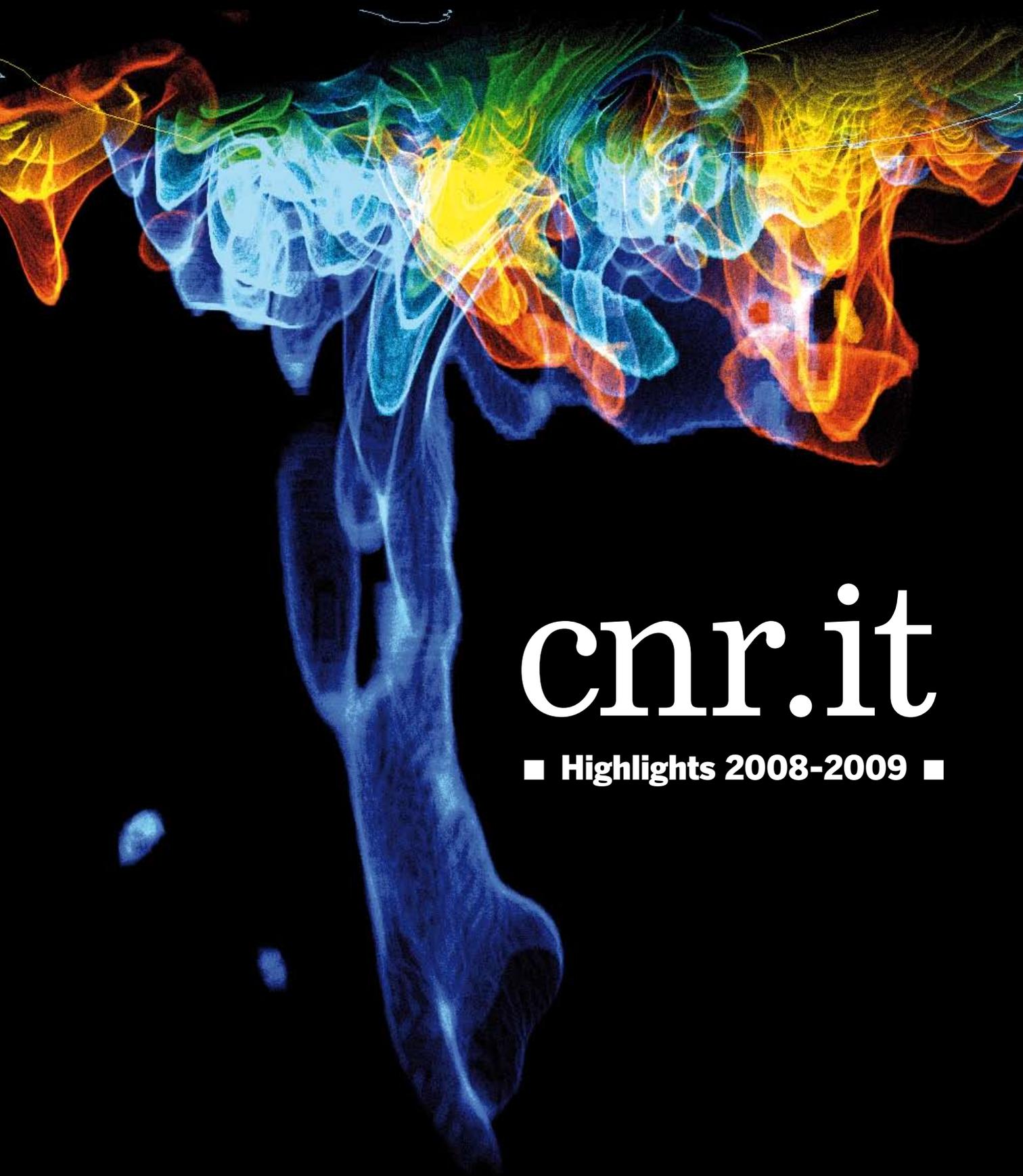




Consiglio Nazionale delle Ricerche



**cnr.it**

■ **Highlights 2008-2009** ■

# Uno strumento per conoscere il CNR

**S**ono orgoglioso di tenere a battesimo i primi Highlights del Consiglio Nazionale delle Ricerche, volti ad illustrare il lavoro dei suoi ricercatori, sulla scorta di quanto già fanno altre istituzioni.

