dell'azione amministrativa e la misurazione dell'impatto da essa generato. L'Amministrazione rivolge la sua azione verso i suoi *stakeholder* ma gli impatti finali di questa azione possono essere identificati sia all'interno di questa comunità, come effetto diretto, che all'esterno di questa comunità, come effetto indiretto. In particolare, in questo ultimo caso, l'Amministrazione si pone come soggetto abilitante per la sua comunità di *stakeholder* e assicura che ci siano le condizioni ideali perché i suoi *stakeholder* possano agire efficacemente sulla loro comunità di riferimento, la stessa a cui è rivolta la *mission* dell'Ente.

In questo senso, è apparso coerente identificare il processo di creazione di valore pubblico dell'Ente come un processo complesso e partecipato, in cui i primi attori sono i ricercatori e dove l'Amministrazione mantiene comunque un ruolo abilitante fondamentale.
Pertanto, nella misurazione degli impatti connessi ai processi di creazione di valore pubblico sono stati identificati indicatori di impatto connessi alle due comunità su cui si riversa l'azione amministrativa: la comunità scientifica interna e la comunità in senso ampio.
Le tabelle sottostanti, definite per ogni area strategica appena descritta, riportano la sua definizione, l'obiettivo generale ad essa correlato e gli indicatori di monitoraggio, con i relativi elementi costitutivi.
Nella sezione successiva "*Obiettivi generali: Indicatori di valore pubblico e risultati"* sono riportati, per ciascuna area strategica, gli obiettivi generali connessi. Ad ogni obiettivo generale sono poi associati specifici indicatori di impatto, in grado di fornire un primo monitoraggio dei processi che concorrono, per INRiM, alla creazione di valore pubblico, completi del valore assunto nel 2022. Si ricorda che il valore di questi indicatori di outcome non riverberano sulla valutazione del personale dell'Ente. Il grado di raggiungimento connesso ad ogni obiettivo generale di Ente dipende infatti dal valore assunto dall'indicatore: "*Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento*", come definito dalla Deliberazione del Consiglio di amministrazione n. xx/2023/8 del 26 ottobre 2023 e riportato nell'apposita sezione. Il target per questo indicatore nel 2023 è stato fissato al 80%. Si tratta di un valore superiore e maggiormente sfidante rispetto quelli stabiliti negli esercizi precedenti, definito nell'ottica del milgioramento continuo. Il valore assunto dall'indicatore in ciascun'area strategica andrà a comporre, con una quota rispettivamente del 55% per l'area 1, e del 15% per le restanti, il grado di raggiungimento complessivo degli obiettivi generali, elemento che ricade, con pesi diversi a seconda del ruolo organizzativo, su tutto il personale dell'Ente secondo lo schema definito dal SMVP.

Rimandando le considerazioni di dettaglio alla Relazione sulla Performance 2023, dalle tabelle seguenti si evidenzia una **performance generale dell'Istituto**, rispetto agli obiettivi posti per l'**Area Management & Service** (M&S) del **98,1%**. La percentuale va intesa - appunto - come grado di raggiungimento del target posto e non come grado di raggiungimento medio assoluto. In altri termini la percentuale di raggiungimento non indica un'amministrazione perfetta, ma un'organizzazione che è stata capace di raggiungere gli obiettivi che si era posta nell'esercizio. Nella programmazione, come ricordato sopra, si conferma il principio del *miglioramento continuo* che richiede il mantenimento di un percorso di ricerca di nuovi traguardi, capaci di significare superiori livelli di servizio, attraverso l'individuazione di obiettivi via via più sfidanti. **Scopo del ciclo della gestione della performance non è, infatti, un tentativo di ottenere una gestione perfetta, che raggiunge tutti gli obiettivi che si è posta, ma generare una tensione verso il miglioramento.**

Il 2023 conferma gli ottimi livelli di operatività raggiunti dall'Area M&S. Nel corso dell'anno si deve segnalare la realizzazione di un'importante azione di reclutamento nell'area M&S, che ci si aspetta possa dare

un sostanziale contributo al superamento della, ormai annosa, criticità rappresentata dalla *sostenibilità organizzativa* delle prestazioni. Si evidenzia che l'incremento di capacità si è strutturata su due linee: una, a tempo indeterminato, connessa alle necessità organizzative che apparivano chiaramente di lungo periodo; la seconda, basata sul ricorso al tempo determinato finanziato sui progetti, per il dimensionamento connesso all'elevato livello di operarività attuale. Se questa venisse confermata nei prossimi anni, ci sarà la possibilità per l'istituto di valutare la possibilità di stabilizzare questa maggiore capacità, tenuto naturalmente conto dei vincoli di sostenibilità economica complessiva, di grande rilievo perché solo la creazione di un'adeguata capacità amministrativa è, infatti, in grado di assicurare stabili condizioni di gestione e servizio, a supporto alla crescita delle attività tecnologiche e scientifiche, di ricerca e servizio.

ARTICOLAZIONE DEGLI OBIETTIVI GENERALI

Per ogni obiettivo generale sono stati individuati fino a 4 sottoinsiemi tematici con lo scopo di definire meglio i contenuti degli obiettivi operativi e raggrupparli coerentemente. La tabella sottostante riporta le specifiche dei sottoinsiemi.

Area strategica	**Miglioramento del livello di servizio.**
Obiettivo 1	Migliorare il servizio offerto agli utenti definendo e garantendone il livello, incrementando trasparenza e accessibilità dell'informazione, anche attraverso la digitalizzazione progressiva dei processi.
1.1	*Trasparenza e documentazione dei processi*
1.2	*Informatizzazione dei processi*
1.3	*Accessibilità dell'informazione*
1.4	*Miglioramento dell'efficacia dei processi*
Area strategica	**Sicurezza degli ambienti e dei processi.**
Obiettivo 2	Migliorare il livello di sicurezza degli ambienti, delle infrastrutture e dei processi di lavoro.
2.1	*Sicurezza dei processi*
2.2	*Sicurezza degli ambienti*
Area strategica	**Sostenibilità ambientale.**
Obiettivo 3	Realizzare uno sviluppo sostenibile del Campus INRiM, rispettando l'ambiente, riducendo gli sprechi e aumentando l'efficientamento energetico, introducendo modelli responsabili di produzione e di consumo e adottando green practice.
3.1	*Adozione green practice per il personale e per le strutture*
3.2	*Efficientamento energetico del campus*
Area strategica	**Attenzione alle persone e qualità dei luoghi di lavoro.**
Obiettivo 4	Valorizzazione delle risorse umane, miglioramento del benessere dei lavoratori e della qualità degli ambienti di lavoro, anche attraverso il potenziamento delle competenze e della capacità di conciliare i tempi vita-lavoro.
4.1	*Mappatura delle competenze*
4.2	*Percorsi formativi di crescita, affermazione professionale e lifelong learning*
4.3	*Miglioramento della qualità degli ambienti di lavoro*
4.4	*Conciliazione tempi vita-lavoro*
4.5	*Attuazione delle politiche di pari opportunità e dell'equilibrio di genere*
4.6	*Promozione del benessere*

OBIETTIVI GENERALI: INDICATORI DI VALORE PUBBLICO E RISULTATI

Area strategica	**Miglioramento del livello di servizio.**
Obiettivo 1 (OG1)	Migliorare il servizio offerto agli utenti definendo e garantendone il livello, incrementando trasparenza e accessibilità dell'informazione, anche attraverso la digitalizzazione progressiva dei processi.

