



Agenzia nazionale per la nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

DIPARTIMENTO TECNOLOGIE ENERGETICHE

Principali temi di ricerca

Il Dipartimento Tecnologie Energetiche contribuisce alla diffusione della low-carbon economy e all'accrescimento della competitività dell'industria italiana, tramite lo sviluppo e l'ottimizzazione di nuove tecnologie. Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, materiali, processi e prodotti, metodologie, progettazione avanzata, realizzazione di impianti prototipali, fornitura di servizi tecnici avanzati, trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo nei settori delle fonti di energia rinnovabili e delle tecnologie per l'efficienza energetica e gli usi finali dell'energia, fornendo supporto tecnologico per innovare e/o trasferire prodotti e/o processi non solo all'industria energetica, ma anche a quella manifatturiera.

Ing. Gian Piero Celata
Direttore, Dipartimento Tecnologie Energetiche
segreteria.dte@enea.it

Ing. Giambattista Guidi
Responsabile, Supporto Tecnico Strategico
giambattista.guidi@enea.it

energia.enea.it

SOLARE A CONCENTRAZIONE

LA TECNOLOGIA ENEA

L'ENEA ha sviluppato, per gli impianti solari a concentrazione con collettori parabolici lineari, una tecnologia originale basata sull'utilizzo di sali fusi operanti a temperature fino a 550 °C sia come fluido termico che come mezzo di accumulo del calore. L'impiego dei sali fusi rappresenta un'innovazione sostanziale rispetto agli impianti attuali, che utilizzano oli sintetici come fluido termico, con temperature massime di 390 °C, ed usano sali fusi solo come mezzo di accumulo, con la necessità di uno scambiatore di calore intermedio tra olio e sali. A differenza dell'olio, i sali sono compatibili con l'ambiente, non infiammabili, chimicamente stabili e non comportano problemi di degradazione del tubo ricevitore (migrazione dell'idrogeno). L'impiego di sali ad alta temperatura migliora

l'efficienza dell'impianto solare ed aumenta le prestazioni del sistema di accumulo, con una significativa riduzione del costo dello stesso. La disponibilità di un sistema di accumulo efficiente e a basso costo consente, a sua volta, un sensibile incremento delle ore di funzionamento dell'impianto e della produzione annuale di energia elettrica e aumenta la flessibilità degli impianti solari e la loro capacità di modulare la produzione di elettricità in funzione della richiesta della rete (dispacciabilità). Inoltre, l'energia termica accumulata può essere utilizzata per fornire calore ad alta e media temperatura per applicazioni industriali o residenziali.

domenico.mazzei@enea.it





Laboratorio Progettazione e Prova Componenti



SVILUPPO DI COMPONENTI E SISTEMI PER GLI IMPIANTI SOLARI

L'impiego di sali fusi ad alta temperatura richiede lo sviluppo di nuove tecnologie e componenti per la cattura e l'accumulo dell'energia solare. In particolare, l'ENEA ha sviluppato con successo, e brevettato, un nuovo ed efficiente tubo ricevitore per i sali fusi. Una stretta collaborazione con l'industria nazionale (ad esempio, Archimede Solar Energy) e con le aziende elettriche (ENEL) ha consentito di trasferire alle stesse la tecnologia sviluppata ed ha portato alla realizzazione in Sicilia di un impianto dimostrativo da 5 MWe, in funzione dal luglio 2010. Lo sviluppo della tecnologia del solare a concentrazione continua in ENEA, con attività che riguardano l'ottimizzazione dei componenti e lo studio di configurazioni di impianto e di sistemi di accumulo alternativi, oltre alla predisposizione di studi di fattibilità ed alla progettazione di impianti da realizzare sia in Italia che all'estero.

giorgio.graditi@enea.it

Impianto PCS per prove di esercizio su componenti per impianti solari a concentrazione



Impianto PCS

LABORATORI E INFRASTRUTTURE ENEA PER IL SOLARE A CONCENTRAZIONE

A supporto del programma di R&S sul solare a concentrazione sono stati realizzati ed utilizzati impianti sperimentali e infrastrutture di prova presso i Centri di Ricerca della Casaccia e di Portici.

Impianto di prova PCS - Presso l'impianto Prova Collettori Solari (PCS) della Casaccia sono state condotte, a partire dal 2004 e per un totale di oltre 60.000 ore, estese campagne di prova, a piena scala ed in condizioni reali di funzionamento, di componenti e sistemi per gli impianti solari a sali fusi. L'impianto è parte della rete di infrastrutture di ricerca europee per il solare a concentrazione ed è attualmente utilizzato

nell'ambito di numerosi progetti, sia nazionali che finanziati dalla Commissione Europea.

walter.gaggioli@enea.it

Circuito MOSE (Molten Salt Experiments) - L'impianto sperimentale MOSE della Casaccia è stato realizzato ed impiegato per provare materiali e componenti degli impianti solari in presenza di sali fusi ad alta temperatura. Viene anche utilizzato per condurre sperimentazioni sulla produzione di combustibili mediante processi di reforming alimentati da energia solare.

giampaolo.caputo@enea.it

Impianto sperimentale MOSE

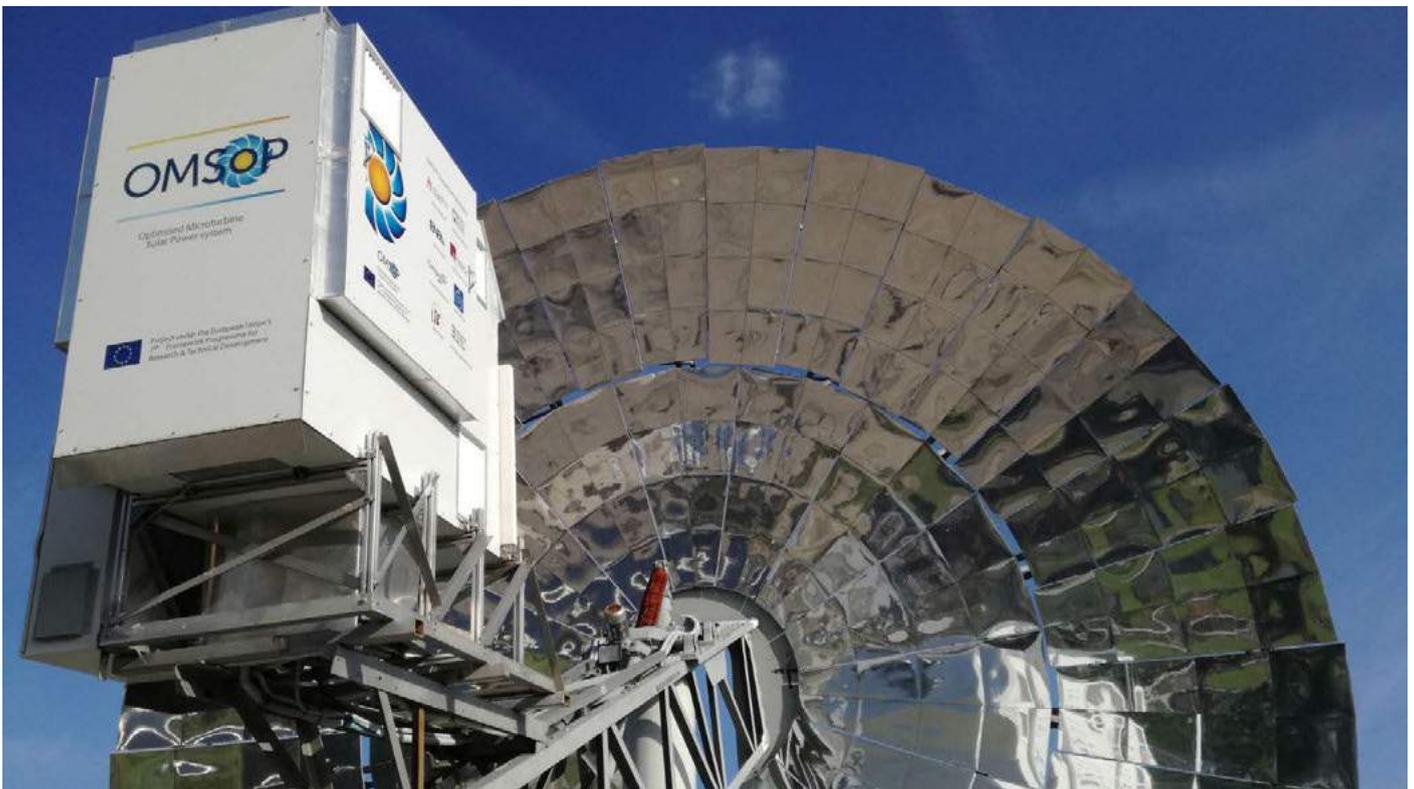


Concentratore Solare Circolare con micro turbina per produzione distribuita: Impianto OMSoP - Nell'ambito dell'attività di ricerca sul solare a concentrazione, l'ENEA è anche impegnata nello sviluppo di una tecnologia alternativa ai collettori parabolici lineari, basata principalmente sull'utilizzo di un concentratore parabolico circolare (Dish) integrato con una microturbina a gas (MGT) per un sistema energetico stand-alone e modulabile in funzione della richiesta. L'impianto dimostrativo, con taglia di 5-7 kWe, è in fase di installazione presso il Centro ENEA Casaccia. La principale innovazione risiede nell'accoppiamento del Dish con la microturbina a gas, che sostituisce il motore Stirling tipicamente in uso in tali sistemi di piccola taglia, allo scopo di realizzare un prodotto più compatto e affidabile, di facile manutenzione, destinato sia ad utenze isolate che connesse alla rete. La microturbina a gas, infatti, rispetto ai motori Stirling, presenta una maggiore compattezza e un minor peso, a parità di potenza erogata. Altro aspetto rilevante è la possibilità di integrare la fonte energetica solare con quella fossile attraverso soluzioni di processo ibride, di facile attuazione. Ciò consente di rendere tale tecnologia altamente competitiva in termini di "dispatchability" e molto flessibile in termini di adattabilità al contesto territoriale, integrando le risorse energetiche localmente disponibili.



