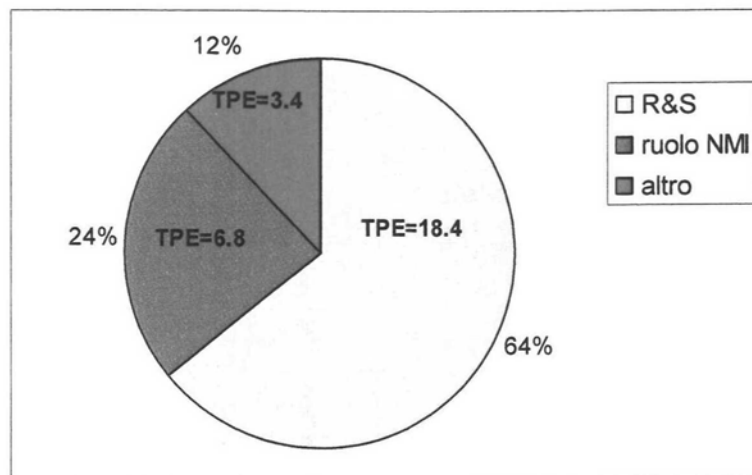
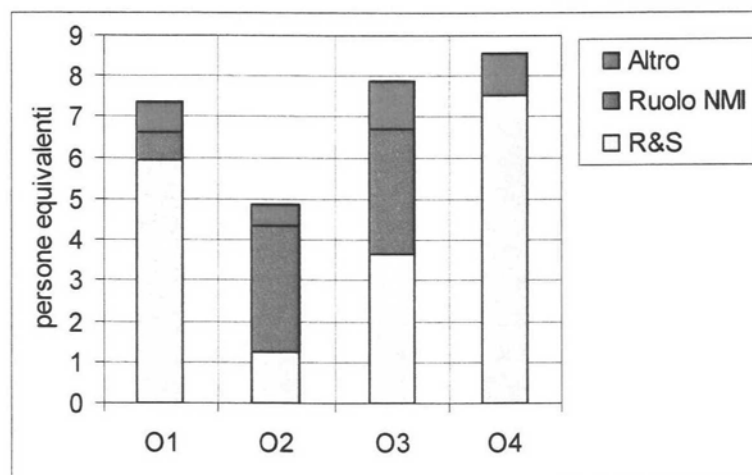


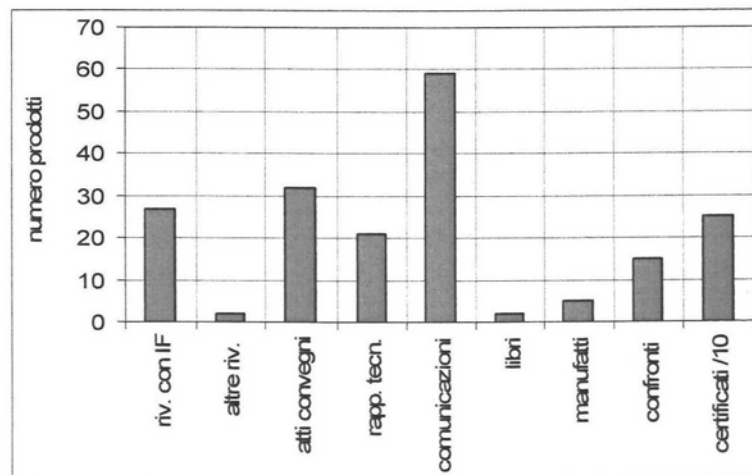
Nel seguito sono riassunti, per il 2007, in forma grafica alcuni dati di particolare rilievo.



a) Persone equivalenti (TPE) e in percentuale dedicate alle varie attività



b) persone equivalenti dedicate alle varie attività, per programma



c) prodotti relativi al 2007

Programma O1 - Campioni Atomici di Frequenza**Referente: Filippo Levi****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratto	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Aldo Godone	30	40	0	0	0	30
Filippo Levi	30	40	10	0	0	15
Luca Lorini	20	35	30	0	0	5
Salvatore Micalizio	35	55	0	0	0	10
Davide Calonico	20	50	30	0	0	0
Claudio Calosso	40	40	0	0	0	0
Elio K. Bertacco	40	60	0	0	0	0
Giovanni Costanzo (POLITO)	20	40	0	0	0	0
TPE	2,35	3,60	0,70	0,00	0,00	0,60

Descrizione del programma**Principali attività svolte:**

Le attività relative al programma OT1 sono suddivise su tre progetti di ricerca:

1) **campione primario di frequenza al cesio** Mediante il campione primario di frequenza IT-CSF1 sono state effettuate due calibrazioni della scala di tempo internazionale TAI.

Sono proseguite le attività di sviluppo del nuovo campione di frequenza a fontana di cesio criogenica: è stato completato il nuovo banco ottico per la cattura ed il raffreddamento degli atomi di Cs, interamente cablato in fibra, e si è realizzata parte dell'elettronica di gestione e controllo dell'esperimento. Al NIST è stato effettuato un primo test delle cavità a microonda in condizioni criogeniche.

2) **campione ottico all'Yb** Si è proseguito lo sviluppo del campione ottico di frequenza all'Yb, è stata generata per duplicazione la radiazione a 399 nm, e mediante di essa è stata osservata per la prima volta la MOT di Yb. Inoltre sono stati acquistate le cavità ad altissima finezza per la stabilizzazione in frequenza del laser di orologio, e sono stati progettati e parzialmente realizzati i relativi sistemi meccanici antivibranti di sostegno.

Si è completato il banco ottico del COMB, mediante l'utilizzo di una nuova fibra fotonica connettorizzata ed è stato possibile osservare entrambi i segnali necessari per l'asservimento e l'autoriferimento in frequenza del pettine ottico, necessari per il suo utilizzo come contatore di frequenze ottiche.

3) **campioni in cella per applicazioni spaziali e industriali:** l'attività principale ha riguardato lo studio e la realizzazione di un campione di frequenza al Rb ad elevata stabilità basato sulla tecnica impulsata (Pulsed Optically Pumped clock). Tale campione, denominato maser POP, è stato realizzato nell'ambito di una collaborazione tra INRIM e GA, grazie a un finanziamento dell'ASI. Il compito dell'INRIM in particolare è stato quello di realizzare l'unità fisica del maser POP per dimostrare l'efficacia della tecnica impulsata applicata ai campioni in cella. Grazie a tale tecnica infatti è possibile rendere praticamente trascurabile il trasferimento di rumore dal laser di pompa alla transizione atomica, a beneficio della stabilità di frequenza sul medio-lungo termine dell'orologio. Compito dell'INRIM è stato inoltre quello di fornire al partner industriale GA la consulenza scientifica relativa al progetto della parte ottica ed elettronica del maser POP.

Nell'ambito del progetto IRGAL, e segnatamente con SEPA e AccuBeat, si è iniziato lo sviluppo di un campione a fascio di cesio altamente innovativo basato su interrogazione Ramsey di tipo CPT. Questo sistema dovrebbe avere caratteristiche simili a quelle dei fasci di cesio commerciali, ma con un sistema fisico molto semplificato e meno costoso. In questo programma di ricerca INRIM agisce da consulente tecnico/scientifico, grazie all'esperienza accumulata negli anni passati attraverso lo studio e lo sviluppo del Maser CPT.