Indicatore	Formula	Target 2023	Valore a consuntivo	Fonte
Public engagement: interesse della Collettività	(n. totale di accessi unici al portale istituzionale/365)***	Trend crescente (2022: 80)	459	Cineca - COM
Accessibilità dei servizi offerti agli utenti interni	(n. di accessi alla intranet/n. personale dipendente e non dipendente*)	Trend crescente (2022: 31)	23	SIR
Attrattività tecnico-scientifica: ritenzione di studenti e *First Stage Researcher (R1)*	(n. di utenti in tirocinio o tesi che fanno richiesta di accesso al Dottorato in metrologia o partecipano a concorsi/ n. Totale di utenti in tirocinio o tesi)	Trend crescente (2022: ND)	ND	Segreteria di Direzione Scientifica e RUM
Attrattività Istituzionale	(n. di candidati iscritti ai concorsi/posti banditi)	Trend crescente (2022: 7,1)	18,41	RUM
Qualità del reclutamento: tasso di assunzione personale under 35	(n. di personale under 35 assunto TI e TD/n. di personale assunto TI e TD)	Trend crescente (2022: 0,6)	0,6	RUM
Capacità di creare valore per il sistema produttivo del Paese	(ricavi commerciali annuali)	Trend crescente (2022: 4.35 M€)	4.19 M€	RSE

*Semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: PdF 2023-2025, nel 2022 - 352*)

***Il dato tiene conto dei soli accessi al Portale istituzionale e non al portale "Amministrazione Trasparente".

Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valori a consuntivo e grado di raggiungimento		
La realizzazione media degli obiettivi di UO è pari al 95 %. Pertanto, dato il target previsto per l'esercizio 2022, l'obiettivo è stato raggiunto al 100%.		

Area strategica	**Sicurezza degli ambienti e dei processi.**
Obiettivo 2 (OG2)	Migliorare il livello di sicurezza degli ambienti, delle infrastrutture e dei processi di lavoro.

Indicatore	Formula	Target 2023	Valore a consuntivo	Fonte
Indice di frequenza annuale degli infortuni riconosciuti INAIL, all'interno delle strutture dell'Ente.	(n. infortuni nell'anno / n. personale dipendente e non dipendente*)	< 1% (2022: 0,9%)	0,3%	RUM e SPP
Indice di frequenza annuale di segnalazione di *near miss*.	(n. di segnalazioni di *near miss* / n. personale dipendente e non dipendente*)	≤ 2% (2022: 0,6%)	0,9%	SPP
Affidabilità delle infrastrutture	(n. interventi manutentivi non programmati / n. interventi programmati)	Trend decrescente (2022: 43%)	39%	LMA

* semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: PdF 2023-2025, nel 2022 - 352*)

Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valori a consuntivo e grado di raggiungimento		
La realizzazione media degli obiettivi di UO è pari al 83 %. Pertanto, dato il target previsto per l'esercizio 2022, l'obiettivo è stato raggiunto al 100%.		

Area strategica	**Sostenibilità ambientale.**
Obiettivo 3 (OG3)	Realizzare uno sviluppo sostenibile del Campus INRiM, rispettando l'ambiente, riducendo gli sprechi e aumentando l'efficientamento energetico, introducendo modelli responsabili di produzione e di consumo e adottando *green practice*.

Indicatore	Formula	Target 2023	Valore a consuntivo	Fonte
Consumo di energia elettrica al kWh rispetto all'anno 2021. (6.271.704 kWh)	(kWh assorbiti per l'anno considerato / kWh assorbiti nel 2021 - 6.271.704, 00 kWh)	99% (2022: 105%)	104%	Rapporto interno SET
Consumo di gas metano in m^3 rispetto all'anno 2021. (791.297 m^3)	(m^3 di gas metano consumati per l'anno considerato / m^3 di gas metano consumati nel 2021 - 791.297 m^3)	99% (2022: 88%)	65%	Rapporto interno SET
Capacità di generazione di energia rinnovabile installata nelle Sedi INRiM.	(kWh generati da energia rinnovabile/KWh assorbiti totali)	2% (2022: 0.3%)	3%	Rapporto interno SET
Produzione pro capite di rifiuti misti da imballaggio.	(kg di rifiuti misti da imballaggio prodotti nell'anno/ n. personale dipendente e non dipendente*)	Trend decrescente (30,0 kg/pers)	37,0 kg/pers	Rapporto interno LMA

* semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: PdF 2023-2025, nel 2022 - 352*)

Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valori a consuntivo e grado di raggiungimento		
La realizzazione media degli obiettivi di UO è pari al 75 %. Pertanto, dato il target previsto per l'esercizio 2023, l'obiettivo è stato raggiunto al 93,8%.		

Area strategica	**Attenzione alle persone e qualità ambienti di lavoro.**
Obiettivo 4 (OG4)	Valorizzazione delle risorse umane, miglioramento del benessere dei lavoratori e della qualità degli ambienti di lavoro, anche attraverso il potenziamento delle competenze e della capacità di conciliare i tempi vita-lavoro.

Indicatore	Formula	Target 2023	Valore a consuntivo	Fonte
Grado di copertura delle attività formative per il personale *(esclusi i corsi obbligatori).*	(n. di dipendenti che hanno seguito almeno un'attività formativa nell'anno / n. totale dei dipendenti in servizio**)	60% (2022: 34%)	ND	DiAG
Contenimento dell' extra-orario di lavoro del personale.	(n. ore supplementari / n. totale dei dipendenti tecnico-amministrativi in servizio - *FTE* - considerati rispetto all'anno di riferimento 2022 - 106,1)****	≤ + 10%	-2.2% (103.8)	TEP
Benessere organizzativo	(n. casi di discriminazione/n. personale dipendente e non dipendente*)	0% (2022: 0%)	0%	DiAG
Pari opportunità	(n. progressioni di carriera personale di genere femminile/n. progressioni di carriera personale di genere maschile)/(n. personale genere femminile/n. personale genere maschile)	~ 1 (2022: 0.8)	0.8	RUM

* semisomma delle unità di personale TI e TD, Assegni di ricerca, borsisti, tirocinanti, interinali, associati al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: PdF 2023-2025, nel 2022 - 352*)

**semisomma delle unità di personale TI e TD al 1.01 e al 31.12. (*Fonte: PdF 2023-2025, nel 2022 - 262*)

**** il volume dell'extra-orario registrato nel 2022 è in aumento rispetto l'anno precedente del 27%. Si ritiene che l'incremento sia determinato in modo rilevante dalla riduzione del ricorso al lavoro agile, che ha caratterizzato in modo rilevante il periodo di emergenza pandemica. Si ritiene, pertanto, che il valore del 2022 sia maggiormente rappresentativo dell'assetto produttivo dell'Istituto. Conseguentemente il valore 2022 è stato preso a base di calcolo per la misura del trend.

Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valori a consuntivo e grado di raggiungimento		
La realizzazione media degli obiettivi di UO è pari al 75 %. Pertanto, dato il target previsto per l'esercizio 2023, l'obiettivo è stato raggiunto al 93,8%.		

QUADRO SINOTTICO

OG1 - Migliorare il servizio offerto agli utenti (interni ed esterni) definendo e garantendone il livello, incrementando trasparenza e accessibilità dell'informazione, anche attraverso la digitalizzazione progressiva dei processi.		
Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valore a consuntivo	93%	
Grado di raggiungimento	100%	
Peso	0,55	

OG2 - Migliorare il livello di sicurezza degli ambienti, delle infrastrutture e dei processi di lavoro.		
Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valore a consuntivo	83%	
Grado di raggiungimento	100%	
Peso	0,15	

OG3 - Realizzare uno sviluppo sostenibile del Campus INRiM, rispettando l'ambiente, riducendo gli sprechi e aumentando l'efficientamento energetico, introducendo modelli responsabili di produzione e di consumo e adottando green practice.		
Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valore a consuntivo	75%	
Grado di raggiungimento	93,8%	
Peso	0,15	

OG4 - Valorizzazione delle risorse umane, miglioramento del benessere dei lavoratori e della qualità degli ambienti di lavoro, anche attraverso il potenziamento delle competenze e della capacità di conciliare i tempi vita-lavoro.		
Indicatore	Formula	Target
Realizzazione media degli obiettivi di UO per l'area strategica di riferimento.	Media dei gradi di raggiungimento	2023: 80%
Valore a consuntivo	75%	
Grado di raggiungimento	93,8%	
Peso	0,15	

La performance connessa agli **obiettivi generali di Ente** per l'esercizio 2023 è, pertanto, pari al **98,1%** rispetto al valore target programmato.

Appendice 1: Struttura organizzativa dell'INRiM nel 2023

Presidente: Diederik Sybolt Wiersma

Delega funzioni Presidente ai sensi dell'art. 6, comma 4 dello Statuto INRiM: Vito Fernicola

Consiglio di Amministrazione:
Diederik Sybolt Wiersma; Vito Fernicola, Giovanni Betta

Consiglio Scientifico:

Fino al 2/5/2023: Diederik Sybolt Wiersma (Presidente), Claudia Cecchi, Miriam Vitiello, Enrico Dati, Candido Fabrizio Pirri, Martin J.T. Milton, Marco Genovese, Alessandro Germak

Dal 27/09/2023: Diederik Sybolt Wiersma (Presidente), Luca Boarino, Zaccaria Del Prete, Valeria Mazzoni, Martin J.T. Milton, Francesca Romana Pennecchi, Prof. Candido Fabrizio Pirri

Collegio dei revisori dei conti:
Roberto Forneris (Presidente); Raffaele Di Giglio (componente effettivo); Diego De Magistris (componente effettivo), Stefano De Santis (componente supplente)

Magistrato della Corte dei Conti, delegato al controllo sulla gestione:
Alessandra Olessina (delegato titolare) Marcella Tomasi (delegato sostituto)

Organismo Indipendente di Valutazione:

Vincenzo Di Felice

Comitato di indirizzo per la qualità:

Diederik Sybolt Wiersma, Moreno Tivan, Pietro Asinari, Luigi Iacomini, Davide Calonico, Michela Sega, Paola Tiberto

Direttore Scientifico:

Pietro Asinari

Divisioni
Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita (Paola Tiberto)
Metrologia applicata e ingegneria (Michela Sega)
Metrologia quantistica e nanotecnologie (Davide Calonico)

Divisione Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita (Paola Tiberto)
Settori Scientifici Omogenei (SSO):
ML1: Scienza e tecnologia alla nanoscala (Natascia De Leo)
ML2: Campi e sistemi elettromagnetici (Mauro Zucca)
ML3: Acustica e ultrasuoni (Giovanni Durando)
ML4: Scienze e tecnologie biomediche (Alessandra Manzin)
ML5: Magnetismo, materiali e spintronica (Gianfranco Durin)

Divisione Metrologia applicata e ingegneria (Michela Sega)
Settori Scientifici Omogenei (SSO):
AE1: Metrologia della massa e delle grandezze apparentate (Alessandro Germak)
AE2: Metrologia della lunghezza (Marco Pisani)
AE3: Misure elettriche ed elettroniche (Pier Paolo Capra)
AE4: Termodinamica fisica (Roberto Maria Gavioso)
AE5: Termodinamica applicata (Andrea Merlone)

Divisione Metrologia quantistica e nanotecnologie (Davide Calonico)
Settori Scientifici Omogenei (SSO):
QN1: Chimica fisica e nanotecnologie (Andrea Mario Rossi)
QN2: Elettronica quantistica (Luca Callegaro)
QN3: Infrastrutture interdivisionali di ricerca (Davide Calonico – pro tempore)
QN4: Ottica quantistica e fotometria (Marco Genovese)
QN5: Tempo e frequenza (Filippo Levi)

Consiglio di Direzione:

Pietro Asinari, Davide Calonico, Michela Sega, Paola Tiberto, Marco Coisson, Ivo Pietro Degiovanni, Claudio Origlia, Marco Pisani

Direzione generale (Moreno Tivan)		
Direzione Affari Giuridici (Anna Galletti) Knowledge Transfer (*ad interim* Anna Galletti fino al 31.03.2023; Aldo Di Gioia dal 01.04.2023) Segreteria Generale (Emanuela Del Ross)	**Direzione Tecnica** (*ad interim* Moreno Tivan) Logistica e Manutenzioni (Giovanni Di Palermo) Servizi Tecnici (Claudio Rolfo) Sistemi Informatici e Reti (Sandra Denasi)	Acquisti Tecnici e Lavori (Patrizia Mazzocco) Approvvigionamenti (Daniela Cutugno) Comunicazione (Barbara Fracassi) Gare e contratti (Suele Zoppetti) Risorse Economiche (Ilaria Balbo) Risorse Umane (Chiara Spada) Servizio di Prevenzione e Protezione (Renato Actis Foglizzo fino al 14.11.2023; Marta Ferrero dal 15.11.2023) Servizi Metrologici (Luigi Iacomini) Supporto alla Ricerca (Aldo Di Gioia fino al 31.03.2023; Giulia Aprile dal 01.04.2023) Trattamento Economico del Personale (Cristina Chiaberto)

Appendice 2: i progetti EURAMET

Si riportano di seguito gli elenchi dei progetti Euramet dell'INRiM attivi nel 2023 e delle relative calls di appartenenza.