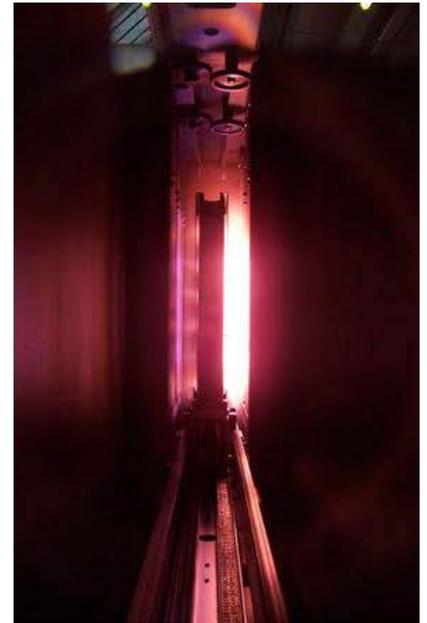
michela.lanchi@enea.it
valeria.russo@enea.it

Impianto sperimentale OMSoP





Laboratorio per la fabbricazione dei coating solari selettivi



Laboratorio Ingegneria delle Tecnologie Solari - Il laboratorio, situato in Casaccia, progetta e prova componenti chiave degli impianti solari, come ricevitori, concentratori, fluidi di processo, sistemi ausiliari di riscaldamento e sistemi di accumulo termico per media ed alta temperatura. È anche impegnato nella progettazione e prova di nuove configurazioni impiantistiche con diverse tecnologie solari dedicate alla produzione di energia termica ed elettrica per piccola e media taglia.

antonio.deluca@enea.it

Laboratorio Radiazione Solare - Il laboratorio acquisisce misure e svolge attività di modellistica ed elaborazione di mappe della radiazione solare, a livello sia nazionale che internazionale, in supporto ai programmi di sviluppo ed alle applicazioni dell'energia solare nelle sue varie forme (solare a concentrazione, fotovoltaico, solare termico). Gestisce l'Atlante italiano della radiazione solare (www.solaritaly.enea.it).

francesco.spinelli@enea.it

Laboratorio di ottica dei collettori solari - Il laboratorio caratterizza le prestazioni ottiche (ad es. efficienza) dei pannelli riflettenti e dei tubi ricevitori e definisce ed applica, anche attraverso lo sviluppo di strumentazione ad hoc, le procedure e le tecniche per l'allineamento dei collettori solari (specchi, ricevitori) sul campo.

marco.montecchi@enea.it

Laboratorio Sviluppo Componenti e Impianti Solari - La sezione operativa presso il Centro ENEA di Portici, sviluppa film ottici speciali con prospettive di applicazione commerciale nei settori dell'edilizia sostenibile, fotovoltaico e solare termodina-

mico. È il laboratorio dove sono state sviluppate, brevettate e trasferite all'industria nazionale, tecnologie chiave nel settore dei coating solari selettivi a film sottili per tubi ricevitori d'impianti CSP "parabolic-trough", ivi compresi processi innovativi ed impianti di sputtering per la produzione industriale dei coating.

alessandro.antonai@enea.it



Laboratorio di ottica dei collettori solari

Impianti sperimentali per lo studio e la prova di elementi di accumulo termico innovativi a medio-alta temperatura - L'accumulo termico, data la variabilità della sorgente solare, è un elemento chiave per lo sviluppo degli impianti CSP. Lo sviluppo di sistemi innovativi a basso costo ed elevata densità di energia è condotto utilizzando diverse tipologie di impianto tra cui ATES e SOLTECA: nel primo sono attualmente testati elementi di accumulo con materiali a cambiamento di fase mentre, nel secondo, particolari miscele di materiali cementizi.

adio.miliozzi@enea.it
raffaele.liberatore@enea.it

Impianto di steam reforming - L'impianto chimico si basa sulla reazione di reforming di idrocarburi che porta alla produzione di idrogeno e anidride carbonica. Il calore di reazione viene fornito da una miscela di sali fusi alla temperatura di 550 °C.



Impianto sperimentale SOLTECA

L'impianto è formato da due reattori che possono lavorare in serie o in parallelo. Il primo reattore è formato da una zona di reazione, nella quale è alloggiato il catalizzatore, e da una zona di separazione/purificazione dell'idrogeno prodotto mediante membrane selettive all'idrogeno. Il secondo reattore è formato da zona reazione e zona separazione/purificazione integrate. E' costituito da 10 membrane tubolari sulle quali è alloggiato il catalizzatore. E' progettato per una produzione nominale di idrogeno puro di 2 Nm³/h.

alberto.giaconia@enea.it
luca.turchetti@enea.it

Impianto di back-up heater - Il back-up heater è uno dei componenti principali per gli impianti solari a sali fusi. Esso deve garantire la produzione ausiliaria di energia termica soprattutto nel caso siano presenti per lungo tempo condizioni di scarsa o assenza di radiazione solare. L'impianto situato in Casaccia di 480 kW, si compone principalmente di una camera di combustione, dove avviene la combustione di GPL o biogas, due ventilatori, uno per l'aria primaria e l'altro per l'aria "falsa" e di uno scambiatore di calore gas/sali fusi. La combustione produce gas caldi che, una volta miscelati con aria "falsa", vengono inviati allo scambiatore di calore. L'energia termica viene così ceduta ai sali fusi. L'impianto ha lo scopo d'investigare le condizioni termofluidodinamiche del sistema gas/sali nell'intervallo 290 °C÷550 °C per una miscela binaria/ternaria di sali nitrati.

giampaolo.caputo@enea.it



Impianto sperimentale ATES



Steam reforming



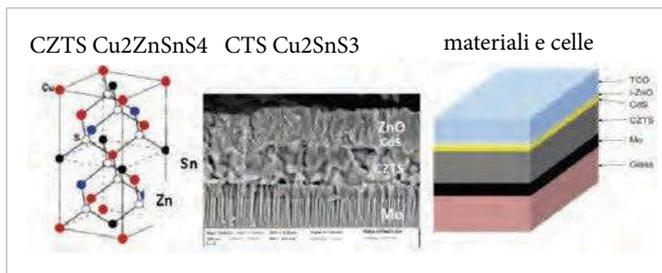
Back-up heater

FOTOVOLTAICO

CELLE SOLARI A FILM SOTTILE CON MATERIALI DI GRANDE DISPONIBILITÀ

Recentemente le celle solari a film sottile, che utilizzano materiali ternari (CuInSe_2) e binari (CdTe), hanno superato il 20% di efficienza. Tuttavia si stanno compiendo approfonditi studi per sostituire gli elementi della cella considerati tossici e rari con elementi non tossici e facilmente disponibili, mantenendo al contempo simili efficienze.

In proposito, in ENEA si stanno studiando due composti: Cu_2SnS_3 (CTS) e $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS).

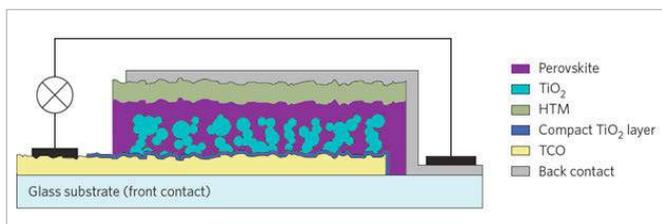


Il primo di essi ha una struttura simile al CuInSe_2 , e solo di recente ha suscitato interesse nella comunità scientifica. Il composto quaternario CZTS è più noto in letteratura, ma, data la sua struttura abbastanza complessa, ha finora dimostrato efficienze di cella intorno al 9%.

alberto.mittiga@enea.it

CELLE SOLARI A BASE DI PEROVSKITE

La tecnologia basata su celle a base di alogenuri organometallici perovskitici ha pesantemente attratto l'interesse del mondo della ricerca FV grazie a importanti caratteristiche, quali band-gap diretta, elevati coefficienti di assorbimento, ottime proprietà in termini di trasporto elettrico.



Schema di cella a base di Perovskite

Tali proprietà hanno consentito di ottenere in laboratorio dispositivi con efficienze maggiori del 20%. Le perovskiti sono

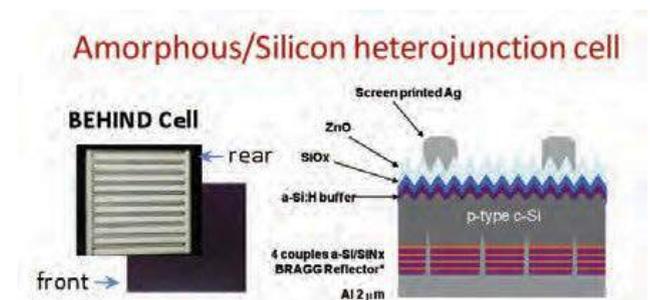
materiali descritti dalla formula ABX_3 , dove X è un anione, mentre A e B sono cationi di differenti dimensioni. Nei materiali di maggior interesse attuale il catione A è costituito dal metilammonio (CH_3NH_3^+), quello B dal piombo (Pb) e l'anione X è un alogeno, generalmente iodio, sebbene bromo e cloro siano anche comunemente utilizzati.

Di recente è stata avviata in ENEA una linea di ricerca sullo sviluppo di celle solari a base di $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, volta alla valutazione delle potenzialità e delle criticità della tecnologia anche in vista di una sua applicazione industriale.

paola.delliveneri@enea.it

CELLE SOLARI AD ETEROGIUNZIONE a-Si:H/c-Si

Attualmente le celle solari ad eterogiunzione silicio amorfo/cristallino sono diventate di grandissimo interesse in quanto uniscono i vantaggi della consolidata tecnologia del silicio ad alcune proprietà interessanti dei film sottili in silicio amorfo.



Cella ad eterogiunzione

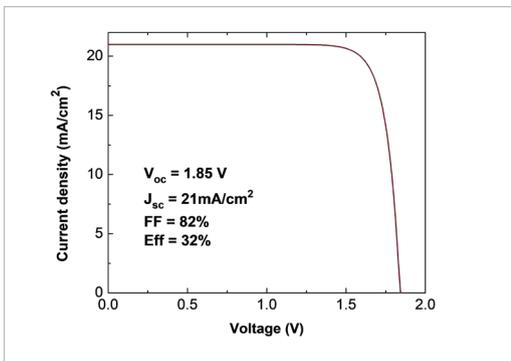
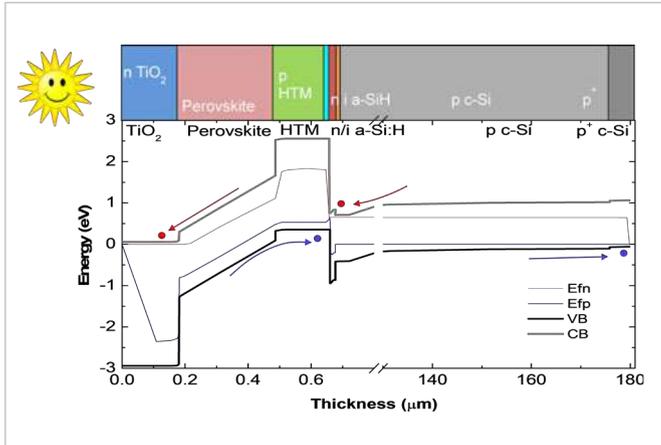
Nei laboratori ENEA si sta perfezionando l'architettura innovativa di cella solare, detta BEHIND cell, in cui entrambi i contatti del dispositivo, emettitore e base, sono collocati sul lato posteriore della cella stessa in modo da evitare l' indesiderato ombreggiamento dell'elettrodo frontale a griglia.

Inoltre sono allo studio dei film sottili innovativi e più trasparenti di SiO_x e meno costosi di TCO (Ossido Conduttivo Trasparente), come ad esempio ZnO , in grado di aumentare le efficienze delle celle solari. Infine sono in fase di sviluppo tecniche di serigrafia ad alta risoluzione per ridurre le quantità di argento e metodi innovativi a basso costo di elettrodeposizione di metalli in collaborazione con le industrie del settore.

mario.tucci@enea.it

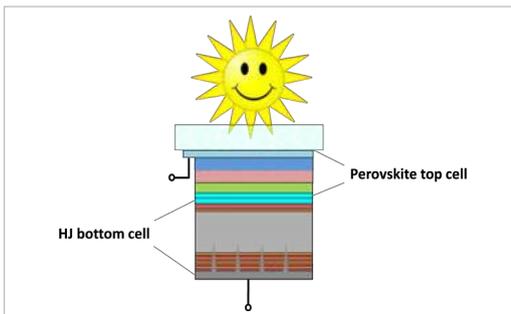
CELLE SOLARI TANDEM AD ALTA EFFICIENZA

L'ENEA è impegnata su attività di ricerca per realizzare celle solari ad alta efficienza utilizzando strutture di celle sovrapposte (tandem) a base di silicio e semiconduttori a film sottile ad alta gap quali CZTS e perovskite. In particolare l'attenzione è posta su strutture tandem a base di Perovskite/eterogiunzione a-Si:H/c-Si, dispositivo che, in fase di simulazione, mostra una potenziale efficienza di conversione pari al 32%.