Risultati conseguiti:

Nel corso del 2007 rispetto ai progetti sopra descritti sono stati raggiunti i seguenti risultati:

- 1) fontana di cesio: realizzazione del banco ottico per la generazione dei fasci laser di trappola e rivelazione, inoltre presso il NIST è stata effettuata la prova della cavità Ramsey INRIM in condizione criogeniche.
- 2) campione ottico: è stato generato per duplicazione il laser di trappola a 399 nm, è stata realizzata la struttura del fascio atomico, è stata osservata la spettroscopia della transizione a 399 nm per i vari isotopi atomici. Si è osservata la trappola magneto ottica realizzata con la radiazione a 399 nm, e se ne

è potuta dare una prima caratterizzazione fisica.

- 3) campione in cella: è stato completato un primo prototipo di campione di frequenza ad elevata stabilità del tipo Maser impulsato al Rubidio, è stata misurata una stabilità di 1.2×10^{-12} ad 1 s ed è stato osservato rumore bianco di frequenza sino a 10^5 s.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

L'Istituto ha proseguito la sua attività di calibrazione internazionale fornendo con una certa regolarità i dati del campione primario al BIPM. L'INRIM è uno dei tre laboratori al mondo capaci di realizzare il secondo con un'accuratezza inferiore a 1×10^{-15} . Ed insieme al NIST è il solo laboratorio che punta a realizzare l'unità di tempo SI con un'incertezza pari a $1 \cdot 10^{-16}$.

Seppure lo sviluppo del campione ottico sia ancora nelle fasi preliminari, la posizione di INRIM è stata comunque valutata molto positivamente ed è stato quindi possibile partecipare al progetto Imera sui nuovi campioni di frequenza ottici.

L'attività svolta e i risultati ottenuti con i campioni in cella ha permesso di avviare la collaborazione con GA e di porre le premesse per un successivo contratto ASI. Si pensa infatti di realizzare un prototipo di maser POP parzialmente ingegnerizzato per applicazioni spaziali. Le caratteristiche fisiche e metrologiche del maser POP lo rendono infatti un possibile candidato per gli orologi di seconda generazione di Galileo.

Inoltre per quanto riguarda le collaborazioni industriali, in collaborazione con i partner IRGAL, è iniziato lo sviluppo di un campione di frequenza a fascio di cesio altamente innovativo basato sul principio dell'interrogazione CPT.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

Campioni primari: alcuni ritardi hanno provocato lo slittamento dell'installazione della struttura fisica della nuova fontana criogenica da fine 2007 alla primavera 2008. Si prevede quindi che il nuovo campione di frequenza non diventi completamente operativo prima dell'inizio del 2009.

Campioni ottici: il programma di sviluppo dei campioni ottici di frequenza ha ottenuto, in anticipo sui tempi preventivati, un primo risultato molto importante: l'osservazione degli atomi freddi di Yb.

Tuttavia il programma sta soffrendo in maniera assai grave, e sta accumulando considerevoli ritardi su svariati fronti di sviluppo per l'impossibilità di procurarsi per tempo le attrezzature scientifiche necessarie. Questa incresciosa situazione si è venuta a creare (nonostante il cospicuo finanziamento regionale YTRO) in conseguenza della perdurante indisponibilità dei mezzi economici derivanti dai contratti.

Campioni in cella: i risultati ottenuti sono stati in linea con quanto atteso. La possibilità di misurare livelli di stabilità dell'ordine di 10^{-15} , senza contributo significativo dovuto al rumore del laser di pompa, ha permesso di evidenziare alcuni fattori critici che possono influenzare le prestazioni dell'orologio, quali la pressione atmosferica e l'umidità dell'aria.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

Contratto / accordo formale	Soggetti coinvolti	Note
YTRO (Regione Piemonte)	SEPA, Politecnico di Torino	
IRGAL (Regione Piemonte)	CTT, SEPA, Poli To, Accubeat	
GAI PMI (Regione Piemonte)	CTT	
ASI (POP maser)	Galileo Avionica	

Programma O2 - Algoritmi e scala di tempo**Referente: Patrizia Tavella****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratto	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Patrizia Tavella	20	50	5	0	0	25
Valerio Pettiti	20	15	40	5	10	10
Luca Lorini	0	0	10	0	0	0
Claudio Colosso	0	0	0	20	0	0
Franco Cordara	5	15	20	0	0	15
Roberto Costa	0	0	45	45	10	0
Vincenzo Marchisio	0	0	0	70	0	25
Gianna Panfilio (asseg.)	44	7	0	0	0	7
N. Guyennon (co.co.co)	0	20	36	0	0	36
E. Bibbona (borsa)	60	0	0	0	0	40
G. Cerretto (co.co.co)	0	15	35	0	0	0
TPE	1,49	1,22	1,91	1,40	0,20	1,58

Descrizione del programmaPrincipali attività svolte:

- 1) Realizzazione e disseminazione della Scala di Tempo Nazionale UTC(IT).** L'attività consiste nel generare una segnale di riferimento mediante un maser all'idrogeno, opportunamente corretto per compensare scarto relativo e deriva di frequenza, dal quale ricavare, mediante un orologio, un riferimento temporale con cadenza di 1 s, UTC(IT), allineato entro limiti prefissati all'andamento della scala di riferimento internazionale UTC. La scala UTC(IT), alla quale vengono riferiti mediante misure automatiche gli andamenti dei campioni al cesio e dei maser all'idrogeno del laboratorio, è continuamente confrontata con altre scale di tempo internazionali mediante sistemi di sincronizzazione di tipo satellitare (GPS – Global Positioning System e TWSTFT – Two Way satellite Time and Frequency Standard). La disponibilità di tale scala consente inoltre di generare servizi di disseminazione di ora e data, in tempo reale, utilizzabili dagli utenti nazionali, oltre che costituire il riferimento per le attività di taratura di laboratori metrologici e industriali.
- 2) Partecipazione al progetto europeo di navigazione satellitare Galileo.** L'attività riguarda la partecipazione al progetto europeo di navigazione satellitare Galileo per quanto concerne la definizione della scala di tempo di riferimento, l'accordo con la scala UTC internazionale e la caratterizzazione degli orologi di bordo.
- 3) Modelli, metodi e algoritmi matematici per le scale di tempo**
Attività dedicata a studiare, definire e applicare modelli matematici e algoritmi di calcolo per la caratterizzazione degli orologi atomici e delle scale di tempo e la valutazione del loro contributo in sistemi complessi. L'attività tende a sviluppare le conoscenze eventualmente necessarie nel prossimo futuro per le applicazioni più impegnative tra cui il sistema Galileo.