Tabella 32 – Progetti EMPIR (4ª call) avviati nel 2018

Call	Acronimo	Titolo	Finanziamento totale UE (k€)
Industry	17ND03 (LAvA)	Large Volume Metrology Applications	175

Tabella 33 – Progetti EMPIR (5ª call) avviati nel 2019

Call	Acronimo	Titolo	Finanziamento totale UE (k€)
Networks	18NET02 (TraceLabMed)	Support for a European Metrology Network on traceability in laboratory medicine	40
	18NET03 (SEG-Net)	Support for a European Metrology Network on smart electricity grids	40
	18NET05 (MathMet)	Support for a European Metrology Network for mathematics and statistics	20
Research Potential	18RPT01 (ProbeTrace)	Traceability for contact probe and stylus instrument measurements	15
SI Broader Scope	18SIB01 (GeoMetre)	Large-scale dimensional measurements for geodesy	201
	18SIB02 (Real-K)	Realising the redefined kelvin	230
	18SIB04 (QuantumPascal)	Towards quantum-based realisations of the pascal	270

Tabella 34 – Progetti EMPIR (6ª call) avviati nel 2020

Call	Acronimo	Titolo	Finanziamento totale UE (k€)
Energy	19ENG05 (NanoWires)	High throughput metrology for nanowire energy harvesting devices	140
	19ENG06 (HEFMAG)	Metrology of magnetic losses in electrical steel sheets for high-efficiency energy conversion	350
	19ENG07 (Met4Wind)	Metrology for enhanced reliability and efficiency of wind energy systems	120
Environment	19ENV05 (STELLAR)	Stable isotope metrology to enable climate action and regulation	100
	19ENV08 (AEROMET II)	Advanced aerosol metrology for atmospheric science and air quality	100
Networks	19NET01 (AdvManuNet)	Support for a European Metrology Network on advanced manufacturing	51
	19NET02 (EMN-Quantum)	Support for a European Metrology Network on quantum technologies	202
Normative	19NRM04 (ISO-G-SCoPE)	Standardisation of structural and chemical properties of graphene	90
	19NRM05 (IT4Q)	Measurement methods and test procedures for assessing accuracy of instrument transformers for power quality measurements	189
	19NRM06 (MeTISQ)	Metrology for testing the implementation security of quantum key distribution hardware	185
	19NRM07 (HV-COM²)	Support for standardisation of high voltage testing with composite and combined wave shapes	71

Research Potential	19RPT01 (QuantumPower)	Quantum traceability for AC power standards	51
	19RPT02 (RealMass)	Improvement of the realisation of the mass scale	50
Support for Impact	19SIP03 (CRS)	Climate Reference Station	50
	19SIP06 (COAT)	Increasing the comparability of extreme air temperature measurements for meteorology and climate studies	25

Tabella 35 – Progetti EMPIR (7ª call) avviati nel 2021

Call	Acronimo	Titolo	Finanziamento totale UE (k€)
Fundamental	20FUN01 (TSCAC)	Two-species composite atomic clocks	150
	20FUN02 (POLight)	Pushing boundaries of nano-dimensional metrology by light	155
	20FUN03 (COMET)	Two dimensional lattices of covalent- and metal-organic frameworks for the Quantum Hall resistance standard	180
	20FUN05 (SEQUME)	Single- and entangled photon sources for quantum metrology	Unfunded
	20FUN06 (MEMQuD)	Memristive devices as quantum standard for nanometrology	425
	20FUN07 (SuperQuant)	Microwave metrology for superconducting quantum circuits	205
	20FUN08 (NEXTLASERS)	Next generation ultrastable lasers: reducing thermal noise limit and overcoming technical limitations with new materials and technologies	160
Industry	20IND01 (MetroCycleEU)	Metrology for the recycling of Technology Critical Elements to support Europe's circular economy agenda	144
	20IND05 (QADeT)	Quantum sensors for metrology based on single-atom-like device technology	410
	20IND06 (PROMETH2O)	Metrology for trace water in ultra-pure process gases	345
	20IND07 (TracOptic)	Traceable industrial 3D roughness and dimensional measurement using optical 3D microscopy and optical distance sensors	140
	20IND10 (Decarb)	Metrology for decarbonising the gas grid	185
	20IND13 (SAFEST)	Sustainable advanced flow meter calibration for the transport sector	230
Normative	20NRM03 (DC grids)	Standardisation of measurements for DC electricity grids	100
	20NRM05 (iMET-MRI)	Improved metrology for quantitative MRI	100
Networks	20NET01 (Clean Energy)	Support for a European Metrology Network for Clean Energy	62
	20NET02 (Food-MetNet)	Support for a European Metrology Network on Food Safety	201

Tabella 36 – Progetti EPM (1ª call) /EMPIR avviati nel 2022

Call	Acronimo	Titolo	Finanziamento totale UE (k€)
Capacity Building (EMPIR)	21SCP02 (TRaMM)	Traceability Routes for Magnetic Measurements	76
Green Deal	21GRD01 (OpMetBat)	Operando metrology for energy storage materials	200
	21GRD03 (PaRaMetriC)	Metrological framework for passive radiative cooling technologies	359
	21GRD05 (MET4H2)	Metrology for the hydrogen supply chain	150
	21GRD06 (MetCCUS)	Metrology Support for Carbon Capture Utilisation and Storage	281
	21GRD07 (PlasticTrace)	Metrological traceability of measurement data from nano- to small-microplastics for a greener environment and food safety	400
	21GRD08 (SoMMet)	Metrology for multi-scale monitoring of soil moisture	110
Normative	21NRM05 (STASIS)	Standardisation for safe implant scanning in MRI	100

Tabella 37 – Progetti EPM (2ª call) avviati nel 2023

Call	Acronimo	Titolo	Finanziamento totale UE (k€)
Health	22HLT02 (A4IM)	Affordable low-field MRI reference system	285
	22HLT04 (MetrINO)	Metrology for innovative nanotherapeutics	270
	22HLT05 (MAIBAI)	Developing a metrological framework for assessment of image-based Artificial Intelligence systems for disease detection	372
	22HLT06 (GenomeMET)	Metrology for genomic profiling to support early cancer detection and precision medicine	480
Integrated european metrology	22IEM01 (TOCK)	Transportable optical clocks for key comparisons	299
	22IEM02 (DireK-T)	Dissemination of the redefined kelvin	400
	22IEM04 (MQB-Pascal)	Metrology for quantum-based traceability of the pascal	250
	22IEM06 (S-CALe Up)	Self-calibrating photodiodes for UV and exploitation of induced junction technology	200
Normative	22NRM04 (e-TRENY)	Metrology support for enhanced energy efficiency in DC transportation systems	169
	22NRM06 (ADMIT)	Characterisation of AC and DC MV instrument transformers in extended frequency range up to 150 kHz	80
Research potential	22RPT01 (TracInd BVK-H)	Traceability for indentation measurements in Brinell-Vickers-Knoop hardness	129
	22RPT02 (True8Digit)	Towards a true 8-digit digitiser	85