Piegamento delle bande energetiche e caratteristica I-V in luce solare prodotte da simulazione numerica

In collaborazione con il CHOSE (Centre for Hybrid and Organic Solar Energy) di Roma è stata sviluppata una cella tandem di questo tipo con un processo tutto a bassa temperatura (< 300 °C) con risultati preliminari di efficienza pari al 16%.



Struttura realizzata

CERTIFICAZIONE MODULI FOTOVOLTAICI

L'ENEA è un organismo accreditato per la certificazione delle prestazioni dei moduli fotovoltaici. Nel laboratorio "PVSMART" del Centro Ricerche di Portici, è possibile determinare i principali parametri legati alle prestazioni, all'affidabilità e alla durabilità dei moduli fotovoltaici, sia piani che a concentrazione, sia commerciali che prototipali.

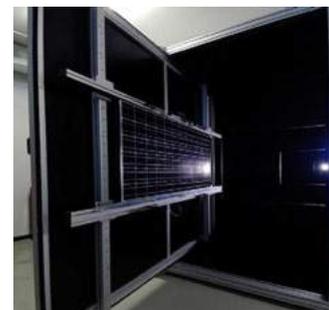
Il laboratorio è attrezzato per svolgere le prove di certificazione secondo la normativa vigente (CEI EN 61215 - Class. CEI 82-8 - CT 82 - "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo" - 1-08-2006), corrispondente alla norma internazionale IEC 61215:2005-04 "Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval", nonché secondo la norma CEI EN 61646 "Moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo" - 1-1-1999, corrispondente alla norma internazionale IEC 61646:1996-11 "Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval". Per la diagnostica e la valutazione della qualità dei moduli sono impiegate le seguenti tecniche:

- ispezione visiva
- misura della caratteristica I-V sotto illuminazione
- misura della caratteristica I-V al buio
- misura di impedenza complessa
- misura capacitiva in funzione della frequenza
- misura capacitiva in funzione della tensione applicata
- misura di isolamento elettrico
- analisi termica infrarossa
- analisi delle caratteristiche di trasmittanza ottica
- analisi delle caratteristiche termiche

Per la valutazione dell'affidabilità dei componenti fotovoltaici sono realizzate le seguenti prove accelerate:

- prove di corrosione in camera salina
- prova dei cicli termici,
- prova al caldo umido,
- prove sotto irraggiamento UV,
- prove d'umidità e congelamento,
- prove di fatica termica in camera climatica

michele.pellegrino@enea.it



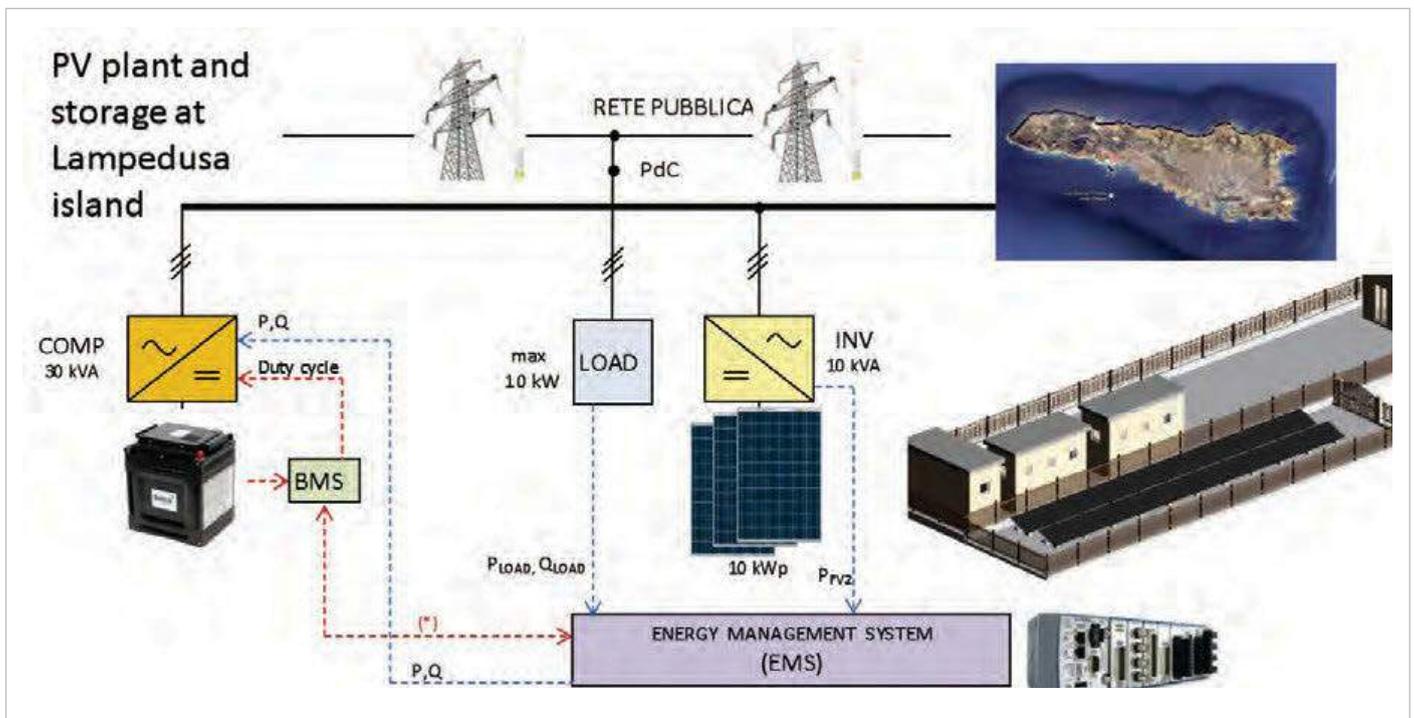
Simulatore solare in classe A

SMART PV

Il passo successivo per l'avanzamento dei sistemi fotovoltaici e la loro integrazione ottimale nella rete elettrica (sia per i sistemi esistenti che per le nuove installazioni) consiste nello sviluppo di nuove ed avanzate funzioni del sistema che offrano servizi a valore aggiunto per i produttori/utilizzatori e per i distributori. ENEA sta sviluppando dispositivi, software, modelli, concetti e strategie di smart-grid, il tutto sinteticamente definito come "Smart PV". Importanti risultati sono stati ottenuti nella progettazione e sviluppo di un innovativo Inseguitore di Punto di Massima Potenza Distribuito (DMMPT), nella progettazione e modellazione di smart-grid, nella modellazio-

ne di micro-grid autonome, nell'integrazione e dimensionamento di fonti e stoccaggio energetico non dispacciabile, in algoritmi di flusso di potenza, e in quelli di comunicazione ottimale per l'ottimale trading dell'energia. In questo contesto, l'ENEA sta lavorando su sistemi rappresentativi di applicazioni nei settori residenziale e commerciale con ricerche su modelli e gestione dei flussi di energia e relativi sistemi di accumulo.

*giorgio.graditi@enea.it
francesco.delia@enea.it*



BIOMASSE PER L'ENERGIA E LA CHIMICA VERDE

PROCESSI TERMOCHIMICI

Presso il Centro Ricerche ENEA di Trisaia è stato allestito un parco tecnologico dedicato allo studio dei processi di gassificazione della biomassa. Le attività di R&S sono focalizzate sullo sviluppo di tecnologie innovative per la produzione di energia ad alta efficienza sul segmento di taglie di impianto da medio a piccola. La scelta di tale target origina dalla possibilità offerta da questa tecnologia di consentire lo sfruttamento di biomasse residuali derivanti dalla manutenzione delle aree boschive e forestali, dai settori agroindustriali e dalle industrie della lavorazione del legno, permettendone così al tempo stesso la valorizzazione energetica e l'integrazione come fonte energetica rinnovabile nel sistema nazionale della generazione distribuita. Le attività di R&S svolte in Trisaia si concentrano principalmente sul superamento di criticità connesse ai reattori di gassificazione e alla purificazione del gas combustibile prodotto. Nuovi sviluppi su queste due aree tecnologiche infatti potranno portare al conseguimento di significativi passi avanti verso il raggiungimento di una integrazione ottimizzata ed efficiente tra le tecnologie della gassificazione e l'utilizzo finale del gas. Nel programma sperimentale in corso sono inoltre incluse attività di R&S su processi innovativi per la produzione di vettori energetici secondari quali: H_2 , SNG, Metanolo. Gli impianti disponibili presso il parco tecnologico di Trisaia si basano su reattori a letto fisso e letto fluidizzato, configurazioni queste tra le più promettenti per gli impieghi delle tecnologie della gassificazione sul segmento di taglia di interesse. Gli impianti sono tutti alla scala pilota, completi di sezioni d'impianto per la purificazione e il condizionamento del gas prodotto secondo approcci differenti. La disponibilità di *facilities* varie e flessibili rende pertanto possibile la valutazione dei processi in sviluppo sull'intera catena, dalla bio-

massa di alimentazione all'utilizzo finale del gas, una analisi questa fondamentale per le fasi successive di sviluppo tecnologico, quali: scale-up, trasferimento di know-how, industrializzazione di processo.

giacinto.cornacchia@enea.it

PROCESSI BIOLOGICI

La produzione di biogas, attraverso la digestione anaerobica (DA) di reflui animali e di un'ampia gamma di rifiuti organici, è un processo largamente impiegato per convertire questi substrati in energia rinnovabile e in un fertilizzante utilizzabile in agricoltura. Il biogas può essere impiegato in impianti distribuiti per cogenerazione di energia elettrica e calore (da qualche decina di kW a 1 MW), ma può anche, dopo un appropriato trattamento di purificazione e di separazione della CO_2 , essere inserito nella rete del gas naturale come biometano o essere impiegato come combustibile per trazione. In ENEA le attività di ricerca in questo settore, svolte attraverso studi in laboratorio e su impianti pilota, riguardano l'ottimizzazione dei processi di fermentazione e digestione anaerobica di diverse miscele di biomasse, con l'obiettivo di aumentare l'efficienza e la qualità del gas prodotto.

