

laboratorio, unico nel suo genere al mondo, per sottoporre i provini a cicli di sollecitazioni termiche, meccaniche e chimiche.

Impianti sperimentali

Le attività relative agli impianti sperimentali hanno riguardato il completamento delle prove sull'impianto PCS *Prova Collettori Solari* dei tubi ricevitori di tipo commerciale (Schott) e l'inizio delle prove sui tubi ricevitori ENEA di terza generazione e inoltre la sperimentazione di condizioni anomale di funzionamento, tra cui la solidificazione dei sali nei tubi, e le relative procedure di recupero.

Per quanto riguarda lo sviluppo di componenti originali ENEA è proseguita la progettazione di una sezione di prova in bypass per studi su componenti di linea, dispositivi e strumentazioni speciali per circuiti a sali fusi e la progettazione di un circuito asservito al serbatoio sali fusi per lo studio del processo di generazione vapore in scambiatori sali fusi/acqua in condizioni reali di esercizio.

Progettazione

L'attività più impegnativa del 2007 è stata la progettazione, in collaborazione con l'ENEL, dell'impianto Archimede di Priolo Gargallo e in particolare la definizione dello schema generale di impianto con relative simulazioni di processo, l'elaborazione delle specifiche tecniche dei componenti, la determinazione dei carichi sul terreno e il calcolo delle perdite di carico e delle dispersioni termiche nelle tubazioni.

Altre importanti attività di progettazione hanno riguardato diverse applicazioni dell'energia solare concentrata, tra cui un impianto di dissalazione alimentato con energia solare, da realizzare in Libia, un impianto prototipico modulare per la trigenerazione (Progetto TREBIOS, nell'ambito dell'iniziativa Industria 2015) e un nuovo progetto per l'ibridizzazione tra fonte solare ed energia rinnovabile da biomasse.

CARBONE PULITO/ZERO EMISSION

Obiettivo del progetto è la messa a punto e dimostrazione di una tecnologia innovativa "zero emission" per la generazione combinata di energia elettrica e idrogeno basata sulla gassificazione del carbone – o anche sottoprodotti di lavorazioni industriali quali tar, eventualmente miscelati con biomasse – caratterizzata dalla drastica riduzione delle emissioni d'inquinanti e dal confinamento geologico della CO₂ in bacini carboniferi.

E' stato messo a punto il progetto di Ente sul carbone pulito ad emissioni zero, che vede un coinvolgimento sinergico di ENEA e delle sue partecipate, principalmente Sotacarbo, e mirato alla realizzazione di un dimostrativo di un impianto basato sulla produzione combinata di elettricità e idrogeno da carbone con storage della CO₂. Sono coinvolti nel progetto operatori sia industriali che del mondo della ricerca.

E' stata rappresentata l'Italia in importanti consessi internazionali che vedono un gran numero di Paesi, sia sviluppati che a economia emergente, coinvolti in attività di sviluppi tecnologici e di definizione di normative relative alle tecnologie CCS per l'impiego sostenibile dei combustibili fossili con cattura e storage della CO₂. In particolare si è contribuito alla stesura dei documenti tecnici della piattaforma europea ZEP *Zero Emission fossil fuel Power plants* e del CSLF *Carbon Sequestration leadership Forum*.

ENERGIA DISTRIBUITA

E' stato messo a punto il progetto di Ente sull'energia distribuita rivolto alla realizzazione di due o più dimostratori in quei contesti ove i parametri energetici/ambientali risultano particolarmente critici, come ad esempio le isole minori ad alta vocazione turistica, ove le reti e le infrastrutture (elettricità, acqua, rifiuti, trasporti e comunicazioni) sono spesso deboli, poco efficienti e soprattutto poco capaci di rispondere alla forte variazione della domanda dovuta al picco dell'attività turistico/alberghiera nei

mesi estivi. Sono state individuati come siti per la realizzazione dei dimostratori una delle isole dell'arcipelago della Maddalena e una delle isole minori della regione Sicilia.

Per quanto riguarda l'arcipelago della Maddalena, motivazioni socio-economiche oltre a quelle di natura squisitamente tecnica, hanno portato a localizzare l'intervento sull'isola di Caprera, preferibilmente presso un villaggio turistico. Nonostante la rete elettrica e quella idrica dell'isola siano collegate a quelle della regione Sardegna, il contesto locale è stato valutato tale da rendere non solo efficace, ma anche visibile, il dimostratore. Il dimostratore ipotizzato, in particolare, sarà costituito dall'impiego della tecnologia fotovoltaica per la produzione di energia elettrica, da azioni di efficienza energetica applicata al patrimonio edilizio, dall'introduzione di alcune microvetture ecologiche per brevi spostamenti locali e relativa rete di manutenzione, da una razionalizzazione del ciclo dei rifiuti e della gestione della risorsa idrica e, infine, da interventi sul patrimonio forestale.

Relativamente all'isola minore della regione Sicilia, l'attività svolta ha riguardato l'individuazione dei parametri caratteristici dell'isola, in base ai quali effettuare la scelta. Fra questi, si è tenuto conto, per esempio, di eventuali vincoli derivanti dal rientrare tra le aree a tutela, del potenziale interesse da parte dei soggetti istituzionali preposti, della presenza di attività produttive che possano beneficiare dell'intervento, del rapporto tra residenti fissi e stagionali, della densità abitativa, del costo effettivo dell'energia elettrica e dell'acqua, delle modalità di approvvigionamento di acqua, gas per uso domestico, combustibile per le centrali elettriche e delle infrastrutture dei servizi. Sulla base di queste e altre considerazioni, l'isola più idonea per la realizzazione del dimostratore è stata quella di Pantelleria, seguita da Lampedusa e Favignana.

NUOVE TECNOLOGIE PER IL FOTOVOLTAICO

Fotovoltaico a film sottili: messa a punto di un processo di fabbricazione di moduli fotovoltaici a giunzione tandem silicio amorfo/silicio microcristallino

Il laboratorio del Centro di Portici ha proseguito l'attività di sviluppo delle celle "micromorph" individuando, tra diversi regimi di deposizione del silicio microcristallino con tecnica Very High Frequency PECVD, un regime molto interessante per applicazioni industriali: utilizzando un più alto valore del rapporto potenza/pressione durante la deposizione del materiale si ottengono frazioni cristalline costanti in un ampio intervallo di concentrazione di silano. Tale risultato è di estremo interesse per macchine di processo industriali dove nelle camere di reazioni le miscele dei gas reagenti sono non perfettamente uniformi, date le dimensioni (moduli di area da 1 a 5 m²).

Fotovoltaico emergente: sviluppo di celle fotovoltaiche polimeriche

Allo scopo di acquisire competenze e definire le principali problematiche delle tecnologie per la realizzazione di celle fotovoltaiche polimeriche, è stato messo a punto un processo utilizzando materiali di partenza già disponibili in commercio e già testati con successo da altri gruppi di ricerca. Sono state affrontate le varie incertezze connesse con la deposizione dei materiali polimerici, il controllo della loro morfologia, la realizzazione dei contatti e la caratterizzazione dei dispositivi. Sono state realizzate celle fotovoltaiche, caratterizzate da picchi di quantum efficiency del 45% ed efficienze di conversione fotovoltaica del 0.5%, tra i migliori risultati ottenuti in Italia.

Sviluppo di processi a bassa temperatura per celle in c-Si

Vista la tendenza all'utilizzo di wafer sempre più sottili per la realizzazione delle celle solari in silicio cristallino è di grande interesse sviluppare processi a bassa temperatura in maniera da ridurre lo stress termomeccanico e aumentare le rese di produzione. In questo settore si è lavorato sui seguenti processi:

- Trattamenti superficiali in plasma NF₃ per testurizzare le superfici di wafer di silicio multicristallino (mc-Si): il processo consente di mantenere una buona passivazione superficiale e di abbassare notevolmente la riflettanza.

- Riflettore di Bragg: si è sviluppato un riflettore dielettrico composto da un multilayer di a-Si:H/SiNx, per migliorare la riflettività della faccia posteriore delle celle solari e aumentare quindi la generazione nel vicino infrarosso nel caso di wafer sottili.
- Celle solari a-Si:H/c-Si su mc-Si: è stato messo a punto un processo di realizzazione di celle solari a eterostruttura a-Si:H/c-Si su mc-Si tutto a bassa temperatura (< 300 °C) e arrivando a ottenere un'efficienza del 15% su larga area.
- Celle solari bifacciali: utilizzando tecniche laser, sono state sviluppate delle celle solari bifacciali in grado di catturare sia la luce diretta dal lato frontale che parte della luce diffusa incidente sul lato posteriore.
- Cella BEHIND Back Enhanced Heterostructure with INterDigitated contact: si tratta di una cella con entrambi i contatti elettrici sul lato posteriore in modo da evitare le perdite per ombreggiamento dovute alla griglia. Il processo sviluppato presso il C.R. Casaccia è stato brevettato e prevede l'utilizzo di eterostrutture a-Si:H/c-Si per la realizzazione di entrambi i contatti.