Risultati conseguiti:

- Il campione nazionale di tempo UTC(IT) è realizzato mediante 5 orologi atomici a fascio di cesio e 2 maser all'idrogeno. Lo scarto di tempo medio di UTC(IT) verso la scala internazionale UTC è stato di 17 ns, con incertezza 45 ns (2σ). La deviazione di frequenza, su medie di 5 giorni, è stata contenuta entro $3 \cdot 10^{-14}$ (2σ). È continuata la partecipazione ai "Key Comparisons" del CIPM, inviando periodicamente al BIPM i dati degli orologi atomici e delle misure di sincronizzazione. È iniziato l'invio delle misure richieste anche al centro di raccolta (NPL) nell'ambito del contratto EU TSP (Time Service Provider).
- Attività su 3 contratti europei:
 - a) *ESA Galileo System Test Bed (GSTB) V2*, ottobre 2005 - dic 2007. Dopo i primi anni di contratti a gara sul sistema Galileo, ESA ha deciso che per la sperimentazione che considera cruciale non effettuerà più gare ma chiamerà direttamente i collaboratori per le attività specifiche. Per quanto riguarda la caratterizzazione degli orologi di bordo, la scala di tempo, il confronto con il GPS e la sincronizzazione, INRIM è stato chiamato direttamente a condurre e coordinare le attività di sperimentazione importo per l'INRIM circa 400 k€, responsabile P. Tavella
 - b) *ESA Galileo Phase CDE1*, in collaborazione con il Consorzio Torino Time, sviluppo della *Precise Timing Facility*, dicembre 2005 - dicembre 2008, importo per l'INRIM circa 200 k€ come sottocontraente di Galileo Industries/Alcatel Tolosa, responsabile INRIM P. Tavella. Ruolo dell'INRIM: definire l'algoritmo per la scala di tempo di riferimento del

sistema Galileo e collaborare alle tarature degli orologi e sistemi sincronizzazione di Terra.

- c) *EU Galileo Time Service Provider Prototype*, giugno 2005 - giugno 2008 importo per l'INRIM 230 k€ come sottocontraente di Helios (UK), responsabile P. Tavella. Ruolo dell'INRIM: partecipare alla definizione e alla sperimentazione di algoritmi, garantire i dati di misura degli orologi e sistemi sincronizzazione INRIM, curare il rapporto tra Galileo e BIPM e organismi di normazione.
- 3) Sugli algoritmi per orologi è attiva una collaborazione con Politecnico di Torino e Università di Perugia, mentre per l'algoritmo di confronto orologi via GPS con algoritmo PPP (Precise Point Positioning) è stata attivata una collaborazione con istituto di geodesia canadese NRCan con un visiting scientist per 15 giorni. Il laboratorio di ricevitori geodetici GPS è stato arricchito di diversi programmi SW di manutenzione, controllo, *monitoring* e analisi ed è entrato a far parte della rete sperimentale di Real-Time che prevede il confronto di orologi a distanza con risultati entro pochi minuti (tipicamente i risultati si ottengono con 1 giorno -1 mese di ritardo). In tale rete sperimentale, la stazione INRIM è diventata riferimento con la sua scala di tempo verso cui tutte le altre stazioni vengono valutate

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

- 1) La generazione della scala di tempo UTC(IT) mediante un maser all'idrogeno, utilizzando una nuova catena di generazione e di distribuzione dei segnali, ha consentito di migliorarne la stabilità se confrontata con gli anni precedenti quando veniva generata mediante campioni atomici a fascio di cesio. Tale evento ha consentito, specialmente nella seconda parte del 2007, di contenere le fluttuazioni massime di scarto di tempo (entro una fascia massima di circa 30 ns), e di scarto relativo di frequenza (entro una fascia massima di $\pm 1,5 \cdot 10^{-14}$). Tali risultati sono evidenziati dalle Circolari T del BIPM che riportano mensilmente l'andamento delle differenti scale internazionali verso UTC.
- 2) INRIM ha un ruolo molto importante per le attività di timing nel progetto Galileo. Al progetto Galileo quasi tutti gli istituti metrologici europei vorrebbero partecipare, in particolare al *Time Service Provider* che è l'organismo esterno, metrologico, che dà alla scala di tempo di Galileo le correzioni per rimanere sincronizzata con UTC internazionale. La Direzione PTB ha dato mandato ai nostri colleghi di perseguire ogni strada perché il PTB "non perda il treno Galileo". Gli istituti francese e spagnolo hanno fatto fuoco e fiamme per essere coinvolti. INRIM grazie alle precedenti collaborazioni con Alenia e ai primi fruttuosi coinvolgimenti del 1999/2001 vi è entrato in modo silenzioso, ma con professionalità conquistando negli anni una posizione ad ampio raggio. Nel progetto GSTB V2 la presenza di INRIM è stata richiesta come vincolante dall'ESA. Anche altri contratti sono stati proposti direttamente ad INRIM, ma rifiutati per mancanza di risorse.
- 3) Le attività di ricerca su algoritmi per la sorveglianza di orologi atomici ci hanno permesso di vincere una gara ESA per un contratto ADVENT attivo dal marzo 2008. L'attività afferisce al CCTF, in particolare ai Gruppi di Lavoro *International Atomic Time* e *Algorithms* di cui P. Tavella è *Chair*. Nel quadro di queste attività sono organizzati e preparati incontri periodici di tutti i laboratori

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

- 1) Considerando come stimatore della stabilità della scala UTC(IT) la deviazione di Allan (ADEV), utilizzando i dati forniti dal BIPM sulla Circolare T per tempi di campionamento di 5 e 30 giorni, si è ottenuto: $ADEV(5\text{ g}) = 0,4 \cdot 10^{-14}$ e $ADEV(30\text{ g}) = 0,4 \cdot 10^{-14}$. Tali dati sono in linea con i risultati attesi tenendo presente che la procedura di correzione della scala, per allinearla ad UTC, deve ancora essere messa a punto in modo definitivo e potrà ancora migliorare tali risultati. Un punto critico risiede nella necessità di disporre di un locale per il mantenimento dei campioni di frequenza con un controllo più stretto di temperatura, oltre alla necessità di inserire la catena principale di generazione della scala all'interno di un ambiente con minori fluttuazioni termiche: interventi in corso di realizzazione.
- 2) Alcune attività non possono svilupparsi pienamente cogliendo le opportunità di contratti offerti per carenza di personale. Il personale dedicato a tempo pieno è per la maggior parte precario (tesisti, borsisti, dottorandi). Inoltre le attività su contratto hanno notevoli difficoltà nelle possibilità di spesa, soprattutto per le missioni e nelle capacità di INRIM di far fronte alle richieste di gestione e documentazione, controllo qualità, flessibilità nelle decisioni.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
<i>RAI segnale orario</i>	<i>RAI</i>	<i>Fornitura segnale orario</i>
ESA Galileo System Test Bed (GSTB) V2,	Galileo Industries, Alcatel, GMV	Sperimentaz. 1° satellite Galileo
ESA Galileo Phase CDE1, Precise Time Facility	Consorzio Torino Time, Alcatel	Laboratorio di tempo di Galileo
EU Galileo Time Service Provider Prototype	Helios UK, NPL, PTB, SYRTE	Sincronizz. ora Galileo con UTC
Master in Navigation and Related Application	Politecnico di Torino	Docenza P. Tavella, V. Pettiti, F. Cordara
IGS Real Time Network	Rete internaz. IGS coord. da NRC	Confr. orologi distanti in tempo reale