A tal fine, vengono selezionate idonee comunità microbiche, studiandone struttura e composizione mediante tecniche molecolari. Inoltre vengono sviluppati e sperimentati nuovi materiali e processi, sia chimico-fisici che biologici, per l'abbattimento degli inquinanti gassosi presenti nel biogas e per la

giampaolo.caputo@enea.it



Processi termochimici: impianti di gassificazione di biomassa del Centro Ricerche ENEA Trisaia



Processi biologici: digestore anaerobico mobile

rimozione della CO₂ al fine di ottenere biometano. Impianti pilota di diversa taglia, e alimentati con diversi tipi di rifiuti organici, sono stati realizzati e sperimentati presso i laboratori ENEA, anche in collaborazione con aziende e altre strutture di ricerca.

vito.pignatelli@enea.it
giulia.monteleone@enea.it

BIORAFFINERIA E CHIMICA VERDE

La bioraffineria rappresenta un'importante opportunità per convertire la biomassa in un ampio spettro di prodotti di interesse commerciale (alimenti, mangimi, materiali, prodotti chimici verdi) e di energia (carburanti, energia elettrica e calore). I materiali lignocellulosici hanno una struttura complessa e richiedono l'uso di tecnologie e processi efficaci per convertire le macromolecole in esse contenute, ovvero: cellulosa, emicellulosa e lignina, in prodotti ad alto valore aggiunto. Negli anni '90 l'ENEA ha costruito una hall tecnologica dedicata al pretrattamento e frazionamento di biomasse, in grado di processare fino a 300 kg/h di materiale e fornire un materiale omogeneo ad alto rilascio di zuccheri. La tecnologia si basa su di un processo di trattamento di breve durata (5-10 min) condotto con vapore saturo. L'impianto pilota di pretrattamento è anche equipaggiato con unità di estrazione di taglia compatibile con un processo di frazio-

namento in continuo. La sinergia tra un'efficace tecnologia di pretrattamento con l'alta selettività dei processi biotecnologici, o a catalisi chimica, rende possibile la produzione di molteplici 'prodotti verdi'. I prodotti della fermentazione includono: alcoli, dioli e polioli, lipidi microbici, acidi ed esteri organici.

Le attività di R&S in corso sono dedicate alla ricerca di nuove funzioni enzimatiche che possano assistere la destrutturazione della biomassa, lo sviluppo di processi per convertire emicellulosa e lignina in nuovi bioprodotto attraverso la fermentazione degli zuccheri in essa contenuti, o la valorizzazione di sottoprodotti di processo, quale ad esempio il glicerolo.

isabella.debari@enea.it



Bioraffineria: pretrattamento di biomasse tramite Steam Explosion e fermentatori



TECNOLOGIE E STRUMENTI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

IMPIANTI DI CONVERSIONE DI ENERGIA DI PICCOLA TAGLIA

L'ENEA si occupa della ricerca e sviluppo di tecnologie impiegate in impianti per la conversione di energia elettrica in altre forme di energia o di conversione di energia termica, anche solare o ambientale, in energia elettrica, termica e frigorifera, ossia nelle varie forme normalmente richieste (climatizzazione, ACS, energia elettrica) in edifici abitativi e/o pubblici. La fonte energetica primaria prescelta è la rinnovabile (ambientale o solare) e/o da recupero di cascami termici di bassa qualità: le tecnologie di riferimento: pompe di calore a compressione e ad assorbimento, cicli ORC, flash, stirling, solare termico, ecc. sono quindi quelle relative alla co/trigenerazione per potenze "micro/mini" (MCHP/MCCHP).

In questo contesto si inserisce l'attività di ulteriore sviluppo teorico-sperimentale delle pompe di calore a CO₂, poiché appare, sulla base dei risultati ottenuti nei precedenti anni e delle indicazioni sia di mercato che normative, una tra le tecnologie cardine fra quelle di "base" per realizzare sistemi complessi di MCHP/MCCHP.

L'accumulo termico si è dimostrato essere un ulteriore aspetto particolarmente importante, talvolta dirimente, per l'affermarsi di tecnologie che prevedano situazioni di utilizzo e/o disponibilità di energia primaria discontinue e, quindi, anche di fondamentale importanza per possibili architetture di sistemi di mini/micro co/trigenerazione.

L'ottica di ricerca e sviluppo perseguita vede l'accumulo come un sistema complesso che deve essere scelto, dimensionato e utilizzato in funzione delle richieste dell'utilizzatore e delle condizioni esterne a cui è legato. Lo scopo delle attività è dimostrare come un utilizzo appropriato delle fonti di energia rinnovabile disponibili, associato all'adozione di sistemi produttivi integrati che sfruttino in maniera ottimale tutti i flussi termici prodotti, consenta di ottenere i desiderati risultati di risparmio, efficienza energetica e salvaguardia ambientale.

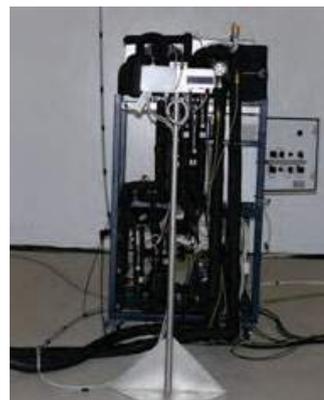
gino.boccardi @enea.it

LABORATORIO DI PROVA PER COLLETTORI SOLARI A CONCENTRAZIONE PER APPLICAZIONI A MEDIA TEMPERATURA

I collettori a concentrazione di piccola taglia, in grado di generare calore di processo a temperature comprese tra 100 °C e 300 °C, sono particolarmente adatti sia ad applicazioni distribuite di piccola taglia sia alla generazione combinata di calore ed elettricità in processi industriali. Le attività di ricerca

e sviluppo condotte da ENEA sono finalizzate a supportare le aziende produttrici nello sviluppo e miglioramento tecnologico di tali sistemi. Il Centro Ricerche ENEA Trisaia ospita un laboratorio accreditato in grado di caratterizzare energeticamente differenti sistemi a concentrazione (Linear-Fresnel, mini e micro-CSP, CPC, sistemi dish/stirling), analizzando il loro comportamento ottico e termico. Il laboratorio esegue anche studi modellistici in grado di prevedere le prestazioni termiche di tali sistemi a breve e lungo periodo in diverse condizioni operative. Inoltre, il laboratorio ENEA sviluppa modelli dinamici in grado di stimare le curve di efficienza a partire da misure in campo ottenute in condizioni transitorie. Infine, il laboratorio di test dell'ENEA è il rappresentante italiano nei comitati di standardizzazione CEN ed ISO.

vincenzo.sabatelli@enea.it



Calorimetro per la caratterizzazione di pompe di calore prototipali e commerciali, in collaborazione con l'industria italiana



Ciclatore e camera climatica per prove di caratterizzazione e vita batterie

LABORATORIO DI TEST DI POMPE DI CALORE/ MACCHINE FRIGORIFERE INNOVATIVE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE PER LA CLIMATIZZAZIONE, LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA E LA REFRIGE- RAZIONE

ENEA è impegnata nello sviluppo di pompe di calore polivalenti ed invertibili in grado di provvedere alla climatizzazione invernale, al condizionamento estivo e alla produzione di acqua calda sanitaria in ambito residenziale, permettendo un consistente risparmio energetico rispetto alle tecnologie tradizionalmente impiegate in questo settore, come caldaie elettriche o a gas. Particolare interesse è rivolto allo studio di macchine utilizzando CO₂ come refrigerante. La CO₂ è un refrigerante naturale, completamente ecocompatibile ed assai versatile, che può essere utilizzato, oltre che nelle pompe di

calore, anche in applicazioni legate alla refrigerazione domestica (es. frigoriferi) e industriale (es. macchine per la produzione di gelato e banchi per alimenti surgelati in supermercati), attualmente in fase di studio e sviluppo presso i laboratori ENEA del Centro Ricerche Casaccia.

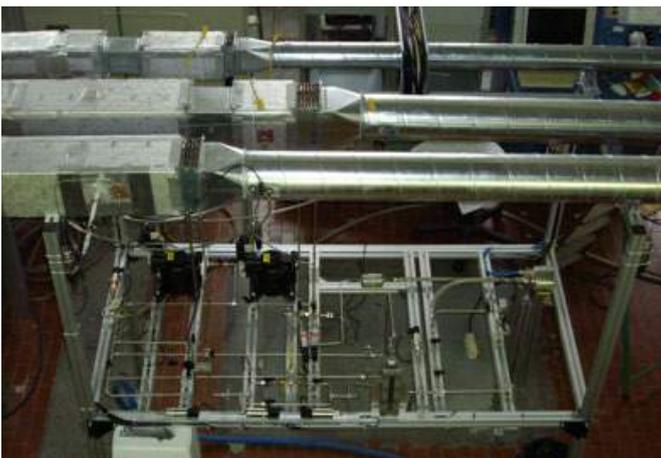
raniero.trinchieri@enea.it
luca.saraceno@enea.it

PROCESSI DI SCAMBIO TERMICO AVANZATO

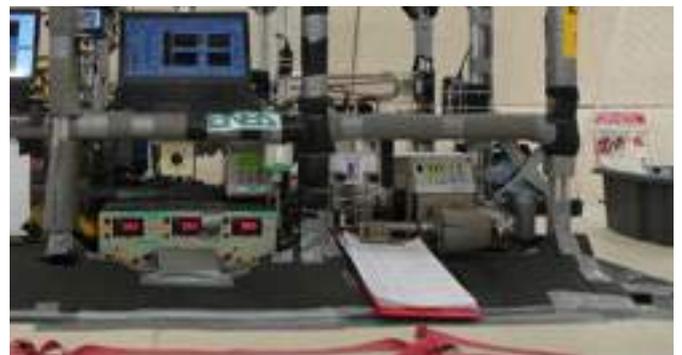
Numerose sono le attività legate allo studio di sistemi innovativi di controllo termico per lo smaltimento di flussi di calore elevati. In particolare si dispone di elevate competenze sui sistemi basati sul cambio di fase dei fluidi termici (flow boiling, heat pipes).

Lo sviluppo di queste nuove tecnologie è legato all'applicazione nei settori dell'elettronica, ICT e del raffreddamento di data center, di sistemi per l'avionica e satellitari.

giuseppe.zummo@enea.it
luca.saraceno@enea.it



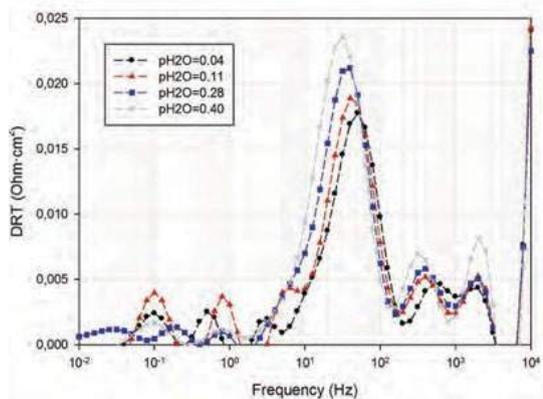
Impianto sperimentale per lo studio della CO₂ utilizzata come refrigerante



CELLE A COMBUSTIBILE AD ALTA TEMPERATURA

Le celle a combustibile sono in generale la tecnologia più adatta per la generazione elettrica di piccola scala, ad elevata efficienza e basso impatto ambientale in quanto utilizzano un processo elettrochimico per produrre direttamente energia elettrica, senza passare attraverso la combustione e senza le emissioni ad essa connesse. In particolare, le celle ad alta temperatura (celle a carbonati fusi, MCFC, e celle ad ossidi solidi, SOFC) possono utilizzare in modo molto efficiente diversi tipi di combustibili e produrre, al tempo stesso, calore di alta qualità, adatto per applicazioni sia civili che industriali. Le attività di ricerca condotte dall'ENEA in questo settore riguardano lo sviluppo e la caratterizzazione di componenti e sistemi con celle ad alta temperatura, mediante l'impiego di metodologie e tecniche di misura innovative, ed hanno l'obiettivo di fornire un adeguato supporto scientifico alle aziende interessate allo sviluppo ed applicazione della tecnologia. Il laboratorio ENEA, impegnato in questo settore, attraverso la sua ampia rete di collaborazioni a livello sia nazionale che internazionale, è un punto di riferimento per gli attori coinvolti, dalla ricerca e sviluppo, alle industrie e agli utenti; promuove inoltre le conoscenze nel settore, valuta le prospettive di applicazione e collabora alla definizione delle normative necessarie.

stephen.mcphail@enea.it



VEICOLI A BASSO IMPATTO (ELETTRICI, IBRIDI, A IDROGENO E MISCELE)

La ricerca ENEA si concentra sul miglioramento dell'efficienza energetica nel settore dei trasporti, anche attraverso lo sviluppo di sistemi e componenti, caratterizzati al banco e su strada in prototipi a basso impatto ambientale. Particolare attenzione è dedicata ai veicoli elettrici ed ibridi, e relativi sistemi di accumulo di energia e ricarica, all'uso dell'idrogeno e delle sue miscele.