NUOVE TECNOLOGIE PER LE BIOMASSE

Gassificazione con reattore innovativo a letto fluido ricircolante

Nell'ambito del progetto HYDROSYN, è stata completata la progettazione esecutiva di un innovativo reattore del tipo a letto fluido (di cui è stata richiesta la brevettazione) per la gassificazione a ossigeno-vapore di biomasse. Il reattore è il cuore di un impianto prototipo da 1 MWth i cui lavori di costruzione sono già iniziati e saranno completati per Giugno 2008. Sono state apportate innovazioni e ottimizzazioni ai componenti impiantistici al fine di superare problemi di gestione e affidabilità del sistema. In particolare è stato modellato, progettato e realizzato, nelle officine della Sezione, uno scrubber a biodiesel capace di operare in diverse modalità. Il componente è stato installato e testato sull'impianto con interessanti risultati. Il prototipo da 1 MW è stato pensato e progettato tenendo presente che si utilizzerà come impianto sperimentale del progetto Europeo UNIQUE, a cui l'ENEA partecipa insieme all'Università dell'Aquila e ad altri partners Europei. Tale progetto prevede la realizzazione di un'apparecchiatura integrata capace di svolgere nello stesso tempo la funzione di gassificazione della biomassa, di filtraggio e catalisi del syngas prodotto per mezzo dell'introduzione nel reattore di gassificazione Trisaia di speciali candele ceramiche.

Bioreattore innovativo a diffusione per l'ottenimento di etanolo da biomasse lignocellulosiche

È stato costruito e sono state condotte campagne sperimentali su un reattore innovativo (brevetto ENEA) basato sulla diffusione degli zuccheri attraverso un setto poroso/membrana da una camera di idrolisi a una di fermentazione. Su un prototipo da 10 l, realizzato adattando un bioreattore commerciale sono stati determinati i parametri della cinetica chimica e quelli della diffusione molecolare, dati essenziali anche per la realizzazione di prototipi a scala pre-industriale nell'ambito del progetto BITRAS *BIocarburanti per il TRAsporto Sostenibile*. Il processo così condotto ha permesso di ottenere significativi incrementi di resa rispetto ai bioreattori tradizionali a camera unica. I risultati dipendono dal substrato in esame e sono particolarmente interessanti nel caso si utilizzi direttamente biomassa proveniente dalla steam explosion (quindi non detossificata) per la quale la resa di conversione della cellulosa a etanolo aumenta del 30%.

NUOVE TECNOLOGIE PER IL SOLARE TERMICO

Le attività sul solare termico a bassa temperatura hanno riguardato prevalentemente l'esecuzione, su commessa delle aziende operanti nel settore, di prove di qualificazione e caratterizzazione energetica di collettori e sistemi solari termici a bassa temperatura secondo le normative europee EN12975 ed EN12976 e relativa emissione di certificati con marchio SINAL.

Nel 2007, a seguito dell'obbligo (previsto dalla Legge Finanziaria) di qualificazione dei componenti e sistemi solari si è verificata una forte crescita delle richieste di certificazione e per far fronte a tali

esigenze si è provveduto al potenziamento delle sezioni di prova con un raddoppio delle linee portando a sei i collettori testabili in parallelo.

E' proseguita inoltre la partecipazione e il supporto ai comitati tecnici europei di normazione sul solare termico (CEN TC312) in qualità di rappresentante nazionale e sono state svolte attività di ricerca su modelli dinamici di caratterizzazione componenti solari e studi di valutazione sulle potenzialità di sviluppo delle tecnologie di solar heating and cooling in Italia.

ECOBUILDING

Nel corso dell'anno è stata sviluppata la progettazione d'interventi di efficienza energetica su edifici per la realizzazione di due interventi dimostrativi. Il primo, da realizzare nell'ambito di un Contratto di Quartiere presso il Comune di Rossano Calabro, ha riguardato tre edifici: un edificio non residenziale, un edificio residenziale per edilizia popolare e un edificio dedicato a residenze per anziani. L'edificio non residenziale ha visto l'applicazione di tecniche di ground cooling, fotovoltaico integrato e sistemi di controllo avanzato. Nell'edificio per case popolari sono state studiate soluzioni di riscaldamento a pavimento radiante alimentato da pannelli solari termici, mentre nell'edificio per residenze per anziani è stata data una consulenza generale in tema di efficienza dell'involucro e orientamento ottimizzato. Il secondo intervento ha riguardato uno studio di fattibilità per l'efficientamento della sede della AEEG di Roma (Via dei Crociferi). Questo studio ha permesso di valutare le possibili alternative di intervento da sottoporre alla direzione della Autorità. La soluzione prescelta prevede l'isolamento a cappotto di alcune superfici dell'edificio, la sostituzione degli infissi, l'adozione di strategie di ventilazione notturna e la sostituzione degli impianti esistenti con pompe di calore ad assorbimento.

LOGISTICA PER UNA MOBILITÀ SOSTENIBILE

Il modello SiMOD di previsione della domanda di trasporto merci in Italia è nato dalla collaborazione fra l'ENEA e la CLES S.r.L., *Centro di Ricerche e Studi sui Problemi del lavoro, dell'Economia e dello Sviluppo*. Il modello SiMOD, basandosi su un insieme molto articolato di dati economici e di trasporto resi sistematicamente disponibili da più fonti statistiche consente di ricostruire le matrici provinciali origine / destinazione del traffico merci, sia nazionali che internazionali, per tutti i modi di trasporto, nonché l'elaborazione di scenari evolutivi della domanda di trasporto merci per l'orizzonte temporale scelto a riferimento per le analisi di piano. Il modello è stato concepito per completare la catena di modelli informatizzati sviluppata dall'ENEA finalizzata alla simulazione e alla valutazione multicriteriale di scenari d'intervento sul sistema nazionale del trasporto merci multimodale. La catena di modelli attualmente comprende un modulo di calcolo che ricostruisce i percorsi, anche plurimodali, utilizzati dagli operatori del trasporto merci per gli spostamenti da una determinata area di origine a una determinata area di destinazione, calcolando poi il carico della rete risultante; inoltre sono presenti un codice per il calcolo di consumi ed emissioni atmosferiche, un ulteriore modulo per stimare gli indicatori di redditività economica degli investimenti previsti negli scenari d'intervento e, infine, un modulo di calcolo di indicatori per il confronto multicriteriale delle diverse ipotesi d'intervento.

La disaggregazione provinciale è stata resa possibile grazie all'utilizzo di un modello gravitazionale di nuova formulazione calibrato a livello regionale e successivamente applicato a livello provinciale che collega i flussi commerciali positivamente con il reddito e il livello di produttività delle aree di scambio e negativamente con la mutua accessibilità. La metodologia messa a punto e i modelli software sviluppati consentono un aggiornamento costante delle stime e la loro replicabilità nel tempo, anche attraverso procedure standardizzate e interfacce user-friendly.

Il modello SiMOD è stato applicato inizialmente per ricostruire i dati della domanda di traffico merci in Italia per tutte le modalità di trasporto. Grazie a questo modello che si configura come strumento di previsione sino ad orizzonti di medio periodo si è riusciti a completare la catena di modelli prima descritti e quindi ormai l'ENEA dispone di uno strumento software di simulazione di scenari di pianificazione del sistema nazionale del trasporto merci, con auspicabile ruolo di supporto nella politiche nazionali del trasporto.

EFFICIENZA ENERGETICA

Pianificazione energetica territoriale

E' stato effettuato uno studio sul patrimonio edilizio della Regione Sicilia finalizzato a valutare l'impatto socio-economico della certificazione energetica nella Regione. Grazie ai dati forniti dall'ISTAT – Censimento della Popolazione e delle Abitazioni 2001 – si è ricostruito il quadro dello stato del patrimonio edilizio a livello provinciale.