Programma 03 - Fotometria e Radiometria**Referente: Giorgio Brida****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratto	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Giorgio Brida	40	5	5	5	5	5
Maria Luisa Rastello	15	10	20	10	0	20
Giuseppe Rossi	10	50	20	0	0	20
Renzo De Paoli	10	0	40	10	0	40
Mauro Rajteri	35	30	0	0	0	5
Paola Iacomussi	10	50	10	0	10	20
Marco Terzi	0	0	20	65	0	0
Fabio Saccomandi	0	0	0	0	0	0
Fernando Viarengo	10	0	40	40	0	0
Gian Paolo Scialpi	0	85	5	0	0	5
TPE	1,30	2,30	1,60	1,30	0,15	1,15

Descrizione del programmaPrincipali attività svolte:*Riferimenti in luce monocromatica:*

- Attività di mantenimento e miglioramento dei riferimenti radiometrici con sorgenti laser;
- Supporto all'attività di accreditamento, con particolare riguardo per le misure in fibra ottica;
- Studio di fattibilità di fotorivelatori calcolabili (progetto iMERA quCandela);

Rivelatori superconduttivi:

- Rivelatore con discriminazione del numero di fotoni TES;
- Rivelatore superconduttivo a singolo fotone (SSPD);

Spettroradiometria dei materiali

- Studio di fattibilità di un sistema di misura per la caratterizzazione goniofotometrica di grosse superfici vetrate basato sull'utilizzo di due robot a sei gradi di libertà.
- Implementazione ed estensione delle procedure e metodologie di misura per la caratterizzazione dei materiali con obiettivi telecentrici.
- Completamento del progetto del sistema portatile per la misurazione spaziale del fattore di riflessione basato su un riflettore ellissoidale.
- Caratterizzazione completa del sistema MIR per la misurazione del fattore di riflessione spettrale: MIR può essere utilizzato per misure in laboratorio o sul campo.

Riferimenti di misura per la Fotometria e la colorimetria:

- realizzazione di sistemi di misura dedicati per sorgenti luminose LED, con lo sviluppo di tecniche ad hoc per la caratterizzazione fotometrica in intensità luminosa, flusso luminoso e luminanza.

Illuminotecnica:

- Automazione del laboratorio mobile Tiresia per la misurazione e all'analisi dei risultati di sistemi d'illuminazione in gallerie autostradali

Imaging:

- Realizzazione di un applicativo software in ambiente *GRID Computing* per il restauro di vecchi film affetti da difetti quali macchie e graffi, ed è iniziato lo studio di un nuovo algoritmo per il trattamento delle rigature verticali.

Risultati conseguiti:

- modellizzazione meccanismi di perdita in fotodiodi "calcolabili" (perdite interne; riflessione regolare e diffusa), studio del sistema di misura (stabilizzazione laser, misura corrente);
- realizzazione e messa in opera di un rivelatore con sensore a transizione di fase (TES) di Ti/Au (temperature critiche comprese tra 80 e 105 mK) per radiazione UV e visibile; il rivelatore permette di distinguere, quando illuminato con radiazione monocromatica impulsata, fino a 3 fotoni per impulso. E' stato caratterizzato a 780 nm un bolometro di MgB₂ realizzato su membrana operante a 30 K, che presenta una sensibilità di 2100 V/W con tempi di risposta di 17 ms.
- digitalizzazione spettrale di immagini di reperti per studi di leggibilità ed esaltazione del contrasto anche

con tecniche di illuminazione a stato solido; estensione al trattamento delle rigature verticali del software applicativo per il restauro di vecchie pellicole; caratterizzazione goniometrica di pigmenti e vernici per i beni culturali. - il laboratorio mobile Tiresia ha effettuato diverse campagne di misura, per la valutazione sia di impianti di illuminazione stradale che di gallerie (oltre 50 km) oltre alla valutazione dell'inquinamento luminoso; è terminato un confronto internazionale per la valutazione del fattore spettrale di riflessione e trasmissione di superfici vetrose organizzato dalla International Commission on Glass, TC10; sono stati realizzati un sistema di controllo automatico della temperatura di colore della sorgente illuminante per la caratterizzazione goniometrica dei materiali e un sistema per la misurazione della luminanza del cielo e della torbidità atmosferica.
Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno: Il crescente impatto tecnologico delle radiazioni ottiche determina una significativa domanda di accurati riferimenti metrologici per la caratterizzazione spettrale in banda ottica di nuove sorgenti di luce, rivelatori e materiali. Lo sviluppo di rivelatori robusti e alta efficienza quantica consentirà la realizzazione di campioni della massima accuratezza per le grandezze radiometriche di base e derivate, e la loro disseminazione in tempi rapidi e a basso costo. Di rilievo è l'attività di servizio mediante tarature, prove e consulenze a favore del sistema produttivo nazionale.
Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici: I risultati ottenuti durante il 2007 per le attività di svolte nell'ambito del programma di "fotometria e radiometria" sono in linea con quelle previste pur avendo sofferto per le limitate risorse economiche disponibili. La prosecuzione dell'attività di ricerca sui fotoregistratori calcolabili e sui rivelatori di numero di fotoni sarà supportata dal JRP IMERA quCandela. La sopravvivenza di molte attività di ricerca innovativa è legata in modo vitale alla partecipazione a programmi di ricerca su contratto con finanziamento esterno.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
Regione Piemonte bando 2004, progetto E45: <i>Rivelatori superconduttivi a transizione di fase per conteggio di singoli fotoni.</i>	INRIM, Polito Regione Piemonte	Rajteri, (Giorgis, Polito)
Misurazioni illuminotecniche in galleria	INRIM, Autostrada Torino-Savona	Rossi (49 k€)
Misurazioni illuminotecniche in galleria	INRIM, Autostrade per l'Italia	Rossi/Iacomussi (49 k€)
Contratto nebbia	INRIM, Autostrade per l'Italia	Rossi/Iacomussi (38 k€)
La Venaria Reale	Fondazione S. Paolo	
Convenzione	ENEA SSV	
Convenzione	IET del CNR; unità decentrata del gruppo TI	
Accordo di collaborazione	CSP Scari	

PROGRAMMA 04 - Ottica quantistica**Referente: Marco Genovese****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratto	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Marco Genovese	25	25	0	0	0	30
Mauro Rajteri	15	0	0	0	0	5
Giorgio Brida	15	10	0	0	0	10
Ivo Degiovanni	85	0	0	0	0	15
Stefania Castelletto	0	0	0	0	0	0
Marco Terzi	10	0	0	0	0	0
Fernando Viarengo	10	0	0	0	0	0
Maria Luisa Rastello	15	0	0	0	0	10
Valentina Caricato	0	15	0	0	0	0
Valentina Schettini	70	0	0	0	0	0
Paolo Traina	30	0	0	0	0	0
Fabrizio Piacentini	70	0	0	0	0	0
Marco Gramigna	40	40	0	0	0	20
Ivano Ruò-Berchera	0	90	0	0	0	10
Alice Meda	0	70	0	0	0	0
Leonid Krivitsky	0	100	0	0	0	0
Nicolo' Antonietti	0	20	0	0	0	0
TPE	3,85	3,70	0,00	0,00	0,00	1,00

Descrizione del programma**Principali attività svolte:**

Come negli anni precedenti le attività dei laboratori Carlo Novero hanno riguardato in generale lo studio dell'Informazione Quantistica, della Metrologia Quantistica e dei Fondamenti della Meccanica Quantistica.