Ciclatore e camera climatica per prove di caratterizzazione e vita di batterie

Parlando di elettrificazione del trasporto stradale, l'uso di batterie al litio per la trazione elettrica è una delle tecnologie più promettenti. Tuttavia, è ancora necessario investire in ricerca e sviluppo per ridurre i costi e migliorare le prestazioni dei veicoli e sviluppare le infrastrutture, per favorire la diffusione di tali sistemi. A tale scopo, ENEA è impegnata nella caratterizzazione e analisi del ciclo di vita di celle, elettrochimiche, moduli e sistemi di accumulo per usi stazionari fino a 800V, ed "automotive", e nello sviluppo di sistemi di accumulo completi di BMS (Battery Management System) e raffreddamento con carica rapida ed ultra-rapida, nonché nel settore della sicurezza, con analisi di sicurezza, prove di abuso, incendio, ecc.



Retrofit con batterie agli ioni di litio di un bus da 6 m con batterie al piombo-acido, con ricarica al 50% in 10'

A livello di Cella	A livello di Batteria
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta dei Materiali • SEI (solid-electrolyte interphase) • PTC (Positive Temperature Coefficient expansion device) • CID (Current Interruption Devices) • Disco di rottura o valvola di sfogo 	<ul style="list-style-type: none"> • Progettazione (per migliorare lo scambio termico) • BMS (Battery Management System) • PCM (Phase Changing Materials) (per mantenere la T nei range di normale funzionamento)

Una batteria è un insieme di celle collegate tra loro in serie e/o in parallelo. Oltre alle celle contiene l'«elettronica di bordo» (collegamenti, BMS, ecc.), sistemi di raffreddamento e controllo temperatura (ventole, PCM, ecc.), il contenitore esterno.

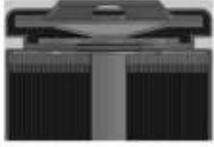


Fig. 1.10. Una batteria tipica di un EV (EV Storage 170 kWh)

STRUMENTI INNOVATIVI PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE

L'ENEA sviluppa strumenti innovativi di supporto ai processi di pianificazione, gestione ed esercizio dei sistemi di trasporto. I recenti risultati delle attività di ricerca hanno riguardato le seguenti aree di applicazione: il monitoraggio e la previsione del traffico in tempo reale, la stima geo-referenziata dei consumi e delle emissioni di inquinanti da traffico veicolare basata sul reale ciclo di marcia, l'analisi della mobilità basata su dati provenienti da veicoli sonda (FCD floating car data) e telefonia mobile, l'ottimizzazione della distribuzione delle merci nelle aree urbane e del trasporto multimodale a medio-lungo raggio, l'ottimizzazione degli investimenti infrastrutturali (distribuzione dei punti di ricarica).

In particolare possiamo citare:

- il Sistema ECOTRIP, per la stima puntuale e georeferenziata dei consumi e delle emissioni dei veicoli, ottenuta da misure on-board, quale strumento di monitoraggio e valutazione dell'impatto energetico-ambientale del traffico urbano;

In ambito "ricarica" le nostre attività vertono nell'integrazione nella rete di tali sistemi (V2G, Vehicle-to-Grid, accumulo stazionario ecc.), e nella ricarica "senza contatto", anche ai fini della sicurezza da esposizione ai campi elettrici e magnetici.



Ricarica rapida con servizio verso la rete



- il sistema HOW MOVE per la valutazione energetica, ambientale ed economica degli spostamenti casa-lavoro ed ex-post delle misure adottate;

Nel settore dei carburanti alternativi, ENEA ha condotto numerose campagne sperimentali, volte allo sviluppo di motori a combustione interna alimentati da miscele di gas naturale (HCNG) e idrogeno.



Progetti Mhy-bus, 1° autobus alimentato con miscela CH₄-H₂ in servizio di linea a Ravenna dal 2013

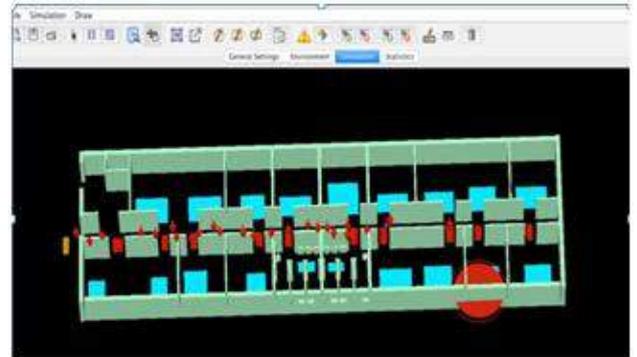


- la gestione ottimizzata della distribuzione merci, controllo e tracciabilità delle spedizioni, riduzione dei costi operativi, dei consumi energetici e dell'impatto ambientale (Sistema CYTYLOG);

- il monitoraggio previsionale del traffico stradale su base temporale breve. Sistema per Info-mobilità basato sulla elaborazione di dati acquisiti da reti di sensori fissi e mobili (Sistema STREET);

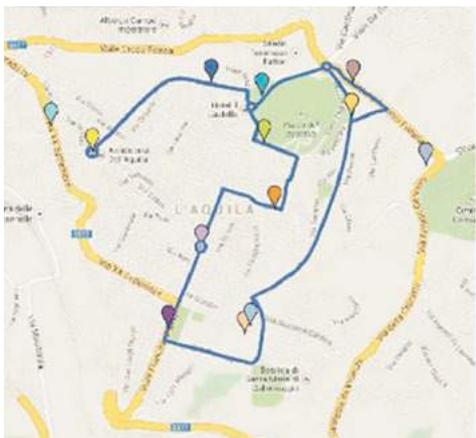


Attualmente le attività di ricerche sono focalizzate sullo sviluppo di nuovi strumenti per il monitoraggio e la valutazione della sostenibilità di politiche sui trasporti sia a livello locale che nazionale, per la gestione della mobilità sistemica casa-lavoro, per l'elettrificazione del TPL su gomma, per aumentare la resilienza dei sistemi di trasporto urbani nei confronti di possibili eventi calamitosi., come il Simulatore di Mobilità Pedonale, (Sistema SIMP).



- il sistema di trasporto a chiamata, SMARTBUS, che utilizza veicoli ibridi (diesel-elettrico), con ottimizzazione della richiesta di intervento, individuazione del percorso ottimo, interazione con l'utente, testato con successo a L'Aquila.

gabriella.messina@enea.it

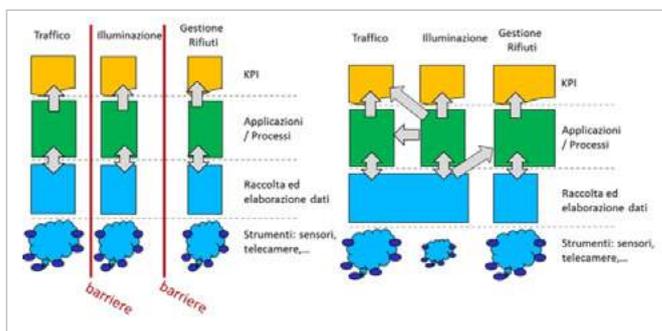


SMART ENERGY & SMART CITIES

PIATTAFORME ICT PER LA GESTIONE DI SMART DISTRICT

Una crescente problematica nelle applicazioni digitali è quella della mancanza di interoperabilità tra sistemi nati e sviluppati nel tempo e gestiti da soggetti differenti; il bisogno di interoperabilità diviene più acuto ed urgente all'aumentare della domanda di una integrazione effettiva ed efficace dei servizi ed al crescere dei domini applicativi delle applicazioni digitali. Nell'ambito delle città questo avviene in maniera crescente con la diffusione su larga scala delle applicazioni smart city. Il laboratorio DTE-SEN-CROSS si occupa di tecnologie per l'interoperabilità applicate alle reti di imprese ed alle smart city; in questa ottica ha partecipato e partecipa ad attività di standardizzazione, svolge attività di supporto sul campo all'applicazione di standard e sviluppa strumenti per l'interoperabilità. In collaborazione con il NIST il laboratorio studia le caratteristiche di un framework di interoperabilità comune per le applicazioni smart city e, nell'ambito della Ricerca di Sistema, sviluppa sistemi prototipali per le piattaforme aperte e basate su standard per la gestione dei distretti urbani. L'obiettivo immediato è quello di consentire ad applicazioni verticali che insistono sul medesimo territorio di scambiarsi informazioni in modo coerente ed efficace.

angelo.frascella@enea.it
arianna.brutti@enea.it

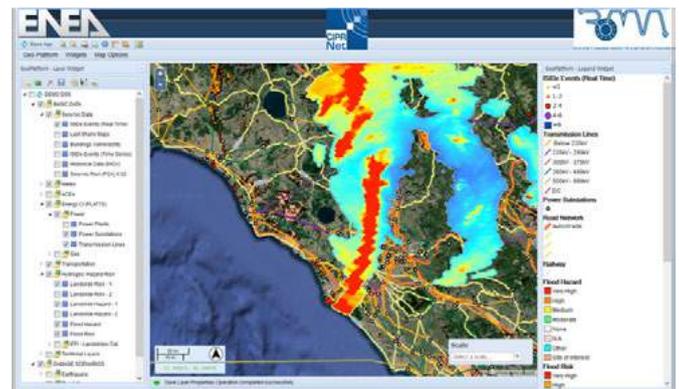


ANALISI DEL RISCHIO DELLE INFRASTRUTTURE CRITICHE

Le Infrastrutture Critiche rappresentano il "sistema di sistemi" che fornisce servizi primari ai cittadini. La protezione verso tutti gli eventi avversi (naturali o antropici o cyber) è un dovere primario delle aziende che gestiscono i servizi. ENEA ha realizzato un innovativo Sistema di Supporto alle Decisioni, denominato CIPCast, in grado di predire operativamente

(h24) danneggiamenti attesi degli elementi delle infrastrutture in un dato territorio (distretto, città, regione) a causa di avverse condizioni meteo-climatiche, stimare gli impatti sui servizi erogati da quelle infrastrutture e valutare le conseguenze che la perdita (o la riduzione) dei servizi avranno sui cittadini e sul sistema industriale. CIPCast potrà diventare uno strumento importante sia per le aziende proprietarie delle reti che gestiscono i servizi ma anche per l'autorità pubblica (Protezione Civile Locale/Regionale). CIPCast può essere utilizzato per simulare condizioni avverse (ad esempio legate a mutate condizioni climatiche o ad eventi sismici) e verificare il tipo di impatto che essi avrebbero sul sistema delle Infrastrutture (stress test). E' in grado, inoltre, di legarsi ad altri strumenti tecnologico per lo studio di pericoli provenienti dal dominio della rete e delle intrusioni ai sistemi di controllo delle reti medesime.