Si è proceduto inoltre alla realizzazione di uno Studio propedeutico al Piano Energetico della Regione Lazio. L'analisi effettuata ha permesso di individuare una serie di possibili azioni ritenute in grado di incidere significativamente sul sistema energetico regionale: adeguamento legislativo e normativo dei Piani territoriali e settoriali; incentivazione finanziaria; accordi volontari; informazione e formazione; certificazione energetica; ESCO; potenziamento delle strutture regionali e locali in materia di energia; forum regionale energia e ambiente; verifica del conseguimento degli obiettivi.

Nell'ambito del PON ATAS si è proceduto: all'elaborazione - aggiornamento delle Basi dati energetico- ambientali per le Regioni Campania, Puglia, Basilicata, Sardegna, Sicilia e Molise; è stata fornita assistenza tecnica alle suddette Regioni per la predisposizione di bandi sulle fonti rinnovabili e l'efficienza energetica; sono state completate alcune diagnosi energetiche nel settore ospedaliero ed è stato effettuato uno studio sui consumi energetici del settore lattiero - caseario in Sardegna.

Sviluppo e applicazioni dell'efficienza energetica negli edifici

Al fine di rispondere al Dlgs. 192/05 di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa alle prestazioni energetiche degli edifici (EPBD) che prevede, all'articolo 6 comma 9, la definizione di metodi semplificati per la certificazione energetica, che minimizzino gli oneri per gli utenti, insieme con l'ITC-CNR, è stata sviluppata una metodologia d'intervento e un software denominato DOCET, attraverso un'interfaccia semplificata che minimizza le richieste di dati quantitativi e il cui motore di calcolo è basato sul quadro normativo CEN definito a supporto della EPBD. Lo strumento è stato aggiornato per renderlo più flessibile alle richieste degli utilizzatori, tecnici professionisti e Regioni.

Nell'ambito del progetto europeo EPA-NR *Energy Performance Assessment of Non Residential buildings*, finalizzato allo sviluppo di una metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche di edifici non residenziali sono stati sviluppati e testati tre strumenti operativi:

- Protocollo preliminare per la raccolta dei dati dell'edificio.
- Protocollo d'ispezione del sistema edificio-impianto per la raccolta di tutti i dati necessari per l'esecuzione del calcolo ma non disponibile da documentazione.
- Software per il calcolo, parzialmente semplificato, delle prestazioni energetiche degli edifici in funzione dei consumi.

Sono stati eseguiti cinque casi studio della metodologia completa su altrettante tipologie di edifici: scuola, uffici, ospedale, biblioteca/museo, albergo.

E' stata svolta inoltre un'azione di supporto al WWF nell'organizzazione e realizzazione di giornate di formazione e sensibilizzazione dei cittadini sui temi dell'efficienza energetica. Tali eventi sono stati promossi in alcune piazze, in Italia, per promuovere risparmio ed efficienza.

Progetto SICENEA

Il Progetto, finanziato dalla Regione Sicilia, consiste in una serie d'iniziative di formazione, informazione e sensibilizzazione sull'uso delle fonti rinnovabili d'energia e dell'efficienza energetica con implementazione di una rete di strutture informative provinciali. Si tratta di un programma, pluriennale che si concluderà a fine 2008. Le azioni previste sono: corsi di aggiornamento tecnico per progettisti, funzionari pubblici, energy manager, installatori e altri operatori di settore; attivazione in ciascuna delle nove Province Regionali, di un "Ufficio Energia provinciale" dotato di competenze tecniche di livello superiore, appositamente formate; coinvolgimento della scuola attraverso l'azione "Sicilia educarsi al futuro". Allo sviluppo del progetto partecipano altri partner scientifici come la FIRE, l'Università di Palermo (DREAM) e il Politecnico di Milano (BEST). Sono stati effettuati: corsi di formazione di tecnici degli Uffici Energia provinciali; corsi di aggiornamento tecnico di progettisti, funzionari e operatori di settore; stage presso la Casaccia di ingegneri e tecnici degli Uffici Energia, Forum di presentazione dei risultati raggiunti; premiazione di 15 classi delle circa 100 scuole e 400

classi che hanno aderito all'iniziativa "Educarsi al futuro". Si è proceduto inoltre alla caratterizzazione regionale della metodologia e del codice DOCET che la Regione ha deciso di adottare per la Certificazione energetica degli edifici.

MOBILITÀ E TRASPORTI

Tecnologie per veicoli innovativi

Nell'ambito di specifiche applicazioni di veicoli ibridi di tipo MHEV *Micro Hybrid Electric Vehicle*, con impianto elettrico a tensione nominale di 12V, L'ENEA ha sviluppato e brevettato con MAGNETI MARELLI Powertrain SpA un Sistema di Accumulo Energetico Integrato. L'attività iniziata nel 2006 si è conclusa nel 2007 con la presentazione al Global Powertrain Congress 2007, tenutosi a Berlino a giugno.

La realizzazione è in una singola unità, dotata di terminali per il collegamento diretto con l'impianto elettrico del veicolo e permette la disposizione su architetture di veicolo Micro Hybrid in configurazione di tipo Belt Alternator Starter. La configurazione rappresenta la naturale evoluzione delle configurazioni di veicolo tradizionali di prossima larga diffusione nel mercato, studiata da MAGNETI MARELLI Powertrain SpA, in grado di effettuare lo spegnimento del motore a combustione interna (MCI) durante le fermate del veicolo nel traffico in ambito urbano, funzionalità Stop/Start, il recupero di una parte dell'energia che il veicolo mette a disposizione nelle fasi di rallentamento e di frenata, energia altrimenti dissipata, operazione di *Re-generation*, mantenendo inoltre il funzionamento da normale alternatore di bordo, modalità *Generation*. Il risultato è una riduzione delle perdite per effetto Joule e di un aumento della capacità della batteria a parità di carica estratta ovvero accumulata, con effetti positivi sulla stessa vita utile della batteria e sull'affidabilità del Sistema di Accumulo.

L'ibridizzazione dei veicoli convenzionali unita all'automatizzazione dei comandi del cambio meccanico con variazione discreta dei rapporti di marcia e della frizione mediante asservimento elettrico- elettroidraulico, anche con tecniche di tipo adattativo, sarà un equipaggiamento presente a breve termine in vari segmenti di veicolo. Le attività di sperimentazione e di caratterizzazione di drivetrain elettrici e ibridi avanzati hanno permesso di sviluppare una tecnica di controllo integrata della trasmissione robotizzata automatica, delle motorizzazioni termico-elettrico e dei sistemi a bordo del veicolo nelle operazioni di recupero in decelerazione e frenata.

Il progetto MICROCAR, promosso dall'ENEA in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Nucleare e Conversioni di Energia dell'Università "La Sapienza" e il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università di Roma 3, ha come obiettivo la realizzazione di una piccola vettura a uso prevalentemente urbano spinta da un propulsore ibrido serie con sistema d'accumulo a supercondensatori. Obiettivo del progetto è realizzare un veicolo leggero (cat. Quadriciclo leggero) in grado di raggiungere i 2 litri per 100 km.

Il veicolo è stato completato nella ciclistica e per la parte azionamento, mentre il sottosistema di generazione e quello di accumulo, completati ma non ancora montati sul veicolo, sono stati oggetto di caratterizzazione al banco. Equipaggiato con un pacco batterie al posto del motogeneratore, la vettura ha partecipato con successo alla 3° edizione della manifestazione dell'ATA *Formula Electric & Hybrid Italy*.

Mobilità urbana

E' Stato sviluppato il sistema software TRIM nell'ambito del progetto SITI *Sicurezza In Tunnel Intelligente* del Consorzio TRAIN, co-finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico. SITI si propone di studiare e sperimentare una serie di sistemi innovativi finalizzati a migliorare il processo di monitoraggio del traffico e il livello stesso di sicurezza nelle gallerie stradali di nuova costruzione o già esistenti. Le nuove tecnologie, di cui si sperimenta l'applicazione, sono finalizzate in particolare alla prevenzione degli incidenti e alla gestione in modo semiautomatico di eventuali situazioni di crisi da parte di un'apposita centrale di controllo. L'obiettivo specifico che si è inteso conseguire con la realizzazione del sistema software TRIM Traffic Incident Management è di mettere a disposizione dell'operatore del CCT Centro di Controllo del Traffico un valido strumento di supporto alle attività.

I criteri fondamentali per la scelta del piano di risposta sono in relazione alla durata dell'incidente, all'estensione dell'area d'impatto e ai ritardi che potrebbe subire il traffico. In funzione di queste stime, nonché di valori soglia e di regole predefinite dall'esperto del traffico, il sistema TRIM suggerisce all'operatore il piano di risposta più efficace tra quelli predisposti e memorizzati nella base di conoscenza.