Cnr.it vuole dare conto della varietà e vitalità scientifica del nostro ente, con un caleidoscopio di articoli che riflettono la vocazione multidisciplinare della rete del Consiglio Nazionale delle Ricerche, la vera ricchezza del CNR.

Sfogliando questa rassegna, troverete un'ampia, anche se parziale, selezione ragionata degli oltre 14 mila articoli scientifici che i ricercatori di questo ente hanno pubblicato nel corso del biennio 2008-2009, sulle principali riviste o volumi di riferimento della propria attività.

I temi, molto differenti tra loro, sono divisi per comodità in quattro grandi settori e sono descritti con linguaggi e livelli diversi di approfondimento che testimoniano, ancora una volta, la complessità del maggiore ente di ricerca italiano.

Oltre agli articoli scientifici veri e propri, abbiamo voluto inserire notizie e risultati che, nel corso dei due anni trascorsi, hanno interessato l'opinione pubblica o dato lustro al lavoro dell'ente. Nella parte finale della pubblicazione, abbiamo deciso di mostrare le varie articolazioni della rete di ricerca del Consiglio Nazionale delle Ricerche: i suoi Dipartimenti e i suoi Istituti, anche nella loro suddivisione regionale.

Per saperne di più, basta cliccare sul sito [www.cnr.it](http://www.cnr.it).

L'intento degli Highlights è di offrire ai lettori un'idea dell'ampio ventaglio di attività che ogni giorno si svolgono negli istituti del CNR sparsi sulla penisola italiana.

Non si tratta di una rassegna autoreferenziale, tanto per dire quanto siamo bravi, ma di uno strumento per conoscere il CNR. E per dare il giusto riconoscimento al lavoro delle colleghe e dei colleghi che, tra le mille difficoltà della ricerca italiana, rendono onore ad una professione affascinante e ricca di soddisfazioni, che nessuno di noi si sognerebbe di lasciare: quella del ricercatore.

Grazie per l'attenzione

**Luciano Maiani**

*Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche*



**Cnr.it**  
**Highlights 2008-2009**  
è una coedizione  
**Darwin - Consiglio**  
**Nazionale**  
**delle Ricerche**

**Editore**  
Darwin S.r.l.

**Consiglio di**  
**Amministrazione**  
Emanuele Bevilacqua  
(presidente)  
Gianfranco Bangone  
Anna Meldolesi

**Sede Legale**  
Via Latina 20,  
00179 Roma

**Stampa**  
Grafica Giorgetti  
Roma

**Progetto grafico**  
**& impaginazione**  
Giulio Fermetti/  
EsseGi studio

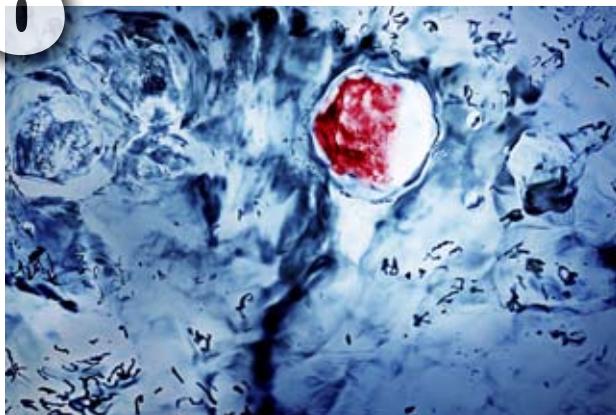
**Il CNR ringrazia**  
Francesco Antinucci  
Manuela Arata  
Chiara Badia  
Silvestro Caligiuri  
Riccardo Cilluffo  
Roberto Defez  
Manuela Faella  
Marco Ferrazzoli  
Francesca Gorini  
Aldo Luperini  
Cecilia Migali  
Franco Miglietta  
Marco Milano  
Elisabetta Narducci  
Guido Schwarz  
Stefano Simoni  
Luca Tiberi  
Dafne Tomassetti