Più in dettaglio le attività considerate sono state:

- Comunicazione Quantistica, con particolare riguardo alla crittografia quantistica ed alla generazione e trasmissione di stati entangled.
- Imaging quantistico e ghost imaging
- Taratura di rivelatori sfruttando le proprietà di correlazione quantistica della PDC
- Studio del realismo locale
- Studio di rivelatori con tempi morti minimizzati per applicazioni all'informazione quantistica.

Risultati conseguiti:

Nel corso del 2007 sono proseguiti gli studi sulle applicazioni dell'ottica quantistica alla metrologia ed informazione quantistica. I principali risultati ottenuti:

- Caratterizzazione spaziale e spettrale di sorgenti di stati di Bell via PDC cw sia per il tipo II che per due cristalli tipo I (più stati di Bell nella bandwidth).
- Studio sistematico della struttura a speckles della PDC in vista di applicazioni al quantum imaging.
- Test di un modello realistico locale specifico [Santos] non escluso dai test delle disuguaglianze di Bell.
- Estensione della tecnica di misura a fotoni correlati, per la misura di efficienza quantica dei rivelatori, dal regime di conteggio a quello analogico; analisi dei limiti della tecnica, valutazione degli effetti sistematici, stima dei contributi statistici (incertezza di misura: 1%).
- Applicazione della tecnica di ricostruzione della statistica di stati quantistici ottici per mezzo di rivelatori on/off a casi di particolare interesse: squeezed states, twin-beams
- Studio numerico sugli effetti atmosferici di un canale di comunicazione quantistica ottico terra-spazio.
- Progettazione e realizzazione di un apparato ottico attivo per la riduzione dei tempi morti in rivelatori a singolo fotone.
- Studio teorico ed esperimenti preliminari per la realizzazione di ghost imaging con PDC seeded con stati termici.
- Misure di efficienza di produzione di coppie di fotoni sfruttando la PDC in guida d'onda PPLN.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

I risultati conseguiti hanno rappresentato importanti progressi nel campo dell'informazione quantistica e dei fondamenti della meccanica quantistica, come certificato dal numero significativo di presentazioni congressuali su invito (3) e di pubblicazioni JCR (17). In particolare gli studi sulla struttura dell'entanglement in PDC, sulla trasmissione di stati entangled e su rivelatori studiati per ridurre i tempi morti hanno rappresentato un contributo significativo nel campo della comunicazione quantistica. D'altro canto lo studio della taratura di rivelatori in regime analogico con la PDC apre nuovi interessanti scenari in campo metrologico. In generale tali ricerche forniscono un significativo contributo alla partecipazione del sistema Italia a tale settore tecnologico dalla grande attesa di futuro sviluppo.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

L'attività del gruppo ha portato a significativi risultati ed un cospicuo numero di pubblicazioni JCR, sostanzialmente cogliendo i risultati previsti nel piano triennale.
In maniera più dettagliata, alcune attività hanno completamente raggiunto gli obiettivi previsti (studio della ricostruzione di stati ottici quantistici con rivelatori on/off, studi teorici sull'entanglement, propagazione in fibra di stati entangled). In altri casi si sono raggiunti passi intermedi nella realizzazione dei dispositivi (entanglement in ququats, quantum imaging): in questi casi ciò è dovuto, al fatto che, come spesso capita nella ricerca di base, in corso d'opera si sono evidenziate ricerche di maggior interesse su cui concentrarsi a scapito dell'obiettivo inizialmente previsto (uso dell'interferometro per la ricostruzione della matrice densità, studio sistematico della struttura a speckles della PDC), il quale è stato posposto ad una fase successiva. Comunque, in generale, il blocco della possibilità di effettuare acquisti su progetti finanziati ha causato inevitabili ritardi nella realizzazione degli stessi.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
Progetto regione E14	PoliTo, ISI	
PRIN2005023443-002	Univ. Insubria, Univ. Torino	
RFBR-Piedmont 07-02-91581-ASP	Moscow Univ.	
INTAS	Moscow Univ., Univ. Bari, Univ. Ginevra	
Fondazione San Paolo	Univ. Torino	

Divisione Termodinamica**Responsabile: Vito Fericola**

Personale. Ricercatori e tecnologi: 12, Tecnici: 15, altro personale tecnico scientifico: 15, dottorandi e borsisti: 6.

Attività

L'attività della divisione Termodinamica si articola in programmi di ricerca che spaziano dalla determinazione delle costanti fisiche, allo studio delle proprietà termodinamiche, acustiche e chimiche delle sostanze e dei materiali, allo sviluppo di metodologie e dispositivi per applicazioni nei campi della salute e dell'ambiente.

La divisione riproduce, mantiene e dissemina le unità di misura SI di temperatura ed umidità, i campioni e i metodi primari acustici e di potenza ultrasonora ed assicura la riferibilità e la disseminazione di campioni in chimica (O_3 , CO_2).

Programma	Titolo programma
T1	Campioni di temperatura ed umidità (M. Battuello)
T2	Tecnologie della termometria e dell'igrometria (P. Steur)
T3	Acustica fisica (R. Gavioso)
T4	Metrologia dell'acustica in aria e degli ultrasuoni (C. Guglielmone)
T5	Quantità di sostanza (M. Sassi)

Principali risultati

La descrizione dei risultati segue l'articolazione introdotta nel Piano triennale 2008-2010. Nei 5 programmi descritti sono confluite le attività che nel precedente piano triennale erano articolate in 8 programmi. Si è così ottenuto un significativo aumento di risorse umane per programma ed un assetto organizzativo più razionale. Va rilevato, tuttavia, che non mancano risultati di carattere trasversale i quali originano per lo più da attività svolte con fondi esterni (*Bandi regionali per la ricerca e l'innovazione e contratti di ricerca*) e riguardano principalmente salute e qualità della vita.

Ricerca e sviluppo. Le attività scientifiche più rilevanti sono state indirizzate verso le prossime scadenze internazionali con l'obiettivo di attuare le raccomandazioni della CGPM per la nuova definizione del kelvin, attraverso la determinazione delle costanti dei gas e di Boltzmann con incertezza relativa di 10^{-6} , e la *mise-en-pratique* del kelvin, con la realizzazione di una nuova generazione di punti fissi. Sono inoltre state studiate nuove tecniche per l'uso degli ultrasuoni ad alta intensità per applicazioni in chimica e medicina. Ottimi risultati sono stati raggiunti nello studio della cavitazione acustica e della sonoluminescenza. Gli studi sui campioni di quantità di sostanza hanno portato al progetto di un generatore di VOC; allo sviluppo di miscele gassose primarie di CO_2 ; allo studio di miscele di gas in traccia (SF_6/N_2) con metodi spettroscopici; di metodi di analisi di inquinanti organici (PCB) e particolato atmosferico.