FOTOVOLTAICO DI NUOVA GENERAZIONE

Il progetto PhoCUS, *Photovoltaic Concentrators to Utility Scale*, dell'ENEA per lo sviluppo della tecnologia del fotovoltaico a concentrazione, ha lo scopo di dimostrare la competitività, per determinate fasce di mercato, degli impianti a concentrazione rispetto ai tradizionali sistemi fotovoltaici piani.

Nel corso dell'anno è proseguita l'attività di sviluppo di celle in c-Si per la concentrazione su due linee: l'ottimizzazione del processo di realizzazione delle celle e la produzione di un piccolo lotto di celle da utilizzare per un modulo dimostrativo.

Per quanto riguarda il primo punto, è stato semplificato il processo di realizzazione dell'emitter, passando dai precedenti 3 step termici a soli 2 step termici. Successivamente sono state realizzate celle a partire da wafer di silicio con diversa resistività per valutarne le prestazioni in concentrazione.

La tecnologia del fotovoltaico a concentrazione necessita, per il suo funzionamento, di sistemi, detti eliostati o inseguitori solari, che consentono di allineare i moduli fotovoltaici con la direzione dei raggi solari con una precisione abbastanza spinta.

Nell'ambito del progetto PhoCUS è stata sviluppata una prima generazione di eliostati costituiti da un unico supporto centrale (pilastro) su cui è ancorato un sistema di azionamento alt-azimutale che provvede a movimentare un grosso piano di supporto, di dimensioni pari a circa 32 m², sul quale sono montati i moduli fotovoltaici. Questi eliostati sono caratterizzati da un'accuratezza d'inseguimento molto spinta, ma incidono pesantemente sui costi di sistema per l'elevato numero di lavorazioni meccaniche necessarie per costruirli, e per la presenza di grosse strutture metalliche saldate difficili da zincare e trasportare. E' stato avviato un processo di ottimizzazione della progettazione dell'eliostato che ha avuto come obiettivo quello di ridurre i costi di costruzione, di trasporto e di montaggio per arrivare a un modello idoneo per una produzione industriale in serie.

Il prototipo di eliostato di II generazione è stato realizzato e installato nell'Area Sperimentale di Manfredonia negli ultimi mesi del 2007. Il costo di una produzione di serie con le soluzioni trovate è sceso da 1500 €/m² a 800 €/m² (si prendono a riferimento i m² del piano moduli).

IDROGENO E CELLE A COMBUSTIBILE

Le attività svolte nel settore hanno riguardato sia l'analisi delle problematiche connesse con l'introduzione dell'idrogeno che lo sviluppo delle tecnologie relative.

In particolare, è stato completato positivamente il progetto HyWays, che ha sviluppato e valutato la "roadmap" per l'idrogeno sia a livello europeo che per 10 Stati membri, rappresentando, di fatto, il riferimento per il dispiegamento dell'idrogeno nell'UE e per un confronto con lo sviluppo previsto in altri Paesi, come gli Stati Uniti. L'ENEA nel progetto, come responsabile dell'analisi d'impatto ambientale, ha valutato gli effetti benefici derivanti dall'uso dell'idrogeno in ciascuno degli Stati membri considerati; inoltre, come ente di riferimento italiano, ha valutato i risultati ottenuti dal progetto per il dispiegamento dell'idrogeno nel contesto nazionale verificandone la loro adeguatezza.

L'ENEA ha inoltre partecipato attivamente ai lavori della Piattaforma Europea su Idrogeno e Celle a Combustibile e all'impostazione della Joint Technology Initiative Fuel Cells and Hydrogen, che gestirà i programmi europei in questo settore nei prossimi anni. Sempre in ambito internazionale, di particolare rilievo è stata la presenza in collaborazioni come gli Implementing Agreements IEA sull'idrogeno e sulle celle a combustibile e l'International Partnership for Hydrogen Economy.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle tecnologie, sono proseguite le attività di ricerca su materiali e sistemi per accumulo d'idrogeno, concentrandosi su alcuni idruri metallici di alte prestazioni a base di alluminio, all'interno di un progetto FISR avviato nella seconda metà del 2005.

E' stata inoltre avviata la collaborazione con la Marina Militare per lo studio di sistemi d'accumulo di nuova concezione per sommergibili con celle a combustibile. Il progetto, della durata di due anni, ha consentito di fare un aggiornamento dei principali metodi, materiali e sistemi di accumulo d'idrogeno e di ossigeno con la selezione di alcune soluzioni potenzialmente utilizzabili nell'applicazione prevista, con l'avvio dell'attività sperimentali sui materiali più interessanti e la progettazione preliminare ed esecutiva di dimostratori in scala di laboratorio che consentano di verificare la funzionalità dei sistemi individuati.

L'attività svolta nell'ambito della produzione di idrogeno mediante processi termochimici si è incentrata principalmente sullo sviluppo del ciclo termochimico denominato "zolfo-iodio" e sullo sviluppo dei reattori solari. Il ciclo termochimico "zolfo-iodio" consente di produrre idrogeno dall'acqua. Al termine del ciclo, le sostanze chimiche reagenti vengono riutilizzate completamente per produrre altro idrogeno, per cui l'unica sostanza che si consuma è l'acqua, mentre l'energia termica necessaria proviene dal sole.

Le attività nell'ambito delle celle a elettrolita polimerico sono articolate nella ricerca e sviluppo di materiali e componenti innovativi, nello sviluppo stack e nuove configurazioni di cella e nella realizzazione e sperimentazione di stack e sistemi da 1-5 kW, con diversi combustibili. In tale ambito l'ENEA ha realizzato e caratterizzato, sia fuori cella che in cella, materiali e componenti innovativi e ha collaborato con l'industria allo scale up dei componenti.

Sono proseguite le attività del progetto europeo ILHYPOS *Ionic Liquid-based Hybrid Power Supercapacitors*, coordinato dall'ENEA. Il progetto ha portato a risultati interessanti in termini di sviluppo di nuovi materiali "verdi" (cioè ecocompatibili) e di supercondensatori prototipi da laboratorio prodotti dall'Arcotronics e da Leclanchè Lithium.

Sono inoltre proseguite le attività del progetto europeo HYSYS *Fuel Cell Hybrid Vehicle System Component Development*. Il progetto si pone l'obiettivo di progredire in maniera significativa nello sviluppo di veicoli a celle a combustibile e l'ENEA ha condotto le attività preliminari di analisi delle caratteristiche dei campioni di batterie al litio da provare, delle specifiche delle prove da effettuare e di adattamento e modifica delle stazioni di prova per adeguarle alle specifiche esigenze. E' stato infine avviato il progetto europeo ILLIBAT, *Ionic Liquid-based Lithium Batteries*, relativo allo sviluppo di batterie al litio utilizzando componenti con liquidi ionici, della durata di 3 anni a partire da gennaio 2007. L'ENEA ha prodotto liquidi ionici e catodi con materiali diversi, sottoponendoli a successiva caratterizzazione elettrochimica per individuare il materiale e la composizione più adatta all'uso in batterie al litio.

ENERGETICA AVANZATA

Il programma per la produzione d'idrogeno mediante gassificazione del carbone (ciclo Zecomix) prevede un insieme di attività di simulazione e sperimentazione per lo studio di un processo integrato focalizzato sulla produzione di H₂ con il metodo ZEC *Zero Emission Coal* con sequestrazione geologica della CO₂ mediante processo di mineralizzazione e contemporanea produzione di energia elettrica zero emission. E' stata completata la progettazione dei principali componenti dell'impianto sperimentale Zecomix, ed è stata approntata la modellistica per la simulazione dinamica dell'impianto e dei processi chimico fisici connessi.

Inoltre nell'ambito dei progetti COHYGEN e CARBOMICROGEN sono state realizzate alcune attrezzature da laboratorio e un mini impianto di gassificazione per lo studio delle fenomenologie connesse sia alla gassificazione che all'assorbimento della CO₂ da parte di ossidi solidi, ottenendo i primi risultati sperimentali di cattura ad alta temperatura della CO₂ dal syngas.

Nell'ambito del progetto HIT-WASTE-ITEA, che si propone lo sviluppo di tecnologie termochimiche a elevata temperatura e a basso impatto ambientale, per il trattamento di prodotti residuali, di tipo speciale e/o tossico nocivi, e il recupero energetico da essi, le attività svolte hanno riguardato la conclusione della sperimentazione, condotta con l'ausilio di un laboratorio mobile di diagnostica della combustione.