### In copertina

Simulazione in 3D di un'onda sismica nella California meridionale [Cortesia The National Science Foundation]

6



### Habitat & Vita

Highlights: Biologia, Biomedicina, Scienze Cognitive, Medicina, Neuroscienze, Biotecnologie, Genomica, Biologia Computazionale, Bioinformatica, Scienze della Nutrizione, Fisiologia, Produzioni Alimentari, Virologia Vegetale, Evoluzione, Scienze della Terra, Fisica dell'Atmosfera.

56



### Materia & Energia

Highlights: Ottica, Fotonica, Nano Ottica, Nano Strutture, Microscopia, Nanoscienze, Cristallografia, Scienza dei Materiali, Chimica, Nanoelettronica, Semiconduttori, Materiali Compositi, Spettroscopia, Superconduttori, Chimica-Fisica, Fusione Nucleare, Fisica Quantistica, Energia, Fisica della Materia.

# 110



## ■ Informazione & Comunicazione

Highlights: Elettronica, Telecomunicazioni, Computer Science, Ottimizzazione Combinatoria, Teoria dei Giochi, Remote Sensing.

# 122



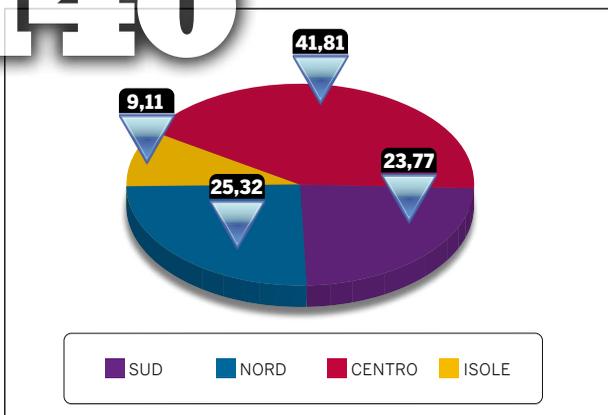
## ■ Cultura & Società

Highlights: Beni Culturali, Archeologia, Paleoantropologia, Conservazione, Ambiente, Epistemologia, Lessicografia, Linguistica, Didattica, Psicologia, Economia.

# 138

## ■ Knowledge and Technology Transfer, Outreach

# 140



## ■ I numeri del CNR

# 142



## ■ Il G8 della Ricerca

# 144

## ■ I Dipartimenti del CNR

# 156

## ■ Gli Istituti del CNR

# 211

## ■ Gli Istituti del CNR per Regione



# Habitat & Wita

## Antitumorali

### Un punto di partenza per nuove classi di farmaci

Le nuove terapie antitumorali mirano a colpire i meccanismi di sopravvivenza e proliferazione delle cellule cancerose con piccole molecole, sintetizzate ad hoc per interagire con le proteine essenziali per la vita delle cellule neoplastiche, inattivandole. Per sintetizzare tali composti bisogna conoscere la struttura tridimensionale delle proteine bersaglio. Gli istituti di Biostrutture e Bioimmagini e Per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo del CNR, le Università di Firenze e Tampere (Finlandia) e l'Accademia delle Scienze Slovaca hanno determinato la struttura tridimensionale dell'Anidrasi Carbonica IX (CAIX), un biomarker endogeno e fattore di prognosi di vari tumori ipossici umani. La CAIX è una proteina di membrana coinvolta nell'acidificazione e nella crescita di tumori solidi. In seguito all'identificazione di differenti attività biologiche e all'individuazione all'interno della sua struttura di diversi domini funzionali, si è visto come la CAIX contribuisca alla tumorigenesi mediante il controllo dell'adesione cellulare e la regolazione del pH extracellulare.