Appendice 3: Convenzioni con altri Istituti e Università

Contraenti	Oggetto della convenzione
BIPM - Bureau international des poids et mesures, NMIA (Australia), NMIJ/AIST - National Metrology Institute of Japan (Giappone), PTB - Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Germania)	Memorandum of understanding per rafforzare la cooperazione nell'uso di Avo28 e delle parti che ne derivano: le due sfere da 1 kg, i due interferometri a raggi X, campioni realizzati per ulteriori studi e residui per realizzare il chilogrammo con i raggi X metodo della densità dei cristalli dopo la ridefinizione
Centre for Research and Technology-Hellas (CERTH)/Chemical Process and Energy Resources Institute (CPERI), Grecia	Cooperazione scientifica e tecnologica nel campo delle proprietà delle ferriti sinterizzate
MOU GEOSTM	Collaborazione tra INRiM e GEOSTM in qualità di membri EURAMET per lo sviluppo di un'infrastruttura di misurazione integrata a livello internazionale per l'Europa
National Institute of Information and Communications Technology (NICT) e National Institute for Astrophysics, Institute of Radio Astronomy (INAF/IRA)	Amendment to Collaborative Research Agreement
National Institute of Metrology (China)	Memorandum of Understanding di collaborazione scientifica e tecnologica in ambito metrologico
NjTECH Nanjing Tech University of the people's Republic of China	Strategic Cooperation Frame
Technische Universitàt Wien (TU Wien) – Austria e Institute Laue-Langevin (ILL) - Francia	Memorandum of understanding per la cooperazione nelle attività di ricerca, al fine di sfruttare le reciproche potenzialità scientifiche, tecnologiche e organizzative, e accelerare e rendere più efficienti le attività di comune interesse. Ambito: metrologia (in particolare dei raggi X e dell'interferometria ottica), fisica dei neutroni e interferometria dei neutroni. Le Parti intendono presentare proposte congiunte per progetti di collaborazione in risposta a bandi nell'ambito dei programmi nazionali, Horizon Europe, ERC ed EURAMET
The National Institute of Standards and Technology of the Department of Commerce of the United States of America (NIST)	Memorandum of understanding, con il Material Measurement Laboratory (a capo del programma Materials Genome Iniziative - MGP), finalizzato alla collaborazione scientifica e tecnologica nell'ambito di digitalization, artificial intelligence e materiali
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) – National Physical Laboratory of India	Memorandum of understanding per la collaborazione nel campo della metrologia attraverso un rapporto di cooperazione a lungo termine nei seguenti ambiti: – formazione del personale; – ricerca e sviluppo congiunti; – costruzione di piattaforme.
Accademia Europea di Bolzano (EURAC Research)	Convenzione per collaborazione e cooperazione nei campi della ricerca scientifica e della formazione professionale nei settori concernenti lo studio multidisciplinare di beni culturali di origine sia antropica che naturale
ACCREDIA - Organismo Italiano di Accreditamento	Convenzione al fine di assicurare, come interesse comune, la riferibilità delle misure
AIFM Associazione Italiana di Fisica Medica	Protocollo di intesa per collaborazione su materie di comune interesse
Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste – Area Science Park	Collaborazione sul tema di comune interesse della valutazione della qualità delle misurazioni nel contesto industriale
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	Collaborazione negli ambiti di comune interesse, avente come obiettivo la realizzazione congiunta e coordinata di iniziative, attività e programmi, che si attueranno concretamente tramite specifici Accordi attuativi (nuova sede INRiM presso il Centro di Geodesia Spaziale dell'ASI a Matera)

Associazione CentroScienza Onlus (Torino)	Collaborazione ai fini della progettazione e realizzazione di interventi formativi e divulgativi dedicati agli studenti delle scuole di ogni ordine e grado e ai docenti, come pure rivolti ad altri tipi di pubblico, nelle aree tematiche di comune interesse
Associazione per la Certificazione delle Apparecchiature Elettriche (ACAE) - Bergamo	Convenzione tra l'INRiM e l'ACAE di collaborazione per l'esecuzione di prove su apparecchiature elettriche di bassa tensione industriali, finalizzate alla certificazione, per conto dell'ACAE, secondo lo schema CB
Centro Interuniversitario per la promozione dei principi delle 3R nella didattica e nella ricerca 3R (Pisa)	Collaborazione nelle attività di interesse comune nell'ambito delle 3R attraverso: - scambi scientifici e la condivisione di buone pratiche;- partecipazione/organizzazione di eventi congiunti (workshop e congressi);- predisposizione di materiale scientifico per la divulgazione (articoli scientifici, relazioni ecc);- partecipazione a progetti di ricerca e didattica.
Centro Laboratorio Energia Nucleare Applicata dell'Università di Pavia – LENA	Rete sinergica nel settore della metrologia in chimica analitica, con particolare riferimento allo sviluppo e all'applicazione di metodi basati sull'analisi per attivazione neutronica
CNR INO	Partenariato finalizzato allo sviluppo del progetto di ricerca "Non linear Interferometry at Heisemberg limit – NIHL nel quadro dell'accordo attuativo n. 2020-29-HH.O dell'accordo quadro ASI CNR n. 2018-6-Q-O
CNR INO	Partenariato tra INRiM e CNR-INO finalizzato allo sviluppo del progetto di ricerca Forum Baloon- Sviluppo di un prototipo di pallone stratosferico nel quadro dell'accordo attuativo n. 2021-33-HH.O relativo all'accordo quadro n. 2015-1-Q.0 tra ASI e CNR
CNR-IFN - Milano, CNR-INO - Firenze, Consortium GARR - Roma, Fondazione Bruno Kessler – Trento, Gran Sasso Science Institute - L'Aquila, INFN – Frascati (RM), Politecnico di Milano, Thales Alenia Space Italia S.p.A. – Roma, Università degli Studi di Padova e Università degli Studi di Roma "La Sapienza"	Protocollo d'intesa di collaborazione nell'ambito delle Quantum Technologies, relativamente ad attività di ricerca, sviluppo tecnologico e innovazione e relativamente ad attività di didattica e formazione
Comune di Matera	Convenzione per la definizione di accordi attuativi su tematiche di comune interesse nell'ambito delle telecomunicazioni sicure mediante QKD, del monitoraggio dell'ambiente agricolo e del clima, della digitalizzazione del contesto urbano (collaborazione con la Casa delle Tecnologie Emergenti di Matera")
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR (Roma)	Cooperazione per l'individuazione e lo sviluppo di un portafoglio di programmi di ricerca, formazione e altre iniziative comuni nell'ambito delle scienze fisiche, degli obiettivi strategici Energia, Ambiente, Agroalimentare e Salute, della ricerca per l'industria e delle tecnologie abilitanti
Consortium GARR - Roma	Protocollo d'intesa di collaborazione scientifica con il Consortium GARR di Roma al fine di definire e perfezionare rapporti di collaborazione scientifica negli ambiti dello sviluppo e dell'innovazione tecnologica, con particolare riguardo alla distribuzione di segnali di riferimento di tempo e frequenza su scala geografica attraverso infrastrutture di rete in fibra ottica
Consorzio Top-IX - Torino	Convenzione tra l'INRiM e il Consorzio TOP-IX di Torino per la realizzazione di infrastrutture di telecomunicazione a banda ultralarga
Dipartimento di Scienze Chirurgiche dell'Università di Torino (DISC)	Accordo specifico di collaborazione nel settore della caratterizzazione dei materiali, in particolare di materiali protesici e delle caratteristiche inerenti la valutazione dell'Appearance