Per il Progetto HYDROSYN, orientato allo sviluppo di tecnologie di produzione e combustione a basso impatto ambientale di combustibili gassosi a elevato contenuto d'idrogeno, partendo dalla massificazione di biomasse, le attività hanno riguardato lo studio numerico per l'ottimizzazione del progetto di un bruciatore per turbina a gas Ansaldo, lo sviluppo di schemi cinetici ridotti di combustione del syngas e lo sviluppo sistemi diagnostici non invasivi.

Nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione ENEL.ITEA-ENEA finalizzato alla dimostrazione su scala pre-industriale (48 MWt) di una tecnologia CCS per lo sfruttamento sostenibile di combustibili fossili in un'ottica zero-emission, sono state svolte simulazioni numeriche del processo, per lo studio dei campi medi e dinamici delle principali grandezze chimico-fisiche, con codici commerciali (FLUENT) e codici proprietari (HEART) e sono state studiate soluzioni innovative per il pompaggio stabile dello slurry di carbone.

Il progetto FISR citato in precedenza prevede, per le celle a carbonati fusi, lo sviluppo di materiali e componenti innovativi, la sperimentazione di un impianto da 125 kW disponibile (presso il C.R. Trisaia con bio-combustibili d'origine diversa), lo sviluppo di sistemi combinati cella/turbina, attraverso la realizzazione e sperimentazione di un sistema da 125 kW (presso il C.R. Casaccia, costituito da un emulatore della cella accoppiato con una turbina) e l'analisi d'impatto ambientale e del ciclo di vita.

Sono stati caratterizzati in cella materiali catodici alternativi all'ossido di nichel, è stata studiata la corrosione dei materiali metallici in elettroliti di diversa composizione e completato lo sviluppo di processi automatici per la ricopertura con alluminio dei piatti bipolari.

Infine, sono proseguite le attività di due progetti europei FCTESQA *Fuel Cell Testing, Safety and Quality Assurance*, e FCTEDI *Fuel Cell Testing and Dissemination*, coordinati da ENEA, relativi alla definizione e diffusione delle procedure di prova dei componenti e del sistema con celle a combustibile nel suo insieme.

L'impianto MICROBO *MICROgravity BOiling*, realizzato con finanziamento dell'ASI *Agenzia Spaziale Italiana*, per eseguire prove di ebollizione in convezione forzata all'interno di tubi in condizioni di microgravità, è stato completamente riprogettato e ricostruito secondo i nuovi criteri di sicurezza imposti dall'ESA (Agenzia Spaziale Europea) per l'esecuzione di prove in volo parabolico.

L'impianto presenta caratteristiche d'unicità a livello sicuramente Europeo, essendo tra i pochi impianti esistenti al mondo per prove di questo tipo. Le condizioni di microgravità vengono ottenute con voli parabolici a bordo di un Airbus A300, gestito da Novespace (Società Francese del CNES, Agenzia Spaziale Francese) ed ESA, su cui viene montato l'impianto sperimentale. Nel corso dell'anno, oltre alla ricostruzione dell'impianto, è stata effettuata la quarta campagna sperimentale (ESA PF47), sempre presso l'aeroporto di Bordeaux.

E' stato completamente riprogettato e ristrutturato l'impianto sperimentale MISHTRA *MicroScale Heat TRansfer* al fine di poter eseguire prove sperimentali di ebollizione in microtubi. Sono state eseguite le prime prove sperimentali con i tubi di diametro maggiore per collaudare l'impianto e verificarne la funzionalità nelle condizioni estreme di prova.

3.4 DIPARTIMENTO TECNOLOGIE FISICHE E NUOVI MATERIALI (FIM)

GOVERNO E SICUREZZA RETI TECNOLOGICHE ED ENERGETICHE

Dare all'ENEA un ruolo di primo piano nel sostenere il Sistema Paese ad affrontare le nuove sfide poste dalla globalizzazione e dai processi di privatizzazione delle Grandi Reti Tecnologiche e di liberalizzazione dei mercati. Questo ruolo potrà avere un pieno riconoscimento attraverso la concretizzazione di un sistema organico di conoscenze, tecnologie ICT, metodologie e modelli sviluppati nel progetto.

Dal punto di vista strategico, è stata creata una rete composta da rappresentanti di operatori/proprietari di reti, industrie del settore (prevalentemente del Gruppo Finmeccanica), enti di ricerca e università, attraverso la quale il Progetto ENEA ha acquistato una grande visibilità. Esso costituisce ormai il Progetto italiano di riferimento nel campo della Protezione delle Infrastrutture Critiche.

Per quanto riguarda la partecipazione al Progetto EU-FP6 IRRIS *Integrated Risk Reduction of Information-based Infrastructure Systems* si è proseguito insieme ai partner italiani ACEA e TELECOM Italia nella definizione dei requisiti della tecnologia da sviluppare per facilitare la messa in comune d'informazioni sullo stato delle reti, onde evitare fenomeni di caduta a cascata. Sempre sulla base delle conoscenze fornite da ACEA e TELECOM Italia, si è proseguito nelle attività di modellazione topologica e funzionale allo scopo di mettere in evidenza punti di maggior vulnerabilità delle due reti e definire degli scenari di prova della tecnologia sviluppata. Sono stati sviluppati degli algoritmi per l'analisi topologica delle reti e si è costruita una piattaforma WEB per renderli disponibili agli utenti. Si è costruito un primo prototipo di piattaforma di test. L'azione proseguirà negli anni 2008-2010 mirata a realizzare in Casaccia un Laboratorio d'integrazione e prova (*Testbed*) per il test delle tecnologie e delle soluzioni ICT sviluppate.

Nell'ambito della partecipazione al Progetto MUR CRESCO *Centro Computazionale di RicErca sui Sistemi Complessi* sono stati sviluppati codici per la valutazione dell'affidabilità delle reti, per l'analisi di vulnerabilità e per l'ottimizzazione nei processi di riconfigurazione. Sono state avviate le attività per la progettazione e realizzazione di una piattaforma d'integrazione di codici e simulatori diversi per l'analisi delle interdipendenze tra diverse reti tecnologiche. L'azione proseguirà negli anni 2008-2010 mirata a realizzare a Portici un Centro Nazionale di Analisi e Simulazione di Infrastrutture Critiche da mettere a disposizione degli operatori delle diverse infrastrutture, del Dipartimento della Protezione Civile e delle Autorità locali preposte alla gestione delle emergenze.

Sono state avviate le attività per lo sviluppo di un Sistema di *Early Warning* per la zona della Val D'Agri, della regione Basilicata. L'azione proseguirà negli anni 2008-2010 mirata a realizzare in Trisaia un Sistema di *Early Warning* per la protezione delle reti di distribuzione di Olio combustibile, Gas metano, Elettricità e Acqua potabile di validità generale, con un'applicazione pilota per l'area petrolifera della Val D'Agri, Basilicata.

Nell'ambito della partecipazione al Progetto EU-FP6 CI2RCO *Critical Information Infrastructure Research Coordination* è stata prodotta un'Agenda di Ricerca Europea nel campo della Protezione delle Infrastrutture Critiche Informatizzate.

Sono proseguite le iniziative di *knowledge transfer* dal mondo specialistico della Scienza della Complessità al mondo applicativo dei gestori e/o proprietari di reti tecnologiche relative al Progetto EU-FP6 GIACS *General Integration of the Applications of Complexity in Science*.

NUOVI MATERIALI PER L'ENERGIA

Lo sviluppo di nuovi materiali, in particolare nanofasici e nanostrutturati, è finalizzato alla realizzazione di soluzioni tecnologiche avanzate relative a tematiche energetiche sia sul versante della generazione sia su quello dell'utilizzo finale in processi a elevato rendimento. Il Progetto affronta alcune tematiche di particolare criticità in cui la disponibilità di materiali dotati di opportune

predefinite proprietà condiziona la realizzazione di soluzioni tecnologiche nei settori della generazione, del trasporto e dell'utilizzo finale dell'energia.