vittorio.rosato@enea.it

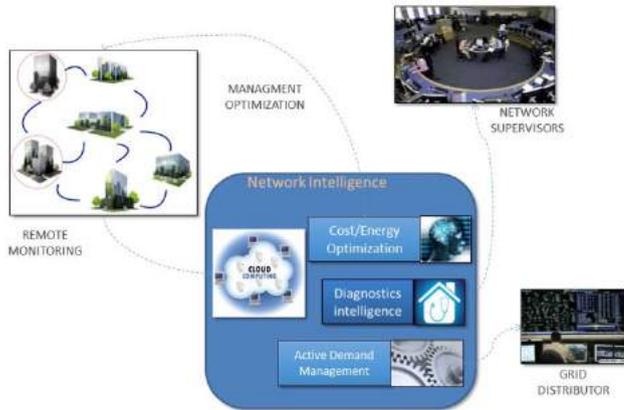


SMART BUILDINGS

Nell'ambito delle smart city si propone un metodo innovativo per la gestione energetica di reti di edifici, basato sulla possibilità di trasformare gli edifici esistenti e nuovi in "smart buildings" attraverso l'installazione di sensori e attuatori a controllo remoto. In particolare è stato sviluppato il NIS (Network Intelligence System), ovvero un insieme coordinato di moduli e modelli software, in grado di fornire servizi di diagnostica, supervisione e gestione ottimale di reti di edifici al fine di perseguire l'abbattimento dei consumi energetici ed ambientali, ridurre i costi di energia attraverso strategie di demand management, accrescere la consapevolezza del corretto utilizzo degli edifici orientando il comportamento degli utenti. Questo approccio di rete è valido sia a livello di edifici terziari che residenziali: nel primo caso è destinato al gestore del parco

di edifici pubblici o privati (scuole, caserme, ospedali, centri direzionali), mentre in ambito residenziale è necessario prevedere un aggregatore capace di raccogliere ed elaborare i dati di una pluralità di clienti domestici per fornire feedback sia verso l'utente finale che verso i principali stakeholder coinvolti.

stefano.pizzuti@enea.it



SMART COMMUNITIES, SMART HOMES ED ASSISTED LIVING

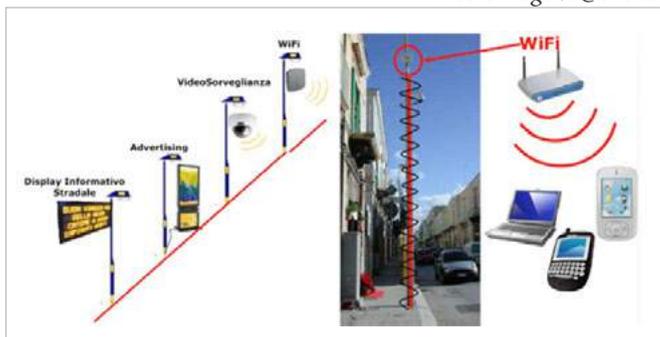
Oltre ai modelli urbani smart è in corso lo sviluppo di una metodologia per una *smart community* in grado di partecipare attivamente alle decisioni e di attivare comportamenti consapevoli nei cittadini inerenti le tematiche energetiche e della sostenibilità; gli ambiti di intervento riguardano l'ambiente scolastico, quello domestico e in generale il distretto urbano. L'ENEA ha messo a punto una metodologia basata su un Social Urban Network (SUN) che consiste in un insieme coordinato di interventi sia sulla rete web (social network, portale, app) che sulla città (installazioni interattive, eventi partecipati). Parallelamente si sta sviluppando un modello di Smart Home in grado di monitorare i consumi energetici, il grado di comfort e sicurezza presso gli edifici residenziali e di trasmetterli ad un livello superiore dove vengono analizzati ed aggregati così da fornire un serie di feedback all'utente e alla comunità. Inoltre i dati raccolti potranno essere resi disponibili a terze parti per fornire servizi aggiuntivi al cittadino come l'assisted living.

claudia.meloni@enea.it

ILLUMINAZIONE INTELLIGENTE E SMART SERVICES

La rete di illuminazione pubblica (IP) gioca un ruolo molto significativo nella gestione di una serie di servizi urbani che vanno oltre la stessa illuminazione pubblica. Grazie alla capillarità della rete IP, è possibile utilizzarla come una infrastruttura digitale che copre l'ultimo miglio della città. In questo senso si studiano soluzioni per integrare rete elettrica e rete digitale e applicazioni che valorizzano tale opportunità nei contesti del sistema della mobilità e della videosorveglianza utilizzando tecnologie ICT e di computation intelligence. A tal scopo, in ENEA, vengono sviluppati metodi di rilevazione e modellizzazione dell'utenza e modelli per l'ottimizzazione della fornitura energetica commisurata dinamicamente alla richiesta (energy on demand) che richiedono lo sviluppo di una struttura di sensori che possa "misurare" la richiesta di energia in tempo reale. Inoltre l'ENEA ha avviato lo sviluppo e sperimentazione di un Living Lab (Pell) per il controllo e monitoraggio dello stato di fatto, prestazioni e consumi del servizio di pubblica illuminazione.

nicoletta.gozo@enea.it



ROBOTICA PER L'AMBIENTE MARINO

L'attività di Robotica per ambiente marino è attualmente concentrata sullo studio e sulla realizzazione di sistemi di sciami sottomarini basati, come elemento di studio e sviluppo, sul robot sottomarino VENUS. Una macchina studiata per la massima economicità, con un costo non superiore ad un quinto del più economico robot sottomarino sul mercato.



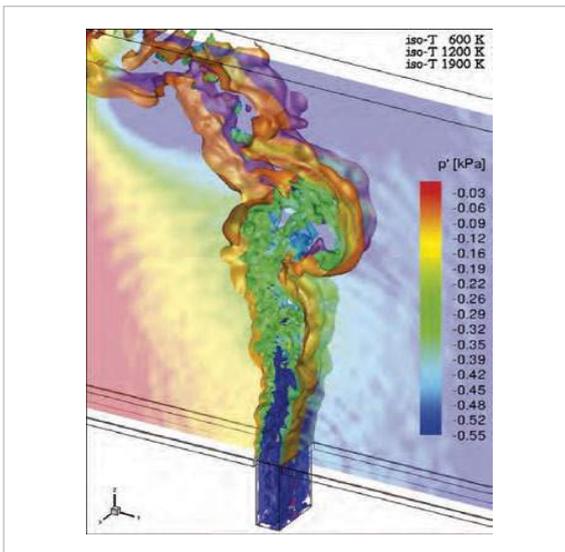
Gli elementi di sviluppo principali sono costituiti dalla comunicazione, basata, per la prima volta al mondo per robot sottomarini, su un sistema ibrido opto-elettronico sviluppato con le università di Tor Vergata e Padova, dal controllo di sciame, sviluppato in ENEA, dal sistema vettore, un vessel di circa 1,5 mt continuamente sviluppato e migliorato sempre nel rispetto dell'estrema economicità di produzione.

claudio.moriconi@enea.it

USO SOSTENIBILE DEI COMBUSTIBILI FOSSILI E TECNOLOGIE CCUS

TECNOLOGIE PER L'OTTIMIZZAZIONE DEI PROCESSI DI COMBUSTIONE

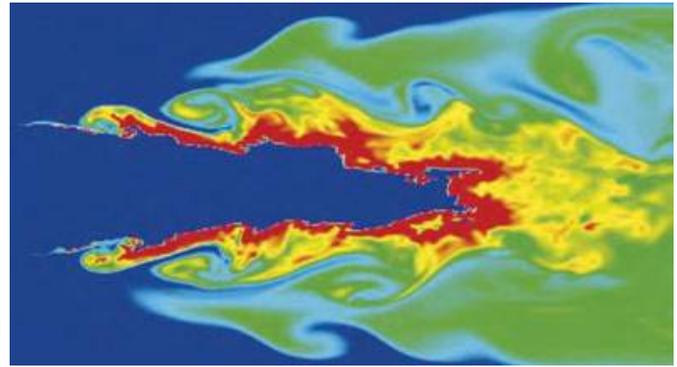
L'attività ENEA nel settore riguarda principalmente la simulazione numerica ad alte prestazioni, la diagnostica avanzata e la progettazione di dispositivi innovativi e più performanti, caratterizzati da elevata "load & fuel flexibility" e contenimento delle emissioni.



Simulazione LES di fiamma premiscelata $\text{CH}_4/\text{H}_2/\text{Aria}$

L'ENEA ha sviluppato uno strumento di calcolo avanzato, il codice HeaRT® (Heat Release and Turbulence), basato sull'approccio modellistico LES/DNS (Large Eddy Simulation e Direct Numerical Simulation), in grado di simulare flussi comprimibili turbolenti, mono e multifase, reattivi e non, subsonici e supersonici, in geometrie 3D.

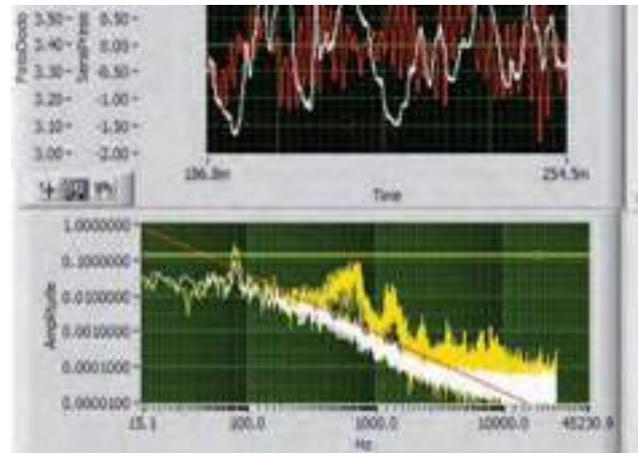
rita.picchia@enea.it
eugenio.giacomazzi@enea.it



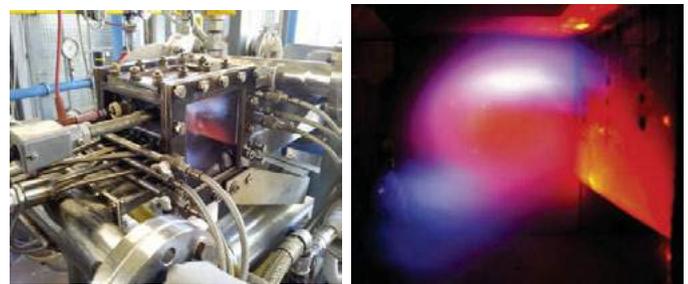
Simulazione LES di una fiamma di syngas premiscelata

ENEA sviluppa, inoltre, sistemi diagnostici avanzati di tipo non invasivo (sistema ODC: Optical Diagnostic for Combustion, basato sull'analisi delle emissioni nel visibile e nell'UV di una fiamma - tre brevetti), destinati a misure di tipo fluidodinamico, termico e chimico finalizzati al controllo della combustione e alla predizione di fenomeni di instabilità, che possono produrre seri danni ai dispositivi, perdite di efficienza e rilevanti emissioni di inquinanti.

emanuele.giulietti@enea.it



Diagnostica ENEA per l'instabilità dei processi di combustione



Brucciatore sperimentale Trapped Vortex ENEA per turbine a gas

L'approccio combinato numerico/sperimentale ha permesso lo sviluppo di bruciatori innovativi per turbine a gas di tipo premiscelato/MILD (un brevetto), caratterizzati da grande flessibilità operativa, come richiesto dalle più attuali esigenze operative.

eugenio.giacomazzi@enea.it

TECNOLOGIE CCS

L'ENEA è impegnata nello sviluppo su scala significativa di un processo di cattura multi-ciclica della CO₂, a emissioni zero, basato sulla de-carbonizzazione del combustibile fossile (solido o gas), con cattura della CO₂, produzione di idrogeno e sua combustione in una turbina a gas per la produzione di energia elettrica, tramite l'esercizio della Piattaforma multi-purpose ZECOMIX (Zero Emission of Carbon with Mixed technologies), inserita nel database MERIL, Infrastruttura di Ricerca di importanza europea del settore.