Dipartimento di Scienze Cliniche e Biologiche (DSCB) dell'Università degli Studi di Torino	Accordo specifico di collaborazione scientifica avente a oggetto la ricerca scientifica nel settore di attività concernente l'European Metrology Network on Traceability in Laboratory Medicine (TraceLabMed) di EURAMET
DITEN - Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni dell'Università di Genova	Protocollo di intesa per contribuire alla formazione culturale di dottorandi, di laureandi e di diplomandi per ampliare le loro opportunità di inserimento nel mondo del lavoro; sviluppare le attività di innovazione e di ricerca da parte del personale tecnico e scientifico dell'INRiM e dei ricercatori di DITEN
Ente di gestione delle aree protette dei Parchi Reali (EGAP) - Venaria Reale (TO) e Società Meteorologica Italiana (SMI) – Moncalieri (TO)	Convenzione per la collaborazione scientifica e la realizzazione sperimentale di una stazione meteorologica di riferimento per la climatologia a Torino
Fondazione IRCCS Istituto Neurologico Carlo Besta (FINCB) di Milano	Convenzione per lo sviluppo di linee di ricerca pre-clinica, clinica e tecnica nell'ambito della terapia con ultrasuoni
Fondazione Poliambulanza – Istituto Ospedaliero - Centro di Ricerca Eugenia Menni (CREM)	Collaborazione su materie di comune interesse: fornitura del materiale da parte di CREm e suo utilizzo da parte di INRiM, al fine di sviluppare un modello che imiti i tessuti placentari precoci per poter testare in modo sicuro sostanze chimiche e farmaceutiche nel loro potenziale di attaversare le barriere del tessuto placentare
I3P Scpa – Incubatore Imprese Innovative del Politecnico di Torino (Incubatore I3P)	Protocollo d'intesa finalizzato a esplicitare il supporto dell'INRiM alle attività dell'ESA Business Incubation Centre
ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale	Protocollo di intesa per collaborazione su materie di comune interesse
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN (Torino)	Collaborazione nel campo delle lavorazioni meccaniche di precisione
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - Frascati (RM)	Convenzione quadro finalizzata alla collaborazione nell'attività di ricerca scientifica e della formazione professionale su tematiche di comune interesse
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Frascati (RM)	Accordo di programma con i laboratori nazionali di Frascati dell'INFN, finalizzato allo sviluppo del progetto di ricerca "DART WARS – Detector Array Readout with Travelling Wave AmplifieRS"
Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non Lineari (LENS) - Sesto Fiorentino	Convenzione quadro finalizzata alla collaborazione nell'attività di ricerca scientifica e della formazione professionale su tematiche di comune interesse
Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non Lineari (LENS) – Sesto Fiorentino	Nota attuativa della convenzione quadro di collaborazione scientifica per svolgimento progetto di ricerca FISR LEONARDO
Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE) – Direzione generale per la politica industriale, l'Innovazione e le Piccole e Medie Imprese (Roma)	Collaborazione nel campo spaziale finalizzata al raggiungimento degli obiettivi dell'Asse I *Space Economy* del Piano operativo imprese e competitività FSC 2014-2020, mediante la realizzazione congiunta di iniziative, attività e programmi, che si realizzeranno tramite specifici accordi attuativi (Programma Mirror Copernicus)
Politecnico di Milano – Polo Regionale di Como	Rinnovo della convenzione di collaborazione scientifica
Politecnico di Torino	Convenzione per l'attivazione e il funzionamento del Corso di Dottorato di Ricerca in Metrologia per un triennio a partire dall'anno accademico 2020/2021
Politecnico di Torino	Convenzione per l'erogazione di contributo in denaro destinato al finanziamento dell'attivita' di ricerca attraverso l'attivazione di borse di studio per i corsi di dottorato del politecnico di torino (39°-40°-41° ciclo)
Politecnico di Torino	Convenzione tra INRiM e Politecnico di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in Ingegneria elettrica, elettronica e delle comunicazioni (39° ciclo)

Politecnico di Torino	Convenzione tra INRiM e Politecnico di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in Energetica (39° ciclo)
Politecnico di Torino	Riattivazione, per il XXXIX ciclo, della convenzione sottoscritta in data 13 settembre 2022 con il Politecnico di Torino per il finanziamento di una borsa di studio per il XXXVIII ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria elettrica, elettronica e delle comunicazioni
Politecnico di Torino	Convenzione di tirocinio formativo e di orientamento (post laurea), al fine di favorire l'arricchimento del bagaglio di conoscenze del tirocinante/i e l'acquisizione di competenze professionali
Politecnico di Torino	Convenzione per l'adesione alla proposta del Dottorato Nazionale in Materiali, Processi sostenibili e Sistemi per la Transizione Energetica, che mira a formare figure di ricercatori e tecnici che svolgeranno un ruolo strategico nel raggiungimento degli obiettivi del PNRR
Politecnico di Torino e Università degli Studi di Torino	Convenzione avente a oggetto la collaborazione in attività di ricerca e trasferimento tecnologico e per la realizzazione e la gestione di laboratori condivisi, tra cui l'infrastruttura Piquet
Società Italiana di Fisica (SIF) - Bologna	Convenzione quadro di collaborazione scientifica finalizzata alla conoscenza, all'aggiornamento e allo stimolo dei processi innovativi nello svolgimento di attività tecnico-scientifiche e di sviluppo congiunte
Università degli Studi di Brescia (UniBS)	Convenzione per la realizzazione di infrastrutture di telecomunicazione a banda ultralarga
Università degli Studi di Firenze	Convenzione quadro di collaborazione scientifica nei campi della ricerca scientifica, delle applicazioni tecnologiche, della formazione di laureandi e dottorandi nelle aree di comune attività dell'INRiM e dell'Università
Università degli Studi di Firenze e Laboratorio Europeo di Spettroscopia non-lineare (LENS)	Accordo di collaborazione per attività di ricerca scientifica congiunta presso gli spazi dell'Università: apertura di una nuova sede dell'Istituto
Università degli Studi di Milano	Collaborazione nei campi della ricerca scientifica, delle applicazioni tecnologiche ed industriali, della formazione di laureandi e dottorandi nelle aree di comune attività dei due enti
Università degli Studi di Torino	Convenzione quadro di collaborazione scientifica finalizzata a regolamentare i rapporti di collaborazione tra i due Enti nei campi della ricerca scientifica e della formazione di laureandi e dottorandi nelle aree di attività dell'INRiM aventi corrispondenza nei Dipartimenti dell'Università
Università degli Studi di Torino (Dipartimento di Scienze della Terra e Centro Interuniversitario di Magnetismo Naturale - CIMAN)	Collaborazione nei campi della ricerca scientifica e della formazione professionale concernente lo studio del magnetismo naturale nel campo della geologia e dei beni culturali e ambientali
Università del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro" (UPO) - Vercelli	Convenzione di collaborazione scientifica nei settori di attività delle nanoscienze, della chimica dei polimeri e della metrologia
Università di Pavia	Convenzione per lo svolgimento di ricerche nel campo della Chimica applicata alla metrologia
Università di Torino	Convenzione tra l'INRiM e l'Università di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in "Scienze chimiche e dei materiali" (39° Ciclo)
Università di Torino	Convenzione tra INRiM e Università di Torino - erogazione di un finanziamento destinato all'attivazione di una borsa di studio per il dottorato di ricerca in Matematica (39° Ciclo)