Al fine di evidenziare le tecnologie e i prodotti che l'ENEA si propone di realizzare operando nel contesto di un partenariato idoneo al trasferimento nei settori produttivi specifici delle conoscenze acquisite, il progetto è stato articolato in 5 aree, per le quali si riportano le maggiori realizzazioni:

Materiali e componenti per cicli energetici ad alta temperatura e potenza

- E' stato sviluppato e brevettato un materiale composito SiC-AlN che presenta un'elevata resistenza all'ossidazione fino a 1500°C, un'elevata tenacità e affidabilità anche grazie al fenomeno di riparazione di difetti durante l'esercizio denominato "crack-healing".
- E' stato anche sviluppato un materiale composito ZrO₂-Al₂O₃ altamente performante in condizioni di elevato stress meccanico che permette di aumentare il tempo di vita di componenti soggetti a particolari livelli di stress.
- Sono stati realizzati prototipi in SiC monolitico, mediante tecniche di pressatura isostatica a freddo e lavorazione meccanica con macchine a controllo numerico con interfaccia CAD-CAM. Quest'attività rientra in progetti di ricerca nazionali che prevedono la realizzazione di prototipi di pala di turbina per motori aeronautici.
- Si sono realizzati manufatti di piccola dimensione di YAG ceramico trasparente monolitico, tramite tecnica di slip-casting o pressatura, e successiva sinterizzazione in alto vuoto.

Materiali per l'idrogeno, le celle a combustibile

- I risultati ottenuti, relativamente al problema maggiormente critico per la messa a punto di una soluzione tecnologica per lo storage di idrogeno quale quello della temperatura di rilascio dell'idrogeno, hanno consentito di passare dai circa 450°C dell'idruro di Mg non trattato ai circa 180°C dei nano-microcompositi recentemente sviluppati.
- Per quanto riguarda l'inglobamento in matrice di idruri convenzionali si sono ottenuti notevoli risultati mediante inglobamento in silice porosa, mettendo a punto una procedura per la realizzazione di compositi meccanicamente stabili al ciclaggio con idrogeno.
- L'utilizzo di queste pellets per la realizzazione di serbatoi con migliorate capacità di gestione in termini di stabilità dimensionale e scambio termico rappresenta il naturale proseguo dell'attività. Le conoscenze sviluppate troveranno applicazione nello sviluppo di componentistica per la realizzazione di un progetto che punta all'integrazione di tecnologia a idrogeno nella gestione dei servizi di una nave commerciale.
- Per le celle a combustibile a elettrolita polimerico, i risultati ottenuti sono inerenti l'utilizzo di tecniche di elettrodeposizione e di deposizione fisica da fase vapore per la deposizione di cluster nanostrutturati di Pt distribuiti uniformemente sulla superficie di substrati tradizionali, e sulla realizzazione di substrati ad alta superficie specifica, costituiti da nanostrutture di carbonio (nanotubi e nanowalls).

Ricadute di tecnologie di derivazione energetica

- Per la linea di sviluppo di prototipi RFID e wireless è stata effettuata una ricognizione con la società CESVTI Srl e con il Dipartimento BAS su possibili azioni in comune. Sono state depositate 5 proposte di progetto presso Regione Campania e ASI.
- Per le attività progettuali afferenti l'illuminazione a stato solido mediante lampade OLED rigide sono stati installati e potenziati i sistemi di incapsulamento vetro-vetro.
- Per le attività progettuali afferenti l'illuminazione a stato solido mediante lampade OLED flessibili è stata depositata una Idea Progettuale nel bando Industria 2015 – Efficienza Energetica.
- Per lo sviluppo della tecnologia Roll-to-roll è stata installata a Portici la macchina di hot-embossing, che lavorerà in tandem con quella ink-jet.

Materiali e tecnologie per l'alleggerimento strutturale e l'isolamento termoacustico

Con riferimento alla realizzazione di un pannello in schiuma polimerica ad alta capacità d'isolamento termo-acustico, si è proceduto alla preparazione di una serie di campioni di materiali polimerici a base di polistirene caricato con grafite nanostrutturata in forma di polvere o lamelle.

Per quanto riguarda la realizzazione di una sovrastruttura in materiale composito ad alta resistenza per un'imbarcazione da lavoro, si è proceduto alla realizzazione e alla caratterizzazione meccanica e strutturale di campioni di film polimerici per l'ottenimento di laminati polimerici multistrato mediante il processo di *film stacking*.

Nanomateriali

Le attività di ricerca e sviluppo per le diverse tematiche inerenti la sintesi e produzione di nanostrutture di carbonio su superfici definite sono proseguite così come pianificate e in particolare con riferimento alla realizzazione di dispositivi emettitori di elettroni innovativi, in collaborazione con il gruppo industriale Thomson Display Italiana, sono state ottenute crescite di nanotubi di carbonio a bassa temperatura (circa 400°C), su substrati compatibili con esigenze industriali.

Per lo sviluppo di elettrodi basati su materiali nanostrutturati per la realizzazione di celle fotoelettrochimiche per dispositivi fotovoltaici, le attività sinora svolte hanno riguardato le prime fasi sperimentali finalizzate alla verifica delle funzionalità dei materiali sintetizzati ipotizzate per la realizzazione di celle fotoelettrochimiche tipo DSSC. Nanostrutture di carbonio, sono state sottoposte a diversi trattamenti di sensibilizzazione con materiali fotoattivi (porfirine) al fine di studiare le proprietà fisiche e chimiche fotoindotte derivanti dall'accoppiamento dei due materiali.

TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI

La vision del progetto è quella di estendere le possibilità d'incontro tra le strutture pubbliche, gli Enti di Ricerca e i privati mettendo al servizio del Sistema Paese due linee progettuali, che si concretizzeranno in una serie d'interventi dimostrativi su beni e attività culturali di rilevanza:

Nell'ambito delle attività per la costituzione del Polo Formativo per i Beni e le Attività Culturali, incluse istruzione e formazione tecnica superiore sono stati avviati i corsi di Tecnico superiore per il rilievo architettonico e la diagnosi del degrado strutturale e superficiale dei beni architettonici e corsi di Tecnico superiore per la realizzazione dei percorsi didattici museali.

E' stato stipulato un protocollo d'intesa tra Ministero per i Beni e le Attività Culturali, CNR ed ENEA in tema di studi, ricerca e trasferimento tecnologico nel settore dei beni culturali. Per la gestione on-line e la creazione dei contenuti multimediali per la condivisione dei documenti utili alla divulgazione delle attività progettuali svolte in ENEA, è stato istituito il portale <http://patrimonioculturale.enea.it>

Nell'ambito di accordi nazionali e internazionali, sono stati effettuati i seguenti interventi/realizzazioni:

- Applicazione del brevetto ENEA "Radar topologico policromatico a immagine per scansioni 3D ad alta risoluzione" con rilevamento tridimensionale e cromatico ad altissima risoluzione delle superfici pittoriche presenti nella chiesa della SS. Trinità a Hrastovlje, Slovenia.
- Metodologie Innovative, Energeticamente Consapevoli per il Recupero Sostenibile dei Centri Storici: Progetto di Recupero del Centro Storico di Serra Valle, Vittorio Veneto (TV).
- Rilievi 3D con imaging tricromatico mediante il sistema a scansione laser ITR e 2D imaging mediante il sistema LIF scanning nella chiesa slovena di Hrastovlje, svolti nell'ambito dell'accordo bilaterale Italia-Slovenia.
- Realizzazione di un dimostratore ed esecuzione delle misure di caratterizzazione di acque per la progettazione di un sistema ITR ottimizzato per l'utilizzo in archeologia sottomarina (progetto RI 297 Sud BLU-ARCHEOSYS – Tecnologie innovative e sistemi avanzati a supporto dell'archeologia subacquea).
- Deposizione del brevetto "Dispositivo elettro-ottico a fluorescenza operante in modalità di scansione spaziale per applicazioni esterne, in particolare nell'ambito dei beni culturali" (brevetto n. RM2007A000279).
- e-learning sulla catalogazione del patrimonio culturale, nell'ambito di una convenzione ENEA – Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione
- progettazione e realizzazione di corsi blended-learning (e-learning per la catalogazione del Patrimonio Scientifico e Tecnologico, e-learning per la catalogazione del Patrimonio Naturalistico – Botanica).

- Sviluppo di software per la visualizzazione in un display volumetrico di tomografie neutroniche d'importanti reperti archeologici e partecipazione a eventi e manifestazioni culturali con operazione di display volumetrici e del sistema di fruizione multisensoriale LIMEN.
- Sviluppo di un sistema robotica a compliance variabile e larga banda per la stabilizzazione di sistemi di misura elettroottica ad altissima precisione (sistemi ITR). Il sistema costituisce un'evoluzione di quanto sviluppato nell'ambito del progetto *TECSIS TECnologie diagnostiche e Sistemi Intelligenti per lo sviluppo dei parchi archeologici del Sud d'Italia*.