Parallelamente, vengono sviluppati in laboratorio sorbenti sintetici a base di ossido di calcio, in grado di integrare in un *single step* processi chimici e di separazione della CO₂, sopportando ripetuti cicli di cattura e rigenerazione. Uno dei punti di forza della tecnologia è la possibile applicazione del processo anche all'industria non energetica (acciaierie, industria del cemento...).

stefano.stendardo@enea.it

VALIDAZIONE E TEST DI CICLI AVANZATI CON TURBINE A GAS

Cicli avanzati con turbine a gas che utilizzano un fluido di lavoro ricco di CO₂ potrebbero fornire una soluzione a medio termine, ed una più efficace soluzione a lungo termine per l'uso sostenibile dei combustibili fossili. Come soluzione intermedia, turbine a gas con ricircolazione di gas esausti (Exhaust Gas Recirculation, EGR), possono contribuire con successo ad una migliore attuazione delle tecnologie CCS sia per cicli OCGT (turbine a gas a ciclo aperto) che CCGT (turbine a gas a ciclo combinato). Turbine a gas con CO₂ supercritica (S-CO₂) possono invece rappresentare una soluzione a lungo termine che soddisfa contemporaneamente i requisiti di flessibilità di carico e di combustibile, CCS, efficienza termodinamica, P2G (Power-to-Gas), enhanced gas recovery e riduzione dei costi. Le configurazioni del ciclo S-CO₂ possono essere del tipo chiuso (con fonti di calore esterne) e semi-chiuso (con ossi-combustione interna). CO₂ReTurn (Supercritical-CO₂ Recompression Turbine Cycle) è la proposta ENEA con ossi-combustione di gas naturale e l'implementazione di un processo di cattura della CO₂ fortemente integrato, efficiente e conveniente. Cicli S-CO₂ in configurazione chiu-

sa accoppiati con OCGT potrebbero rappresentare un nuovo concetto di CCGT con incremento potenziale di flessibilità di carico rispetto all'accoppiamento convenzionale con la sezione a vapore.



La piattaforma sperimentale ZECOMIX



La piattaforma sperimentale AGATUR

Le peculiarità dei cicli S-CO₂ chiusi rende possibili ulteriori interessanti applicazioni in settori diversi dalla produzione di energia, come, ad esempio, nel trasporto navale, dove la compattezza del layout e l'elevato rendimento termodinamico possono contemporaneamente aumentare il payload e ridurre i costi operativi e le emissioni.

L'impianto sperimentale AGATUR (Advanced GAs Turbine Rising) rappresenta un'attrezzatura per il test di cicli Brayton-Joule avanzati, simulando il ciclo turbogas con fluidi di lavoro diversi dall'aria, con l'idea di base di realizzare un ciclo di Brayton-Joule sperimentale con caratteristiche di ossi-combustione, volto alla valutazione di cicli turbogas del tipo EGR con un contenuto variabile di CO₂ nel fluido di lavoro e con o senza arricchimento in ossigeno.

giuseppe.messina@enea.it

UTILIZZO DELLA CO₂ PER PRODUZIONE DI COMBUSTIBILI

L'utilizzo della CO₂ per la produzione di combustibili e chemicals (tecnologie di CCU: Carbon Capture and Utilization) può rappresentare un'alternativa conveniente al suo sequestro geologico. L'applicazione più rilevante è certamente la sintesi dei combustibili direttamente utilizzabili, come la produzione di metano mediante riduzione della CO₂ con H₂ (prodotto dall'acqua mediante elettrolisi alimentata da fonte rinnovabile o da esuberanti energetici della rete). Altri combustibili significativi sono il metanolo e il dimetil-etero (DME). L'ENEA è impegnata nella messa a punto della tecnologia (selezione del catalizzatore, individuazione delle condizioni di massima resa di conversione ecc.), anche attraverso l'esercizio di un piccolo impianto dimostrativo (Impianto FENICE).

vincenzo.barbarossa@enea.it



L'impianto sperimentale GESSYCA

Nell'ambito della produzione di combustibili gassosi da carbone ne riveste particolare interesse la produzione di Substitute Natural Gas (SNG) da CO e CO₂, mediante un processo catalitico di idrogenazione degli stessi.

La produzione di SNG da carbone presenta il vantaggio di ottenere un gas immediatamente collocabile sul mercato della distribuzione verso gli usi finali, senza richiedere ulteriori sezioni di raffinazione, con particolare ricaduta di un impiego massiccio di carboni di basso rango, di scarso valore commerciale. L'attività condotta da ENEA con l'impianto sperimentale GESSYCA, prevede l'ottimizzazione di sorbenti e catalizzatori del processo, sia commerciali che innovativi, la purificazione del syngas dal Tar e da composti dello zolfo, lo studio dell'integrazione con le tecnologie di cattura della CO₂ e l'integrazione con fonti energetiche rinnovabili.

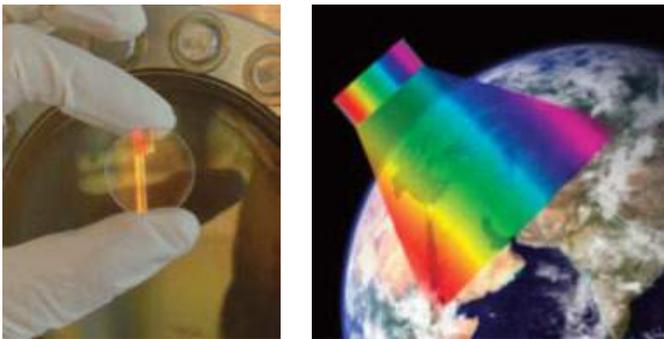
paolo.deiana@enea.it

SISTEMI E COMPONENTI OTTICI A FILM SOTTILI, TECNICHE DI PROCESSO E ANALISI SPETTROSCOPICHE

L'ENEA opera da circa trent'anni nel campo dei componenti ottici a film sottile. Una significativa esperienza, riconosciuta in ambito internazionale, è stata sviluppata nella progettazione di componenti ottici interferenziali, nella realizzazione di rivestimenti a film sottile con diverse tecniche di deposizione (evaporazione mediante fascio di elettroni con assistenza ionica, sputtering a radiofrequenza, sputtering a doppio fascio ionico), nella caratterizzazione dei film sottili per la determinazione delle proprietà ottiche dei materiali e nei metodi di misura delle prestazioni dei rivestimenti ottici nelle condizioni d'uso.



L'impianto sperimentale FENICE



Filtri ottici variabili per strumentazione dedicata all'osservazione della Terra

Molte sono le applicazioni nei più diversi settori, dal civile a quello scientifico. Tra le applicazioni più significative, la realizzazione di strumenti per la spettrometria di immagine (osservazione della terra dallo spazio, monitoraggio ambientale) e la realizzazione di filtri interferenziali per sensoristica e strumentazione innovativa.

L'esperienza maturata nella realizzazione e deposizione di film sottili richiedenti un controllo accurato dei parametri di deposizione ha permesso lo sviluppo di tecniche basate sull'utilizzo di plasmi a Radio-Frequenza (RF). Tali tecniche sono utilizzate per la funzionalizzazione di materiali.

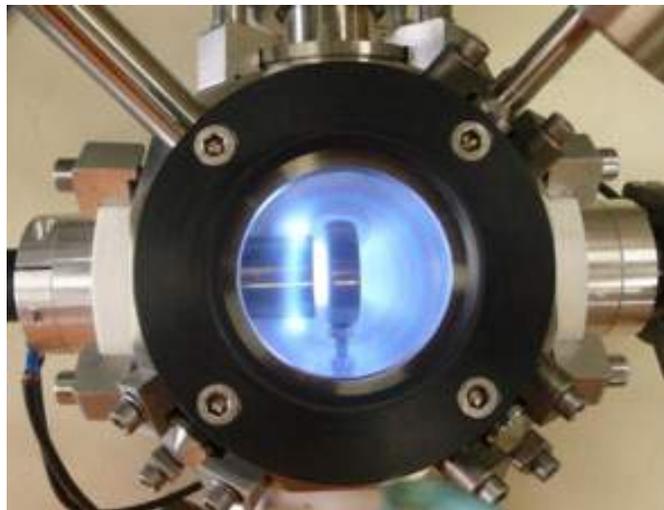


Radiometri UV-VIS a filtri interferenziali a banda stretta. Campagne di misura effettuate: Mario Zucchelli Station (2009-2013) e Dome Concordie (2012-2013)

In particolare, mediante l'uso di sorgenti ioniche, è possibile modificare la stechiometria di materiali in forma di nano polveri e film sottili. Gli ambiti di applicazione sono molteplici e ad oggi riguardano la produzione di rivestimenti resistenti alle condizioni estreme (ossidanti) e film sottili trasparenti e conduttori per applicazione in celle solari (ITO, AZO, NiO, TiO₂, ecc.). Inoltre l'analisi con strumenti compatti, dell'emissione UV-VIS-NIR dei plasmi a Radio-Frequenza, ha consentito di sviluppare delle tecniche diagnostiche nell'ambito della spettroscopia ottica di emissione. In particolare, tali tecniche sono utilizzate per il controllo della deposizione di film sottili e dei gas residui nei processi di combustione.