Appendice 4: Laboratori principali

Divisione Metrologia dei materiali innovativi e scienze della vita
Laboratorio per la realizzazione di dispositivi superconduttori a film sottile
Laboratorio per la caratterizzazione di materiali e dispositivi superconduttivi
Laboratorio di caratterizzazione superconduttiva in cryocooler
Laboratorio di caratterizzazione ottica ed elettrica di nanodispositivi e materiali avanzati nanostrutturati
Laboratorio Semiconduttori e di deposizione di materiali 2D e magnetici a film sottile
Laboratorio di microscopia a doppio fascio elettronico e ionico e per la microanalisi (Nanofacility Piemonte)
Laboratorio di camera pulita ISO5 per processi di litografia ottica e laser
Laboratorio di realizzazione di dispositivi TES
Laboratorio di calcolo Modelli Elettromagnetici
Laboratorio dispositivi elettromagnetici
Laboratorio campi magnetici di riferimento a bassa e media frequenza
Laboratorio campi elettrici di riferimento
Laboratorio campi elettromagnetici di riferimento in cella TEM, GTEM e µTEM
Camera anecoica per taratura di antenne
Camera schermata per taratura dispositivi EMC
Laboratori di sperimentazione, taratura e misura di forti correnti alternate e alte tensioni, continue, alternate e distorte
Laboratorio caratterizzazione e taratura strumentazione di alta tensione
Laboratorio Ultrasuoni (caratterizzazione di campi ultrasonori in ambito biomedicale)
Camera anecoica
Camera riverberante
Laboratorio di Acustica (taratura di microfoni, fonometri, filtri, calibratori)
Laboratorio caratterizzazione acustica materiali (attività sospesa)
Laboratorio dosimetria elettromagnetica
Laboratorio di preparazione e caratterizzazione per materiali simulatori tissutali e drug delivery
Laboratorio di metrologia per le bioscienze
Laboratorio di microscopia avanzata
Laboratorio di analisi per attivazione neutronica, presso l'Università di Pavia
Preparazione di materiali magnetici per rapida solidificazione, di film sottili e di multistrati magnetici.
Preparazione di film sottili e di multistrati magnetici.
Caratterizzazione e studio delle proprietà fisiche di materiali magnetici dolci, duri, amorfi e nanostrutturati.
Laboratorio di misure magnetiche per certificazione
Laboratori di magnetometria ultrasensibile per misure proprietà magnetiche materiali.
Laboratori per lo studio delle proprietà di trasporto in nastri e film sottili magnetici.
Laboratorio di diffrattometria a raggi X
Laboratorio di metallurgia per la produzione di leghe metalliche amorfe e nanostrutturate, tramite rapida solidificazione e metallurgia delle polveri
Laboratorio trattamenti termici
Laboratorio di calorimetria a scansione differenziale per l'analisi delle trasformazioni di fase nei materiali
Misure a microonde rumore e nano correnti
Laboratorio di Machine Learning

Divisione Metrologia applicata e ingegneria
Laboratorio massa
Laboratorio densità
Laboratorio portata di liquidi
Laboratorio di simulazione termo fluidodinamica (Mockup)
Laboratorio alta pressione gas
Laboratorio alta pressione liquido
Laboratorio medio vuoto
Laboratorio alto vuoto

Laboratorio portata e volume di gas
Laboratori forza
Laboratorio durezza
Laboratorio gravità
Laboratorio vibrazione
Laboratorio per l'interferometria X e ottica
Laboratorio per la stabilizzazione di laser e campioni ottici di frequenza
Laboratorio per la nano-metrologia e la metrologia delle superfici
Laboratori per la metrologia dei campioni a facce e lineari corti e dei campioni diametrali
Laboratorio per la metrologia dei campioni a facce lunghi
Laboratorio per la metrologia a coordinate
Laboratorio per la metrologia degli angoli e della rotondità
Laboratorio per l'interferometria a lunghe distanze (interferometro 28 m)
Laboratorio prototipazione con stampanti 3D
Struttura ad alto vuoto grande volume a sospensione pneumatica
Tavolo ottico in camera bianca classe ISO 6
Laboratori di elettronica
Laboratorio campione nazionale di tensione e attività di ricerca collegate
Laboratorio campione nazionale di resistenza e attività di ricerca collegate
Laboratorio per la metrologia delle alte resistenze
Laboratorio sviluppo e prototipazione strumenti per la metrologia
Laboratorio per la metrologia dei rapporti di tensione
Laboratorio per la taratura degli strumenti elettrici programmabili e multifunzione
Laboratorio per la taratura dei misuratori di grandezze alternate
Laboratorio alte tensioni e forti correnti (LATFC)
Laboratorio Termometria Primaria a temperature intermedie per realizzazione ITS-90 con SPRT a stelo
Laboratorio Termometria Primaria criogenica
Laboratorio Termometria Primaria Acustica e a Indice di Rifrazione
Laboratorio Campioni Primari per termometria a radiazione per realizzazione ITS-90 ad alta temperatura
Laboratorio Tecniche per Termometria IR e caratterizzazioni spettrali di termometri a radiazione
Laboratorio Taratura termometri a radiazione e misuratori flusso termico radiativo
Laboratorio Termometria Industriale per contatto.
Laboratorio Termometria Superficiale e a fluorescenza.
Laboratorio Campioni Primari di Umidità nei gas.
Laboratorio Campioni secondari di umidità e temperatura dell'aria
Laboratorio di misura di umidità nei materiali
Laboratorio di misura di Proprietà Termofisiche
Laboratorio di misura della Densità di fluidi in fase liquida
Laboratorio metrologia Termodinamica Applicata – Climatologia, Meteorologia, Criosfera
Laboratorio tunnel a vento a controllo di temperatura, umidità e pressione – "EDDIE"
Camere portatili per tarature di termometri e barometri on site
Stazione di riferimento climatologica – Parco Stupinigi
Sito di ricerca strumentazione Meteo-Clima-Suolo (Area Ricerca CNR Torino)
Camere portatili per la valutazione dell'Appearance
Laboratorio mobile per taratura sensori termici permafrost
Camere climatiche, bagni termostatati
Laboratorio Materiali di Riferimento Certificati Gassosi e analisi di gas e organica