MATERIALI PER LE COSTRUZIONI

L'ENEA è presente a livello europeo nelle varie Focus Area della Piattaforma Tecnologica delle Costruzioni prevista dal 7° Programma Quadro e contribuisce all'adeguamento del mercato delle costruzioni indotto dalla nuova normativa (Eurocode 8) e dalle relative opportunità.

Nell'ambito di una serie di accordi nazionali sono stati effettuati i seguenti interventi realizzativi:

- Prove sismiche su tavola vibrante di due modelli di edifici in muratura ai fini dell'adeguamento della normativa per le costruzioni in zona sismica (Progetto RELUIS - Consorzio interuniversitario "Rete di Laboratori Universitari per l'Ingegneria Sismica" linea 1).
- Prove sismiche sul tamburo della chiesa di S. Nicolò L'Arena Catania (Convenzione con Università di Palermo).
- Messa a punto di una metodologia per il monitoraggio di infrastrutture ferroviarie e Monitoraggio ponte di Seiano (Na) della Ferrovia Circumvesuviana (Progetto SIMMI Sviluppo di tecnologie per la realizzazione di un Sistema Integrato per il Monitoraggio e la Manutenzione di Infrastrutture ferroviarie).
- Sviluppo di sistemi di protezione sismica per apparecchiature sensibili in edifici strategici (Progetto Tellus Stabilita -Sviluppo di sistemi antisismici innovativi con dispositivi d'isolamento alla base e controllo delle vibrazioni).
- Prove su modelli di pile da ponte rinforzati tramite FRP per la verifica dell'efficacia di materiali e tecnologie avanzate per migliorare l'efficacia, la qualità e la durabilità degli interventi di manutenzione straordinaria di ponti stradali in c.a. e c.a.p. (Progetto MITRAS Materiali, tecnologie e metodi di progettazione innovativi per il ripristino e il rinforzo di Infrastrutture di TRASporto stradale).
- Sicurezza degli impianti industriali – Sistemi di protezione per serbatoi di oli combustibili e torri di distillazione – Workshop sulla sicurezza degli impianti industriali (Convenzione ENEA-DIS Dipartimento di Ingegneria Sismica dell'università Roma 3).
- Sviluppo di sistemi di early warning per opere d'arte (Progetto RELUIS linea 9).
- Sistemi di early warning per gli impianti petroliferi della Val d'Agri (Progetto TeRN Tecnologie per le osservazioni della Terra e i Rischi Naturali).

MATERIALI PER I TRASPORTI

L'attività è finalizzata allo studio e sviluppo di nuovi materiali metallici, ceramici, compositi e polimerici, e delle tecnologie di produzione, lavorazione e assemblaggio da utilizzare per la realizzazione di vettori per il trasporto di merci e persone.

L'ENEA da ormai oltre un decennio ha compiuto uno sforzo sostanziale al fine di integrare i propri campi tradizionali di attività nel settore dei materiali (ceramici e metallici prevalentemente) con quello dei materiali polimerici e compositi a matrice polimerica.

Nell'ambito del progetto SINAVE (Sistema innovativo di trasporto inermomale basato sull'impiego di navi veloci) sono state sviluppate 4 *WPS Welding Procedure Specification* per la saldatura laser arco di un prototipo innovativo di Unità di Carico dedicato allo sviluppo di un nuovo sistema di carico e scarico merci per lo sviluppo del trasporto intermodale delle merci che va a inserirsi nello sviluppo delle autostrade del mare. Il prototipo sviluppato in collaborazione con tecnici del consorzio partecipato CALEF è stato realizzato presso il laboratorio laser del CR ENEA di Trisaia.

Lo sviluppo dei procedimenti di saldatura ha comportato la progettazione e la realizzazione di una speciale testa d'integrazione a 6 gradi di libertà per integrare il sistema laser CO₂ e la torcia MIG.

Il *design* originale dell'attrezzatura, realizzata in collaborazione con il consorzio partecipato CALEF, rende questo strumento particolarmente flessibile nella regolazione dei parametri geometrici permettendo uno sviluppo rapido di processi industriali di saldatura laser arco. Attualmente è in fase di verifica la possibilità di brevettare la forma realizzativa.

Per la saldatura laser delle leghe di titanio in atmosfera è stato sviluppato, progettato e realizzato uno speciale pattino di saldatura. Anche in questo caso, grazie alle ottime performance di funzionamento dell'attrezzatura e all'originalità della forma realizzativa è attualmente in fase di valutazione, assieme al consorzio partecipato CALEF, la possibilità di brevetto e i risultati ottenuti nella saldatura sono ottimi e permettono di inquadrare il laboratorio Laser dell'ENEA come *leader* nazionale nel settore della saldatura laser delle leghe di titanio.

Le attività svolte nell'ambito della verifica di applicazione delle leghe di titanio nel settore marittimo hanno permesso di sviluppare ottime competenze nel settore da poter spendere in differenti settori del trasporto come il settore aeronautico e quello a maggior valore aggiunto, aerospaziale. In particolare, a fine 2007 la Thales ALENIA Space di Firenze ha richiesto lo sviluppo di un processo di saldatura laser su componenti di titanio per lo sviluppo di un "*Feedthrough support*" e sensori di pressione in Rame Beriglio e un supporto chiamato *cover*. Questi oggetti fanno parte di un progetto chiamato *CMA Caging Mechanism Assembly* che verrà installato su un satellite sponsorizzato da ESA e realizzato da Astrium denominato *LISA pathfinder*.

Nell'ambito del progetto ALAS (aliscafo ad ala sommersa), con tecnologia laser ibrida è stato realizzato un simulacro di una parte dell'ala di sostentamento di un aliscafo ad ala immersa su un acciaio martensitico a resilienza migliorata.

Il Dipartimento è stato, inoltre, impegnato nell'ambito del progetto ENVIRO ALISWATH (vettore navale ibrido *foil-swath* a basso impatto ambientale e ridotto wake wash) e in quello del progetto LACER (laser ceramico a stato solido ad alta potenza) dove sono stati realizzati i primi 4 campioni di saldatura a T di lega di titanio grado 5 con spessore 3 mm. Tali prove preliminari sono servite, principalmente, alla definizione delle caratteristiche geometriche di una nuova attrezzatura di saldatura dedicata alla giunzione a T del titanio in atmosfera.

ROBOTICA: SPERIMENTAZIONE E MESSA A PUNTO DI COMPETENZA DI FRONTIERA

Potenziare la competitività dell'ENEA sulle tematiche innovative nel settore della Robotica autonoma per modulare e rendere più incisiva la risposta alle esigenze del Paese. Gli strumenti sono lo sviluppo e il consolidamento di una competenza di eccellenza, in collaborazione con una rete di partner nazionali e internazionali, accademici e industriali.

Come risultati generali dell'attività sono da segnalare:

- Partecipazione all'organizzazione dell'ICRA 2007 a Roma, il maggiore evento mondiale annuale della robotica avanzata.
- Organizzazione del Workshop internazionale Dependability 2007 cui hanno partecipato tutti i maggiori esperti mondiali del settore.
- Sviluppo di sistemi sensoriali per la robotica finalizzata alla realizzazione di un sistema di rendering tridimensionale, legato a un sensore acustico sottomarino basato su facilities esistenti e impiegato su sistemi robotica autonomi già sviluppati dall'Unità (Progetto STSS500 *Sonar Tridimensional System*).
- Metodi di Swarm e Collective Intelligence e Sistemi Robotici Cooperanti, mirati all'esplorazione di ambienti totalmente sconosciuti e/o pericolosi o di ambienti estesi caratterizzati da livelli di dettaglio molto spinti; Definizione di un'architettura di massima di un sistema swarm sottomarino in grado di offrire livelli di prestazioni circa le comunicazioni acustiche ancora irraggiungibili con le tecnologie tradizionali. Le industrie che hanno aderito all'invito sono: WASS (Alenia), DUNE, ELSAG-SSI (FINMECCANICA), altre PMI. I gruppi di ricerca contattati sono stati deliberatamente limitati a Università Roma Tor Vergata e CNR e hanno aderito entrambi.
- Metodi di Comunicazione Multicanale tra uomo e robot che consentano una comprensione contestuale degli intenti dell'operatore umano, aggiungendo al contenuto semantico del linguaggio correttori interpretativi dovuti allo stato di eccitazione fisica, alla stanchezza, alla gestualità e altri parametri che sono già oggi rilevabili o parzialmente rilevabili con le tecniche esistenti. In tale

ambito rientra la partecipazione al progetto MIAO *Microsensori per Ambienti Ostili* e la realizzazione di un sistema di “pelle” artificiale in grado di effettuare riconoscimenti con tecnologie software assimilabili a quelle utilizzate dal cervello umano.