Lo stesso gruppo di ricercatori aveva dimostrato nel 2008 (Hilvo et al, *J Biol Chem*, 2008, 283:27799) alcune proprietà funzionali e strutturali dell'enzima. Lo studio, ora pubblicato su *Pnas*, apre nuovi scenari per la biomedicina. La dettagliata conoscenza della struttura della CA IX è il punto di partenza per la progettazione razionale di nuove classi di farmaci antitumorali capaci di inibire l'essenziale funzione di questo enzima per le cellule neoplastiche. Questa ricerca, finanziata dalla CE (progetto DeZnit), si deve alla pluriennale esperienza nel settore dei diversi gruppi di ricerca partecipanti.

V. Alterio, M. Hilvo, A. Di Fiore, C. T. Supuran, P. Pan, S. Parkkila, A. Scaloni, J. Pastorek, S. Pastorekova, C. Pedone, A. Scozzafava, S. M. Monti, G. De Simone. Crystal Structure of the Catalytic Domain of the Tumor-Associated Human Carbonic Anhydrase IX, *Pnas*, 2009, 106:16233.

## Medicina Molecolare

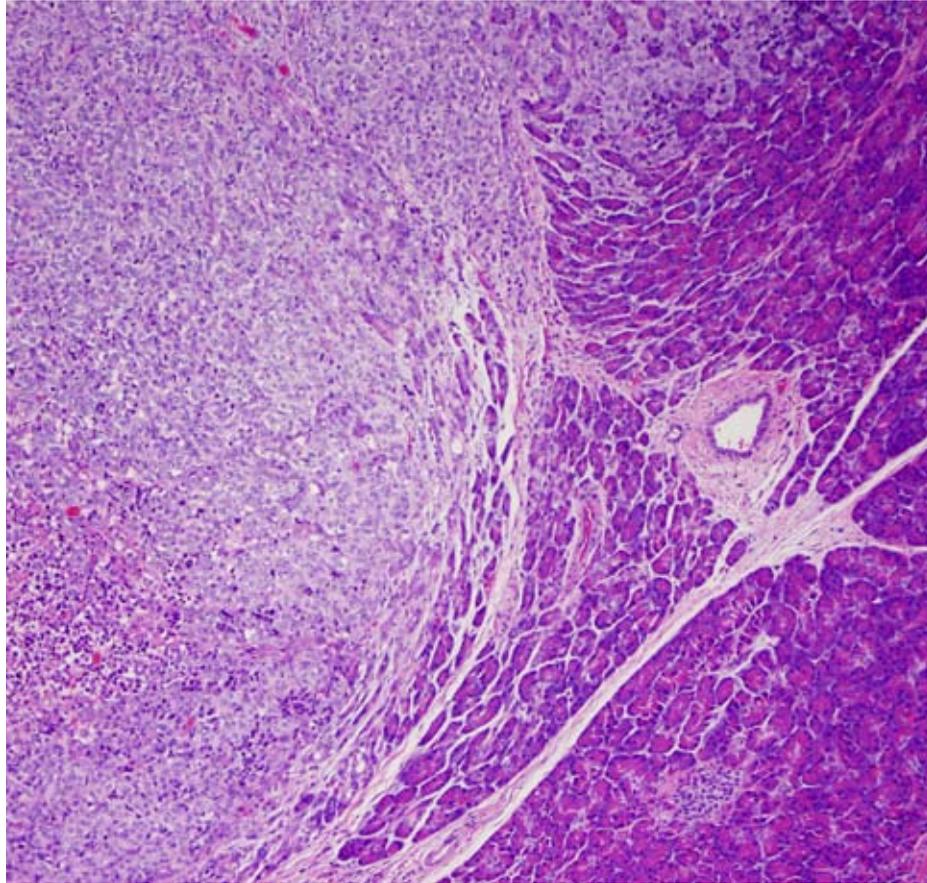
### Un metodo veloce ed efficiente per lo sviluppo di nuovi farmaci