La divisione ha collaborato a 6 proposte nei JRP del programma *iMERA Plus*. Ancora in ambito internazionale si collocano 5 contratti di ricerca, con istituti metrologici e organizzazioni di altri paesi, per lo sviluppo di strumentazione di precisione. Sul piano nazionale va segnalata la collaborazione con APAT per la riferibilità delle misure di ozono, la partecipazione ai progetti regionali, l'attivazione di contratti di ricerca industriale con PMI e la preparazione di 4 nuovi progetti (bando PRIN 2007 e bando regionale 2007). A supporto alle attività scientifiche è proseguito lo sviluppo di metodologie matematiche per l'analisi dei dati e la valutazione dell'incertezza di misura.

Manufatti. I manufatti realizzati dalla divisione trovano applicazione in campo scientifico ed industriale. La conoscenza accurata delle temperature e dell'umidità è di fondamentale importanza per lo sviluppo di nuove e più efficienti tecniche di produzione per il risparmio energetico e la

riduzione dell'inquinamento e per il controllo e monitoraggio dei processi ambientali. In questo contesto si collocano: i nuovi tubi di calore sigillati per punti fissi e la caratterizzazione di un tubo di calore a controllo di pressione al sodio per l'Amplificatore di Temperatura; le nuove celle "iper-eutettiche" del punto Pd-C; il termometro campione a radiazione che estende in basso il campo di misura fino al punto dello Zn (419 °C); la stazione di taratura per sonde di temperatura superficiale per contatto fino a 350 °C; la realizzazione di una pompa centrifuga a tenuta di vuoto in AISI 316L; la stazione di misura dell'umidità nel legno per la taratura di igrometri a conducibilità elettrica.

In campo acustico e ultrasonoro va segnalato il risultato della collaborazione al progetto NIST per lo sviluppo di un campione di pressione primario con la misura sperimentale della velocità del suono in He a 273.16 K e il confronto con la velocità calcolata *ab-initio*; la realizzazione di un apparato di misura della velocità del suono adatto all'impiego con sostanze liquide elettricamente conduttive; la messa a punto di un calibratore per idrofoni a bassa frequenza (30 kHz – 100 kHz); la messa a punto di un apparato per la riduzione delle dimensioni di Q-dots di silicio mediante ultrasuoni; la realizzazione di una cella risonante in grado di produrre in campioni di liquidi una pressione acustica superiore a 1,65 MPa. Inoltre, nello sviluppo di applicazioni per la diagnostica medica sono stati realizzati e sperimentati i primi fantocchi basati su gel in poliacrilamide in grado di tracciare il profilo di fasci ultrasonori ad alta intensità e focalizzazione (HIFU).

Nel campo della quantità di sostanza si sono ottenute soluzioni di riferimento per il pH di acqua marina, miscele gassose primarie in aria e N₂. Va infine segnalata la realizzazione di un fotometro per la caratterizzazione di materiali di riferimento per PCR e *imaging* ottico.

Unità SI. L'attività di mantenimento dei campioni nazionali, che richiedono periodiche e impegnative verifiche per garantire i livelli di incertezza dichiarati, è stata intensa per tutte le grandezze realizzate. Si segnalano in particolare le procedure per il campione di ozono in aria e le procedure analitiche per la determinazione dei metalli in traccia in fluidi biologici oltre alla collaborazione BIPM per la realizzazione di miscele primarie di NO₂.

Confronti internazionali. Oltre alla partecipazione a 8 *Key Comparison* e *Supplementary Comparison* a supporto dell'MRA, previsti da comitati consultivi della CIPM, la divisione è stata impegnata nel coordinamento di, o nella partecipazione a, 3 confronti pilota della CCQM e 6 confronti in ambito EURAMET.

Calibration and Measurement Capabilities (CMC). La divisione è attivamente impegnata al mantenimento e all'estensione delle capacità di misura riconosciute nell'MRA; fanno riferimento alla divisione 59 CMC pubblicate o in via di pubblicazione (29 per l'area termometria e igrometria; 23 per l'area acustica e ultrasuoni; 7 per l'area quantità di sostanza). Nuove CMC dichiarate riguardano le misure acustiche e le misure di ozono in aria.

Tarature e prove, supporto all'accreditamento. Rilevante attività di taratura e prova in conto terzi rivolta ai laboratori industriali, ai centri SIT e alle PMI con l'emissione di oltre 450 certificati all'anno. L'attività di supporto all'accreditamento riguarda 60 laboratori accreditati.

Pubblicazioni. La divisione ha prodotto 28 articoli su riviste internazionali (di cui 24 su riviste con IF), 43 articoli pubblicati agli atti di congressi, 46 comunicazioni a conferenze o congressi e 4 rapporti tecnici.

Cooperazione internazionale. Partecipazione alle riunioni dei CCAUV, CCT e CCQM e relativi gruppi di lavoro, alle riunioni EURAMET (TC-AUV e TC-T) e METCHEM. Partecipazione a organismi normativi quali ISO, IEC, CEN e CENELEC. Numerose collaborazioni con università e istituti di ricerca europei ed internazionali. Stretta collaborazione con gli NMI europei per la preparazione di 6 *Joint Research Projects* del programma *iMERA Plus* (di cui 3 nell'area *SI and Fundamental Constants* e 3 nell'area *Health*). La divisione partecipa complessivamente a 25 progetti EURAMET nei settori della termometria, dell'acustica e della quantità di sostanza.

Cooperazione nazionale. Numerose collaborazioni con università e centri di ricerca pubblici e privati. La divisione ha all'attivo contratti industriali con PMI e grandi imprese; ha svolto attività di supporto tecnico-scientifico alla PP.AA.; ha realizzato studi e avviato collaborazioni nel campo dei BB.CC; ha partecipato con i propri esperti alle attività degli enti normatori UNI e CEI.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici.

In generale le attività intraprese ed i risultati conseguiti sono coerenti con la programmazione. Il ritardo nel raggiungimento di alcuni obiettivi scientifici o tecnologici deriva principalmente da due cause: il notevole impegno profuso nella preparazione di progetti in risposta a bandi nazionali ed europei (Regione Piemonte, PRIN, IMERA+) non previsti nella programmazione 2007; la progettazione delle attività future, ed in alcuni casi il loro ri-orientamento (ad es., chimica e biomedicina), in risposta alle nuove tendenze della metrologia internazionale e ai bisogni del Paese.