ICT E CALCOLO

Sviluppo e implementazione di sistemi avanzati di calcolo, modellistica e visualizzazione tridimensionale dei dati, attraverso le tecnologie GRID, per il sostegno alle attività di R&ST e per il mondo produttivo, in particolare la PMI.

L'ENEA nel corso degli ultimi anni ha investito sia con fondi istituzionali che con fondi provenienti da progetti per realizzare una rilevante infrastruttura ICT, che annovera al momento 6 poli di ICT (Bologna, Casaccia, Frascati, Portici, Trisaia, Brindisi), ognuno dotato di infrastrutture di calcolo e visualizzazione 3D e di competenze specialistiche operanti su diverse tematiche applicative.

Le più cospicue attività progettuali sono condotte nell'ambito del progetto CRESCO *Centro Computazionale di RicErcA sui Sistemi COmplessi* (PON Ricerca MUR 2000-06), riguardante la realizzazione di un Centro di supercalcolo di assoluta eccellenza presso il C.R. di Portici, e lo sviluppo di applicazioni nei settori “protezione delle infrastrutture critiche” e “bioinformatica”.

In tale ambito è stata realizzata l'integrazione della GRID-ENEA con le altre reti previste dal sistema GRID per le Regioni meridionali, su specifica richiesta MUR ed è proseguita l'attività di R&S in collaborazione con i circa 15 partner esterni (Università, Consorzi, Società private) del progetto, su griglie computazionali, bioinformatica e protezione delle infrastrutture critiche.

È inoltre proseguita la partecipazione al progetto europeo EGEE II, un'iniziativa di dimensioni molto ampie (oltre 100 partner) volta a realizzare una grande integrazione fra le principali griglie computazionali del mondo scientifico.

Sono stati implementati sulla GRID ENEA numerosi codici di calcolo di rilevante interesse per l'utenza interna, nei settori della modellistica climatica e ambientale, della diffusione d'inquinanti, della modellistica sulla combustione, della fusione nucleare.

La connettività geografica delle reti locali è un elemento chiave per l'utilizzo dei servizi ICT. A tal fine le principali attività concluse hanno riguardato l'incremento della connettività dei centri meridionali e il relativo adeguamento degli apparati.

Il Progetto EFDA (Gateway per un sistema di supercalcolo per la comunità scientifica Europea della Fusione nucleare) è in corso di esecuzione e il sistema sarà quanto prima messo in servizio dal centro di calcolo di Portici.

È in corso di esecuzione il Progetto EGEE-III *Enabling Grids for E-sciencE*, in cui saranno proseguite e sviluppate le attività d'integrazione della Griglia computazionale europea già avviate con i progetti EGEE ed EGEE-II.

TECNOLOGIE OTTICHE ED ELETTRO-OTTICHE MATERIALI E APPLICAZIONI

Sviluppo di Tecnologie ottiche ed elettro-ottiche volte sia alla sintesi e/o caratterizzazione e/o modifica locale di materiali innovativi su scala nanometrica e micrometrica, e sia allo sviluppo di applicazioni funzionali in dispositivi per optoelettronica, fotonica e sensoristica specialmente per l'ambiente, includendo gli ambienti estremi, lo spazio e l'esplorazione planetaria, e per l'innovazione dei processi industriali.

Nell'ambito del progetto BONSAI *Bio-Imaging with Smart Functional Nanoparticles* su nanopolveri di silicio è stato messo a punto un processo di ossidazione chimica in soluzione delle nanopolveri, in grado di aumentare di almeno un ordine di grandezza l'intensità della luminescenza emessa e, inoltre, è stata completata la caratterizzazione spettrale e temporale dell'emissione di luminescenza delle nanopolveri tramite eccitazione a due fotoni con laser infrarosso al femtosecondo.

Sono proseguiti gli studi su morfologia e struttura di nanofili di silicio cresciuti per CVD mediante l'ausilio di catalizzatori metallici, considerando in particolare la crescita di nanofili su substrati di Si coperti da uno strato di ossido, previsti dal progetto MIAO *MIcrosistemi sensoriali per Ambienti Ostili*.

Sono state caratterizzate nanopolveri di ossidi di titanio e di ferro nell'ambito dell'accordo di cooperazione Italia-Romania sul tema "Sintesi, caratterizzazione e funzionalizzazione di nanopolveri per applicazioni biomediche".

Nell'ambito del progetto TECVIM *Tecnologie di visualizzazione di immagini* sono state messe a punto tecnologie per la crescita di film sottili organici di Alq3 e di film ultra-sottili di LiF, funzionali alla realizzazione di OLED (diodi organici elettroluminescenti) e sono state sviluppate tecniche di spettroscopia ottica lineare e di imaging ottico per la caratterizzazione di materiali luminescenti.

E' stato depositato il brevetto internazionale "Transparent photoluminescent composite material" (International Patent n. Wo07085542).

Diagnostiche Laser

Nell'ambito del progetto MIAO per il completamento e la dimostrazione dei microsistemi ottici progettati e realizzati, sono state messe a punto metodologie per l'utilizzo dello scatterometro CLASS (brevettato nel 2007) per la caratterizzazione dimensionale, morfologica, ottica e per la classificazione di agglomerati micrometrici costituiti da nanoparticelle sintetizzate via laser e da particolato urbano raccolto su filtri.

E' continuata la Campagna di test in Artide dell'elettronica innovativa di acquisizione dati del minilidar fluorosensore per il monitoraggio della superficie marina ed è stato completato l'assemblaggio meccanico del payload minilidar fluorosensore per veicolo autonomo volante; è stato, inoltre, realizzato un sensore a Mesh per imaging 3D rapido di oggetti a breve distanza e sono state eseguite misure LIBS in ambiente controllato su analoghi marziani, finanziato dall'Istituto di Planetologia dell'Università di Münster.

Sono state messe a punto metodologie LIBS con confinamento del plasma per l'analisi ad alta sensibilità di tracce d'inquinanti metallici (Cr, Pb, Sn) e non metallici (As, Hg) nei suoli, finanziate dalla Provincia di Brindisi.

E' stata completata l'analisi dati relativamente alle proprietà bio-ottiche dell'Oceano Australe e del Mare di Ross, nell'ambito del progetto ARES (Telerilevamento attivo e passivo dell'oceano meridionale per il monitoraggio dei parametri biologici) del PNRA.

Nell'ambito delle attività di sviluppo e applicazione dei sistemi di sensori in fibra ottica per monitoraggi strutturali, del progetto SIMMI *Sviluppo di tecnologie per la realizzazione di un Sistema Integrato per il Monitoraggio e la Manutenzione di Infrastrutture ferroviarie* è stata effettuata la sperimentazione del dimostratore di sistema di monitoraggio con sensori FBG *Fiber Bragg Grating* installato su viadotto ferroviario della linea ferroviaria Circumvesuviana ed è iniziato il monitoraggio a lungo termine della stabilità di grandi opere di scavo con installazione dei sensori FBG in armatura di opere di palificazione.

E' stato depositato il brevetto "Cimometro laser in flusso (CLASS) per la misura simultanea di taglia, indice di rifrazione, depolarizzazione e fluorescenza di particelle microscopiche in sospensioni liquide" (brevetto n. RM2007A000371).

RADIAZIONI IONIZZANTI E COERENTI PER LO STUDIO DELLA MATERIA

L'attività è orientata allo sviluppo di sorgenti di radiazioni ionizzanti e loro utilizzo, insieme alle sorgenti tradizionali, per l'irraggiamento di materiali inorganici e organici, allo scopo di studiarne gli effetti e di utilizzarle in molteplici applicazioni, quali nanolitografia, optoelettronica, rivelazione d'immagini, radiometria, biologia, sicurezza ambientale, studio dei materiali e diagnostica dei difetti, bonifica dei beni culturali e sterilizzazione in campo alimentare e medico. Inoltre, la realizzazione di macchine acceleratrici innovative occupa una considerevole parte delle attività sia per le dimensioni progettuali che per i risvolti scientifici, industriali e medicali.

Le attività sono organizzate in 7 sottoprogetti, per i quali si riportano i più significativi risultati ottenuti.

EGERIA

Nell'ambito della realizzazione di un apparato di microlitografia nell'Estremo UltraVioletto è stata ultimata la fase di montaggio del complesso sistema ottico comprensivo degli specchi di