Il laboratorio è dotato di attrezzature e impianti necessari per la progettazione e la realizzazione di componenti ottici e strumenti specifici. La maggior parte delle attività sperimentali si svolge in 'clean rooms' (classe 100 e 1000).

angela.piegari@enea.it



Camera con RF plasma per l'analisi in emissione ottica delle specie atomiche presenti



Impianto di sputtering a radiofrequenza per la realizzazione di componenti ottici

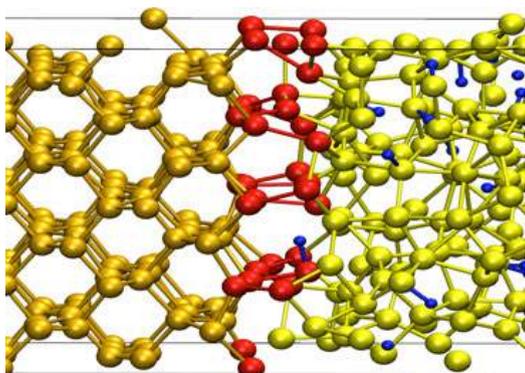
ICT E CALCOLO AD ALTE PRESTAZIONI

SUPERCOMPUTER CRESCO PER LE APPLICAZIONI DEL CALCOLO SCIENTIFICO

La necessità di studiare e possibilmente prevedere il comportamento di fenomeni naturali complessi che possono avvenire in condizioni non riproducibili in laboratorio, ha spinto lo sviluppo dei supercalcolatori e il loro utilizzo in un numero vastissimo di settori della ricerca e delle applicazioni industriali. Essi sono costituiti in generale da un numero elevatissimo di processori (“cores”), interconnessi da una rete ad altissima velocità che permette loro di distribuirsi il carico di lavoro e i dati da processare. Il supercomputer CRESCO6, l'infrastruttura di calcolo più potente dell'Italia Meridionale e di assoluta rilevanza nel panorama scientifico nazionale, grazie ad una capacità computazionale di 700 TFLOPS. CRESCO6 è frutto della partnership tra ENEA e CINECA e si affianca agli altri due supercomputer dell'Agenzia (da circa 125 TFLOPS complessivi), già operativi nel Centro di Portici. Il nuovo sistema di supercalcolo consente all'ENEA di confermarsi tra i maggiori attori nazionali dell'HPC (High Performance Computing).

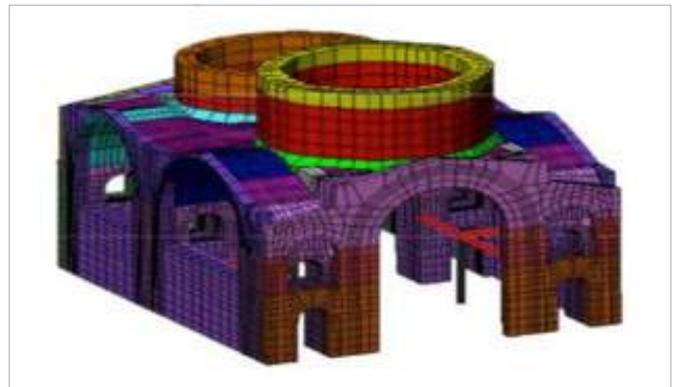


Supercomputer CRESCO nel CED del Centro Ricerche Portici



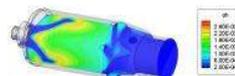
Zoom a scala atomica dell'interfaccia silicio cristallino – silicio amorfo idrogenato per studiare l'origine delle proprietà ottiche delle celle solari

Il supercomputer CRESCO è utilizzato da centinaia di utenti per realizzare studi nei settori dell'energia, delle nanotecnologie, dell'ambiente, della biomedicina, della bioinformatica e dell'ingegneria. Gli utenti, a seconda delle loro applicazioni, costituiscono Laboratori Virtuali dove lo scambio di informazioni, software, progetti e l'utilizzo di servizi ICT per il lavoro collaborativo e la gestione dei dati, permettono di progettare esperimenti numerici “grand challenge”.



Riproduzione agli elementi finiti di strutture monumentali per qualificare la stabilità e il comportamento sotto sforzo

• Computational Fluid Dynamics for Combustion



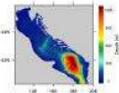
• Computational Fluid Dynamics for Aerospace



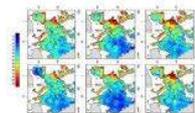
• Computational Chemistry



• Climate Simulations



• Diffusion of polluting substances in the atmosphere



• Nuclear technologies



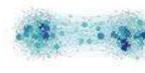
• Physics of nuclear fusion



• Biophysics



• Complex networks



Esempi di applicazioni installate su CRESCO

Il Laboratorio HPC provvede all'installazione, gestione e manutenzione di CRESCO fornendo tutti i servizi ICT essenziali per il suo utilizzo efficiente: database, calcolo numerico, ottimizzazioni, reti, portali dedicati, supporto scientifico.

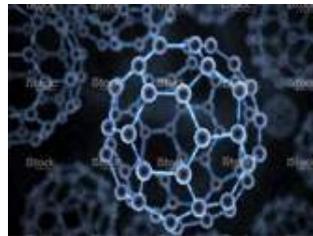


European Energy oriented Centre of Excellence for computing applications (www.eocoe.eu).

L'ENEA è partner del Progetto Horizon2020 per la costituzione di un centro di eccellenza europeo dedicato allo sviluppo di applicazioni e ambienti software HPC nel settore dell'energia per accelerare la transizione verso l'utilizzo di energie carbon-free. Il progetto è costituito da 5 *work package*: uno dedicato ai metodi numerici HPC (nuove architetture, linear algebra, I/O, ottimizzazioni, *benchmark*) e quattro a classi di applicazioni nei settori della meteorologia, dei materiali, dell'acqua e della fusione.



Meteo4energy



Materials4energy



Water4energy



Fusion4energy

PIATTAFORME PER L'ACQUISIZIONE, ELABORAZIONE E MANAGEMENT DEI DATI

Le soluzioni ICT dell'ENEA abilitano e supportano gli utenti proponendo interventi di innovazione lungo le seguenti direttrici principali:

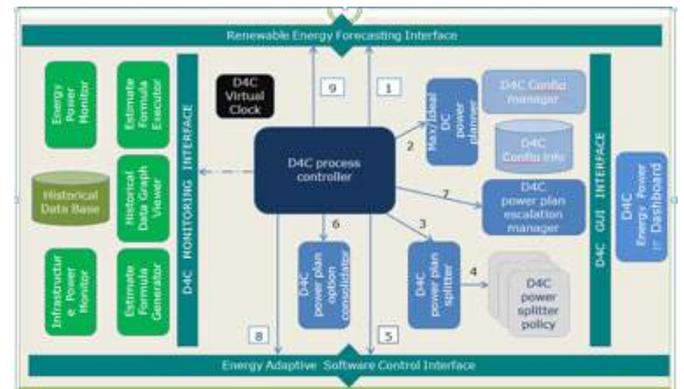
- raccolta ed organizzazione di dati attraverso diverse fonti e sistemi: utilizzo di strumenti e procedure di acquisizione dati e creazione di *repository* degli stessi. Soluzioni che rendono possibile la continua disponibilità dei dati (delocalizzazione

delle risorse) - indipendentemente dalla loro collocazione geografica o temporale - e loro fruizione;

- Data Management: creazione di "cruscotti" personalizzati che rendono possibile, grazie a specifiche funzionalità e strumenti, la loro integrazione e la loro visualizzazione;

- realizzazione di metriche ed indicatori rilevanti a supporto delle attività di riferimento;

- robustezza delle soluzioni: la virtualizzazione dei server e l'implementazione sul *cloud* dell'ENEA assicura la qualità dell'infrastruttura robusta e dei *sistemi backup e disaster recovery*.



Questa tipologia di piattaforme è stata implementata nell'ambito di progetti di ricerca e sviluppo aventi tematiche estremamente diversificate, quali ad esempio:

- l'implementazione di soluzioni "smart" a problemi energetici nel contesto urbano (*smart cities*);

- ottimizzazione dei consumi energetici di Data Centre;

- sistemi di acquisizione e *repository* di dati rivolti al settore dei beni culturali;

- gestione di sistemi ed iniziative per la formazione a distanza.

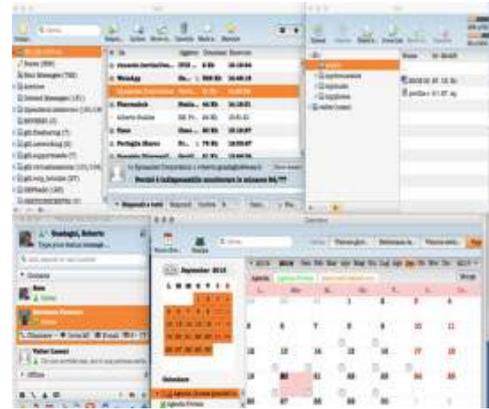
LABORATORIO INFRASTRUTTURE E SERVIZI IN RETE

L'infrastruttura di rete è sempre di più pervasiva ed essenziale per tutti i processi interni ed esterni dell'Agenzia e diventa indistinguibile dai servizi su di essa erogati. Con questo paradigma il laboratorio di RETE non si occupa solo dello sviluppo e gestione dell'infrastruttura ma anche di alcuni dei servizi che rappresentano l'attività quotidiana dell'Agenzia sempre più orientata al lavoro collaborativo (posta elettronica, file-sharing, voip ecc).



L'adesione dell'ENEA al Consortium GARR (Rete Italiana della Ricerca) come socio fondazione oltre a consentire la partecipazione allo sviluppo dell'infrastruttura della Rete della Ricerca e la condivisione delle sfide nazionali ed internazionali ha consentito l'utilizzo di tutte le più avanzate tecnologie di rete per connettere tutti i Centri ENEA tra di loro e verso la rete internet.

I sistemi di controllo dell'infrastruttura e di tracciamento delle richieste di supporto sono realizzati "in casa" mediante prodotti pubblico dominio (zabbix e joomla) consentendo un alto grado di adattamento al modificarsi delle esigenze tecnico-organizzative.



I servizi erogati sono basati su un'infrastruttura di virtualizzazione policentrica distribuita sul territorio nazionale, progettata con una visione unitaria che consente una gestione uniforme dell'intero sistema e funzioni di Disaster Recovery delle applicazioni più rilevanti.



La posta elettronica, sviluppata con software Communicate su piattaforme ENEA, è predisposta per una forte integrazione con strumenti di file-sharing (owncloud) e telefonia VoIP (asterisk) potendo quindi diventare una piattaforma di comunicazione altamente efficace per le complesse interazioni che generano le attività istituzionali e progettuali dell'Agenzia. Le competenze del Laboratorio si estendono anche allo sviluppo di ambienti web-db come ad esempio quelli commissionati dal MiSE nell'ambito delle attività dell'Agenzia Nazionale dell'Efficienza Energetica per la raccolta delle dichiarazioni dei cittadini per ottenere gli incentivi fiscali del 65% a seguito di interventi di efficientamento energetico.

ENEA - Servizio Promozione e Comunicazione

www.enea.it

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA Frascati

Ottobre 2018

L'ENEA è l'Agencia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile ed è la seconda maggiore istituzione nazionale per la ricerca, con circa 2500 dipendenti distribuiti in 9 centri e 5 laboratori di ricerca su tutto il territorio nazionale. Le sue attività riguardano, in particolare, efficienza energetica, fonti rinnovabili, ambiente e clima, sicurezza e salute, nuove tecnologie, Ricerca di Sistema Elettrico.

L'ENEA mette a disposizione del sistema Paese competenze multidisciplinari ad ampio spettro e una consolidata esperienza nella gestione di progetti complessi. In particolare, l'Agencia svolge attività di ricerca di base, *mission oriented* e industriale avvalendosi di impianti sperimentali, laboratori specializzati, strumentazioni di eccellenza; sviluppa nuove tecnologie e applicazioni avanzate; fornisce a soggetti pubblici e privati servizi ad alto contenuto tecnologico, studi, misure, prove e valutazioni; svolge attività di formazione e informazione con l'obiettivo di accrescere le conoscenze sulle attività di propria competenza presso il pubblico ed il trasferimento dei risultati ottenuti, favorendone anche la valorizzazione a fini produttivi.

ENEA

www.enea.it/it