Entrate da autofinanziamento (k€)

Descrizione	
Contratti e progetti di ricerca	150
Prove e prestazioni	368
Totale	518

(Situazione fatturato al 31/12/2007)

Uscite (k€)

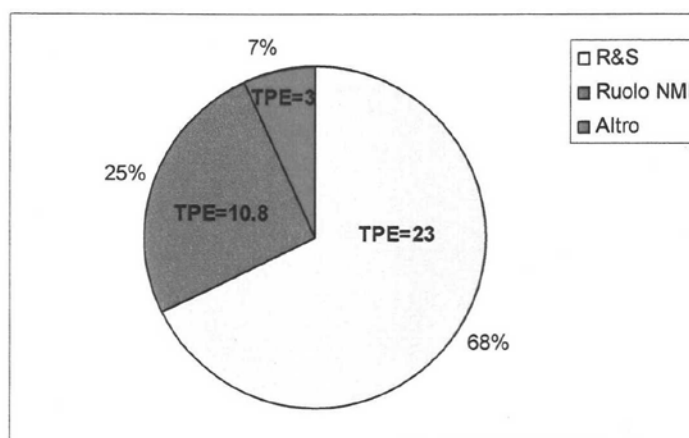
Descrizione	
Investimento	314
Funzionamento	338
Missioni	79
Totale	731

(Registrazioni delle divisioni al 31/12/2007)

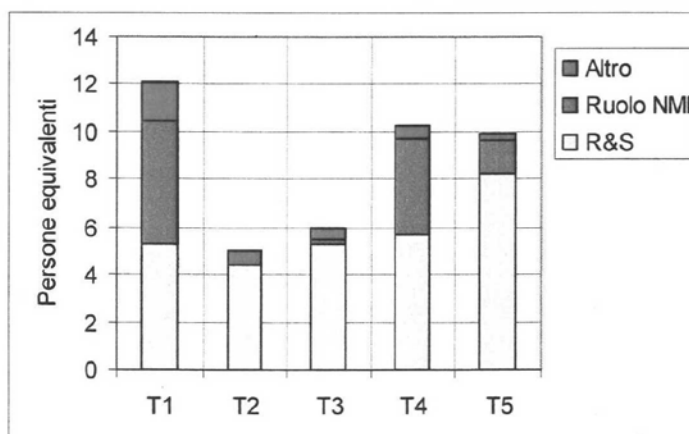
Identificazione dei campioni nazionali

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)
Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (STI-90) tra 83.8 K e 1235 K mediante termometro a resistenza di platino a stelo (9 campioni)
Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (STI-90) tra 1235 K e 2500 K mediante termometro a radiazione monocromatico (2 campioni)
Generatori campione di umidità nel campo di temperatura di rugiada da -75 °C a 85 °C (2 campioni)
Pressione Sonora (1 campione)
Potenza Ultrasonora (1 campione)
Campione nazionale di ozono in aria (1 campione)
Miscela gravimetriche primarie di CO ₂ in aria e azoto (2 campioni)

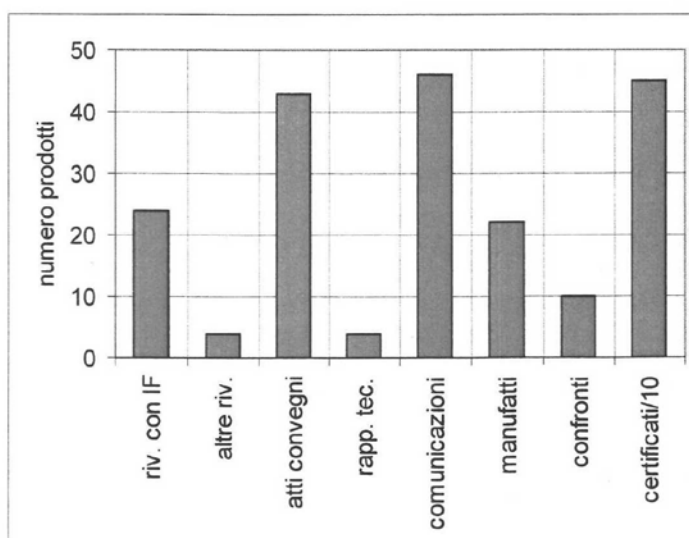
Nel seguito sono riassunti, per il 2007, in forma grafica alcuni dati di rilievo.



a) persone equivalenti (TPE e %) dedicate alle varie attività



b) persone equivalenti dedicate alle varie attività per programma



c) prodotti relativi al 2007

Programma T1 - Campioni di temperatura ed umidità**Responsabile: Mauro Battuello****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratto	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Mauro Battuello	45	0	5	0	0	5
Nicola Bancone (dottorando)	60	0	0	0	0	0
Mauro Banfo	10	10	20	30	0	0
Roberto Dematteis	25	10	25	35	5	0
Vito Femicola	20	10	10	10	5	10
Daniilo Ferri	25	25	10	10	0	10
Michael Florio (co.co.co.)	40	0	10	0	0	0
Ferruccio Girard	40	0	10	0	0	0
Domenico Giraudi (part- time al 40%)	12	12	4	4	0	0
Salvatore Giunta (co.co.pro.)	20	0	0	0	0	0
Luigi Iacomini	10	0	10	45	25	5
Franco Lanza	0	0	0	75	0	0
Antonio MAngano	0	0	0	75	25	0
Piero Marcarino (incarico gratuito)	40	0	0	0	0	0
Andrea Merlone	35	35	0	10	0	5
Francesco Moro (dottorando)	30	0	0	0	0	0
Franco Pavese	25	25	0	0	0	10
Francesco Righini (incarico gratuito)	0	0	0	0	0	25
Lucia Rosso	10	10	0	0	5	0
Denis Smorgon (dottorando)	10	0	0	0	0	0
Peter Steur	30	0	35	5	0	20
Antonio Tiziani	15	0	5	0	0	45
Totale (TPE)	5,02	1,37	1,44	2,99	0,65	1,35

Descrizione del programma**Principali attività svolte:**

Le attività svolte hanno riguardato *mise en pratique* e nuova definizione del kelvin e i campioni di umidità. In particolare:

Termometria criogenica. Messa a punto del software per il criostato "MULTICELLS" con ricadute dirette sulla realizzazione dei punti fissi, sui confronti K1.1 e K2.x e sul progetto sul Neon. Confronto K2.2 e K2.5 con NIM ed NMIIJ e confronto K1.1 con PTB.

Preparazione libro multiautore (500 pp) con un capitolo con editor INRIM, che sarà pubblicato nel 2008 dalla Birkhauser (Boston) nell'ambito delle attività "SoftTools", che ha visto anche una ulteriore intensa attività editoriale.

Campioni e tubi di calore. Tubi di calore sigillati per punti fissi: realizzazioni e caratterizzazioni di apparecchiature termometriche e attività sui controllori di pressione; eseguite tutte le misure per i Confronti EUROMET T-K7 (progetto 899) e per il confronto bilaterale EUROMET Progetto 895 con INTiBS – Polonia (Celle per il Punto Triplo dell'Acqua). Inoltre molte prove aggiuntive per risolvere una anomalia riscontrata con celle a pozzetto largo; partecipazione al progetto EUROMET 732.

Termometria a radiazione. Iniziate le investigazioni con il punto fisso Pd-C: studi di ripetibilità, stabilità, dipendenza delle transizioni di fase dalle condizioni operative; realizzate le prime scale tra il punto dell'Al e il Co-C utilizzando il termometro campione con fotodiodo al silicio; realizzata una nuova versione del termometro campione a partire dal punto dello Zn.

Ridefinizione del kelvin. Le attività seguenti riguardano la determinazione della costante di Boltzmann mediante tre differenti approcci:

- mantenimento della riferibilità delle misure termiche per il termometro acustico dell'INRIM: interventi sul

risonatore e taratura ai punti fissi con tecnica dedicata;

- avvio realizzazione del termostato in bagno a liquido per il termometro a gas a costante dielettrica del PTB;
- determinazione spettroscopica della costante di Boltzmann: realizzazione del sistema di termostatazione e del sistema di riempimento di gas della cella; taratura di termometri speciali ai punti fissi H_2O e Ga per l'Università di Caserta e Politecnico di Milano.