La scoperta di nuovi farmaci attivi contro i tumori e senza effetti sulle cellule sane rappresenta una delle sfide più importanti della medicina molecolare, avendo i metodi classici utilizzati dalle aziende farmaceutiche raggiunto i loro limiti. Di conseguenza, lo sviluppo di strategie innovative per la scoperta di nuove molecole assume un'importanza primaria. In questo contesto, l'Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare ha sviluppato nuovi metodi per l'identificazione di farmaci con attività specifiche. Nel caso dell'inibizione delle cellule tumorali, ci siamo concentrati sullo sviluppo di inibitori dell'enzima aromatasi, fondamentale per lo sviluppo del cancro al seno. Questo ci ha permesso di sviluppare una nuova strategia per l'identificazione di molecole attive e selettive

nell'inibizione dell'aromatasi. Il nostro approccio si basa sullo studio statistico delle proprietà strutturali e chimiche di molecole già note come inibitori e su modelli delle loro possibili interazioni con l'enzima.

Queste informazioni vengono combinate in un modello comprensivo che ricapitolarequisiti minimi necessari per avere un'interazione produttiva con l'aromatasi. Tale modello, definito farmacoforo, viene utilizzato per l'analisi e lo screening di database alla ricerca di piccole molecole che abbiano caratteristiche chimiche e strutturali compatibili con il farmacoforo. Le molecole selezionate hanno dimostrato elevata attività nell'inibizione della crescita di cellule tumorali. Il nostro approccio rappresenta un nuovo metodo veloce ed efficiente per la scoperta di nuovi potenziali farmaci. L'impatto è dato dalla possibilità di utilizzare questi approcci per progetti di drug-discovery in collaborazione con aziende farmaceutiche e biotech, specialmente di piccole e medie dimensioni.

G. Colombo, Fast Three Dimensional Pharmacophore Virtual Screening of New Potent Non-Steroid Aromatase Inhibitors, *Journal of Medicinal Chemistry*, Vol. 52 (2009), Issue 1, pp. 143-150.



National Cancer Institute

Una cellula cancerosa di melanoma mentre invade il tessuto del pancreas.

**Medicina**

Come bloccare una proteina coinvolta in molti tumori umani

Uno studio pubblicato su *Nature*, frutto di una collaborazione tra il CNR e l'Università di San Francisco, può aprire una nuova strada per la cura del cancro. Utilizzando una molecola chiamata Omomyc, i ricercatori sono riusciti a contrastare Myc,

una proteina coinvolta nella formazione di gran parte dei tumori umani. L'effetto di Omomyc nei topi è stupefacente: non solo non fa più sviluppare il cancro al polmone ma addirittura fa regredire rapidamente i tumori preesistenti, anche in stadi molto avanzati. Ma ve-

diamo come funziona.

Myc è un direttore d'orchestra della crescita dei tessuti, anche di quelli sani, e non era ritenuto un bersaglio per la cura del cancro perché si pensava che colpirlo avrebbe danneggiato le cellule sane e sarebbe stato devastante per l'organismo.

Myc è così potente perché può accendere e spegnere centinaia di geni dopo essersi legato alla proteina Max e ad altre

proteine partner. I ricercatori del CNR hanno creato Omomyc modificando la porzione di Myc che lega Max, e che sembra essere cruciale nel favorire il cancro. Ma non è tutto. Omomyc impedisce il legame di Myc con Max, ma non con le altre proteine partner, sviluppando un'azione selettiva meno drastica dell'eliminazione *tout court* di Myc. Per studiarne gli effetti, è stato architettato un sistema per accendere e spegnere Omomyc a piacimento in topi sani e in topi che si ammalano di cancro al polmone.