Divisione Metrologia quantistica e nanotecnologie
Laboratorio di analisi di superfici e spettroscopia vibrazionali
Laboratorio di metrologia alimentare
Laboratori presso il LENA (Laboratorio di Energia Nucleare Applicata) presso l'Università di Pavia
Laboratorio Batteri classe II
Laboratori Analisi Chimiche
Laboratori schermati per la metrologia elettrica in bassa frequenza
Laboratorio schermato misure in radiofrequenza

Laboratorio campione quantistico di resistenza
Laboratorio potenza ed energia elettrica
Laboratorio sviluppo AC/DC
Laboratorio schermato sistemi quantistici elettronici
Laboratori per i campioni fotometrici
Radiometria nell'ultravioletto.
Laboratorio di radiometria laser e spettroradiometria
Laboratorio materiali ottici
Laboratori di radiometria criogenica fino a 40 mK
Laboratorio stati entangled in polarizzazione
Laboratorio phase quantum imaging
Laboratorio plenoptic quantum imaging
Laboratorio quantum weak measurements
Laboratorio IR colour center SPS
Laboratorio metrologia quantistica a 1550 nm
Laboratorio criogenico per SPS
Laboratorio 1550 SPs e taratura
Laboratorio ODMR
Laboratorio microscopio quantistico in luce strutturata
Laboratori della scala di tempo
Laboratorio campione primario di frequenza a fontana di Cs.
Laboratorio orologio ottico all'Itterbio
Laboratorio orologio ottico allo Stronzio
Laboratorio pettini ottici di frequenza
Laboratorio campioni compatti di frequenza a microonda
Laboratorio del link ottico di frequenza/IQB
Laboratorio GNSS Galileo
Laboratorio Radionavigazione
Laboratorio di Elettronica
Laboratorio Demetra Disseminazione Servizi di Tempo
Laboratorio molecole fredde presso il LENS
Laboratorio miscele ioni e atomi freddi presso il LENS

Appendice 5: Acronimi

ACAE	*Associazione per la Certificazione delle Apparecchiature Elettriche*
ACCREDIA	*Ente italiano di accreditamento*
ARPA	*Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente*
ANVUR	*Agenzia Nazionale per la Valutazione della Ricerca*
BIPM	*Bureau International des Poids et Mesures*
CCAUV	*Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration*
CCEM	*Consultative Committee for Electricity and Magnetism*
CCL	*Consultative Committee for Lengt*
CCM	*Consultative Committee for Mass and Related Quantities*
CCPR	*Consultative Committee for Photometry and Radiometry*
CCQM	*Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology*
CCT	*Consultative Committee for Thermometry*
CCTF	*Consultative Committee for Time and Frequency*
CdA	*Consiglio di Amministrazione*
CdD	*Consiglio di Direzione*
CEI	*Comitato Elettrotecnico Italiano*
CEN	*Comitato Europeo di Normazione*
CENELEC	*Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*
CGPM	*Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure*
CIPM	*Comitato Internazionale Pesi e Misure*
CIRP	*International Academy for Production Engineering*
CMC	*Calibration and Measurement Capabilities*
CMM	*Coordinate Measuring Machine*
CNES	*Centre National d'Études Spatiales*
CNR	*Consiglio Nazionale delle Ricerche*
CS	*Consiglio Scientifico*
CUG	*Comitato Unico di Garanzia*
CUNA	*Commissione Tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo*
DAP	*Distretto Aerospaziale Piemonte*
EA	*European co-operation for Accreditation*
EGNOS	*European Geostationary Navigation Overlay System*
EMN	*European Metrology Networks*
EMP	*European Metrology Partnership*
EMPIR	*European Metrology Programme for Innovation and Research*
EMRP	*European Metrology Research Programme*
ENEA	*Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente*
ENEA-INMRI	*Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'ENEA*
EPR	*Ente Pubblico di Ricerca*
ERC	*European Research Council*
ESA	*European Space Agency*
EURAMET	*European Association of National Metrology Institutes*
FOE	*Fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca*

GPS	*Global Positioning System*
GRC	*Galileo Reference Center*
KCDB	*Key Comparison Data Base*
ICT	*Information and Communication Technology*
IEC	*International Electrotechnical Commission*
IEN	*Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris*
IMEKO	*International Measurement Confederation*
IMGC	*Istituto di Metrologia "Gustavo Colonnetti" del CNR*
INFN	*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare*
IR	*Infrastruttura*
ISO	*International Organization for Standardization*
ITS-90	*International Temperature Scale 1990*
KC	*Key Comparison*
ILC	*Interlaboratory Comparison*
LATFC	*Laboratorio alte tensioni e forti correnti*
LENS	*European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy*
LNE	*Laboratorie National de Métrologie et d'Essais*
LOVAG	*Low Voltage Agreement Group*
MESAP	*Meccatronica e sistemi avanzati di produzione*
METRICA	*METRology Institutional CAtalog*
MISE	*Ministero dello Sviluppo Eonomico*
MRA	*Mutual Recognition Arrangement*
MUR	*Ministero dell'Università e della Ricerca*
NIST	*National Institute of Standards and Technology*
NMI	*National Metrology Institute*
NPL	*National Physical Laboratory*
OdR	*Organismo di Ricerca*
OS	*Open Science*
PAP	*Piano Triennale di Azioni Positive*
PCTO	*Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento*
PMI	*Piccola Media Impresa*
PNR	*Programma Nazionale per la Ricerca*
POA	*Policy Open Access*
PoliTO	*Politecnico di Torino*
PRIN	*Progetti di Ricerca di Interesse Nazionale*
PTA	*Piano Triennale di Attività*
PTB	*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*
PTP	*Proficiency Testing Provider*
QKD	*Quantum Key Distribution*
RilTeM	*Rilancio della Terza Missione*
RMO	*Organismo Metrologico Regionale*
RSPP	*Responsabile Servizio Prevenzione e Protezione*
SC	*Supplementary Comparison*
SCDS	*Settore interdivisionale Coordinamento e Divulgazione Scientifica*
SGQ	*Sistema di Gestione per la Qualità*

SI	*Sistema Internazionale*
SRA	*Strategic Research Agenda*
SSO	*Settore Scientifico Omogeneo*
TC-Q	*Comitato Tecnico per la Qualità*
TSP	*Galileo Time Service Provider*
TTO	*Technology Transfer Officer*
UE	*Unione Europea*
UNI	*Ente Nazionale Italiano di Unificazione / Ente Nazionale di Unificazione*
UniTO	*Università degli Studi di Torino*
UO	*Unità Organizzativa*
UTC	*Coordinated Universal Time*
UTT	*Ufficio di Trasferimento Tecnologico*
VQR	*Valutazione della Qualità della Ricerca*



190150148140