Campioni per l'igrometria. Validazione del generatore a miscela/diluizione e sua integrazione funzionale con il generatore IMGC 02. Il campo di misura attuale va da $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Completamento misure ed elaborazione dati del confronto chiave supplementare EUROMET (P621) nel campo di temperatura di rugiada/brina da $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Coordinamento di un confronto tra 4 NMI per il campo di temperatura di brina fino a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$; revisione del generatore campione IMGC 02, con il completamento del progetto e della costruzione di una pompa centrifuga a tenuta di vuoto in AISI 316L.

Tarature, prove e supporto all'accreditamento. L'attività è rivolta alla taratura dei campioni di prima linea di temperatura ed umidità dei laboratori accreditati, alla taratura per confronto per altri laboratori ed utenti industriali, alla taratura ed al supporto tecnico al SIT. Quest'ultima attività è in crescita anche a fronte dell'aumento dei centri accreditati,

I ricercatori afferenti al programma T1 sono stati impegnati nella preparazione di 6 JRP iMERA+ per il TP1 "SI and Fundamental" (di cui 1 come coordinatore); 4 JRP sulla *mise en pratique* (IsoNeon MeP-ITS90; New Temperature Fixed Points; MeO TempAmp ITS-90; STEPTM), oltre a Boltzmann Constant e SI-Math. Boltzmann constant è stato approvato per il finanziamento e vedrà INRIM impegnato in tutti i 5 WP in cui è strutturato il programma. Un'intensa attività è stata anche svolta sui problemi di matematica e statistica in metrologia, in particolare termica, ed in ambito IMEKO.

Risultati conseguiti:

Termometria criogenia.

- operatività del nuovo cryocooler PulseTube;
- software aggiornato per criostato MULTICELLS;
- test e tarature nell'ambito del Contratto CERN;
- coordinamento di un Agreed Project iMERA sulla composizione isotopica del Neon.

Campioni e tubi di calore.

- nuovi tubi di calore sigillati per punti fissi e caratterizzazione di un tubo di calore a controllo di pressione al sodio per l'Amplificatore di Temperatura;
- caratterizzazione di termostato a bagno liquido per tarature di termometri per confronto tra $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $100\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- nuovi forni dedicati ai tubi di calore; messa in funzione di un controllore di pressione di disegno INRiM: realizzazione parti meccaniche, elettroniche e software dedicato; programmazione di microelettronica specifica.

Termometria a radiazione.

- primi risultati con il punto fisso Pd-C (ripetibilità, stabilità, dipendenza delle transizioni di fase dalle condizioni operative);
- scale di temperatura tra il punto dell'Al ($660\text{ }^{\circ}\text{C}$) e il Co-C ($1324\text{ }^{\circ}\text{C}$) a 900 nm e 950 nm ; I risultati ottenuti sono in ottimo accordo, ampiamente entro le incertezze stimate, con quelli ottenuti in termometria IR con il termometro InGaAs a $1,6\text{ }\mu\text{m}$;
- nuova versione del termometro campione che estende in basso il campo di misura fino al punto dello Zn ($419\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Ridefinizione del kelvin.

- riferibilità delle misure termiche per il termometro acustico dell'INRiM attraverso taratura ai punti fissi con tecnica dedicata;
- avvio realizzazione del termostato in bagno a liquido per il DCGT del PTB;
- studio per la realizzazione e termostatazione della cella per il DBT;
- partecipazione al JRP iMERA Plus "Determination of the Boltzmann Constant" in 5 su 5 "work-packages"

Campioni per l'igrometria.

- confronto sperimentale e documentazione dell'incertezza del generatore a miscela/diluizione;
- misure relative al confronto chiave EUROMET P621 e rapporto preliminare;
- progettazione e realizzazione di una pompa centrifuga in AISI 316L a tenuta di vuoto.

I risultati conseguiti sono descritti in 19 lavori presentati a TEMPMEKO 2007 e 10 pubblicazioni su riviste con fattore di impatto.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

Il livello dei campioni di termometria ed igrometria, così come l'esperienza accumulata in tecniche di misura e controllo termico e quella relativa al trattamento statistico dei dati, collocano l'INRIM in una consolidata posizione tra i primi laboratori a livello mondiale e garantiscono la base utile per la partecipazione a tutte le metodologie di misura di k_B , fornendo un contributo sostanziale alla ridefinizione del kelvin.

La conoscenza sempre più accurata delle temperature, da quelle criogeniche alle alte temperature, e dell'umidità è di fondamentale importanza per lo sviluppo di nuove e più efficienti tecniche di produzione volte

al risparmio energetico e alla riduzione dell'inquinamento e per il controllo e monitoraggio dei problemi ambientali e climatici. I risultati conseguiti consentono di realizzare campioni di trasferimento per i laboratori di taratura e prova e di studiare nuovi trasduttori e metodi di misura per applicazioni scientifiche e industriali di precisione (industria dei semiconduttori, industria aerospaziale e nucleare, produzione di materiali compositi, industria dei gas puri, produzione gas naturale, industria alimentare).

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

In linea generale le attività intraprese ed i risultati conseguiti sono coerenti con la programmazione.

Si segnala tuttavia:

in criogenia la messa a punto del criostato richiede una sua prosecuzione nel 2008;

criticità nella costruzione di un prototipo dell'amplificatore di temperatura per il NIM cinese che tiene conto, per la prima volta, dell'insieme complessivo di sistemi innovativi, sviluppati negli anni recenti presso l'INRIM;

in igrometria il maggiore scostamento tra i risultati attesi e quelli conseguiti riguarda il nuovo generatore termodinamico per umidità in tracce in particolare nella progettazione e simulazione numerica del nuovo saturatore.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
"Experimental and statistical studies on CERN metrological secondary thermometers"	CERN (Ginevra)	Contratto K1030/AT
The EVITherM Society	35 membri Europei	Vice Presidenza INRIM
CNR-PAN (Polonia)	INTiBS (Wroclaw)	Accordo e scambio di visite
Commissione Europea (EVITHERM)		Adempimenti finali che termineranno nel 2008
IsoNeon MeP-ITS90	IRMM, LNE-INM, VSL-NMi, INTiBS, NRC, NIST, AIST-NMIJ	Coord. INRIM del JRP iMERA+
New Temperature Fixed Points		Proposta JRP iMERA+
MeO TempAmp ITS-90		Proposta JRP iMERA+
"Determination of the Boltzmann Constant"	CEM, DFM, INRiM, IRMM, LNE-INM/CNAM, NPL, UPN (FR), UNINA (IT), POLMI (IT), UVa (ES)	Proposta JRP iMERA+
"Construction of two gas-controlled Heat Pipes"	NIM (Cina)	Contratto con NIM
"Construction of a thermostatic bath for the new determination of the Boltzmann constant"	PTB (Germania)	Contratto con PTB
"Controllore di pressione per la metrologia della temperatura e della pressione"	Università degli Studi di Cassino	
"Studio di sensori capacitivi all'ossido di alluminio"	GE Sensing	Contratto di ricerca