Omomyc è risultato capace di sradicare il cancro al pomone ed è stato ben tollerato dai topi, sani e malati. Infatti, anche se la normale crescita delle cellule è rallentata in qualche caso, come nella pelle e nei villi intestinali, i topi continuano a godere di buona salute. Inoltre, tali effetti collaterali spariscono rapidamente appena si spegne Omomyc. Quindi, agendo su Myc similmente ad Omomyc, potrebbe essere possibile fermare il cancro senza grossi danni per i tessuti sani. Questa ricerca può rappresentare il primo passo per lo sviluppo di un farmaco anti tumorale efficace e con minori controindicazioni di quelli esistenti.

L. Soucek, J. Whitfield, C. Martins, A. Finch, D. Murphy, N. Sodik, A. Karnezis, L. Brown Swigart, S. Nasi, G. Evan, Modelling Myc Inhibition as a Cancer Therapy, *Nature*, 455 (2008), pp. 679-683, IF 28,75.

**Biologia**

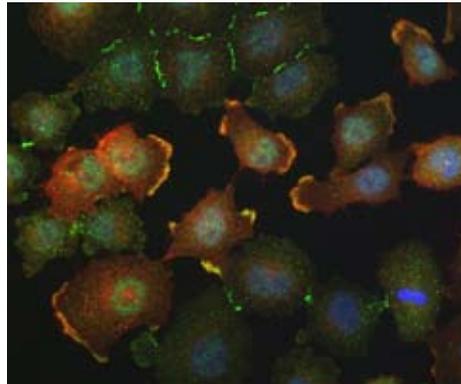
## Una proteina che governa la formazione del fuso mitotico

La divisione cellulare, o mitosi, è la fase in cui avviene una precisa ripartizione del patrimonio genetico tra le due cellule figlie. È un momento fondamentale nella vita della cellula e anomalie in questo processo producono cellule con patrimoni genetici sbilanciati che possono favorire l'insorgenza di tumori. La corretta segregazione dei cromosomi è assicurata da una complessa struttura che si forma nella cellula in divisione, il fuso mitotico.

La notevole conservazione evolutiva della mitosi permette di studiare i meccanismi di formazione del fuso in organismi modello come la *Drosophila melanogaster*, o moscerino della frutta, e di estrapolare all'uomo i risultati ottenuti. Recentemente il nostro gruppo ha identificato nuove proteine mitotiche di *Drosophila*. L'ultimo studio pubblicato riguarda l'analisi funzionale della proteina Dgt6. I nostri dati indicano che questa proteina è essenziale per la crescita di una particolare popolazione di microtubuli: i microtubuli nucleati attorno ai cromosomi, che con i microtubuli astrali nucleati dai centrosomi, formano il fuso mitotico bipolare. Abbiamo dimostrato che la Dgt6 interagisce con numerose proteine del fuso e che la mancanza della Dgt6 impedisce il legame dei microtubuli del fuso ai cromosomi.

Ciò determina la formazione di fusi molto difettivi, incapaci di mediare la segregazione cromosomica. Questi risultati sono importanti perché costituiscono una delle prime chiare evidenze che i microtubuli indotti dai cromosomi sono essenziali per la formazione del fuso. Inoltre le nostre osservazioni sul fenotipo causato dalla mancanza di Dgt6 identificano questa proteina, e più in generale il processo di formazione dei microtubuli indotti dai cromosomi, come un possibile bersaglio per una terapia antimitotica dei tumori.

E. Bucciarelli, C. Pellacani, V. Naim, A. Palena, M. Gatti, e M. P. Somma, *Drosophila* Dgt6 Protein Interacts with Ndc80, Msp/XPAP215 and G-tubulin to Promote Kinetochore-driven MT Formation, *Curr. Biol.*, 19 (2009), pp. 1839-1845.



Cellule staminali cancerose del tumore al seno.

**Biologia**

## Un identikit delle cellule staminali coinvolte nei tumori

L'Istituto di Tecnologie Biomediche studia, tra l'altro, l'origine dei processi neoplastici, mediante la dissezione genetica-molecolare delle cellule staminali e la caratterizzazione di fattori genetici ed epigenetici che influenzano la possibile conversione di cellule staminali in cancer stem cells (CSC). La ricerca è cominciata definendo le proprietà delle CSC mammarie utilizzando un sistema modello (LA7), si è poi dimostrato che una singola cellula, iniettata nella ghiandola mammaria di topo, può originare un nuovo carcinoma mammario simile a quello di origine e che i tumori generati da LA7 contengono almeno tre tipi di cellule: poligonali, allungate e di tipo mesenchimale, distinguibili per morfologia, espressione di marcatori e potenziale tumorigenico. Mentre, quando ritrapiantate, le cellule allungate hanno originato tumori con progressiva per-

dità del potenziale tumorigenico e della eterogeneità, le cellule poligonali hanno generato tumori eterogenei, in accordo con le capacità di autorinnovamento (*self-renewing*) e di differenziamento delle CSC. La ricerca, finanziata dalla Fondazione Cariplo, Progetto NOBEL, ha generato l'identikit di CSC e dimostrato che da tumore generato da una singola CSC si originano cellule che mantengono le caratteristiche delle CSC e cellule che, pur non avendo capacità differenziative e di *self-renewing*, presentano un potenziale tumorale. Ad oggi non sono disponibili modelli sperimentali sui quali testare questi nuovi paradigmi della biologia tumorale, pertanto le LA7 saranno di estrema attualità per la messa a punto di strategie anti-tumoral dirette a colpire le cellule staminali tumorigeniche. ITB sta continuando la ricerca per isolare CSCs da tumori umani.

I. Zucchi, S. Astigiano, G. Bertalot, S. Sanzone, C. Cocola, P. Pelucchi, G. Bertoli, M. Stehling, O. Barbieri, A. Albertini, H. R. Scholer, B. G. Neel, R. A. Reinbold, R. Dulbecco, Distinct Populations of Tumor-initiating Cells Derived from a Tumor Generated by Rat Mammary Cancer Stem Cells, *Pnas*, nov. 2008.

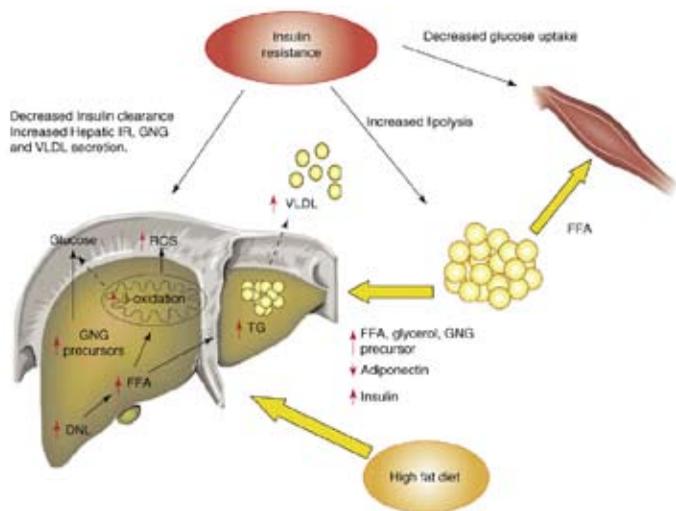
**Biomedicina**

Un fattore chiave dell'azione antidiabetica

Per combattere il diabete di tipo 2, che ha assunto proporzioni epidemiche in Occidente, l'industria farmaceutica ha sviluppato una classe di farmaci che potenziano la secrezione pancreatica di insulina, basati sull'attivazione del recettore del GLP-1 nella  $\beta$ -cellula pancreatica, ottenuta con molecole simili al GLP-1 o che inibiscono la degradazione del GLP-1 endogeno (inibitori dell'enzima DPP-4).

È importante valutare l'effetto di questi farmaci sulla funzione  $\beta$ -cellulare ( $F\beta C$ ), fattore chiave dell'azione antidiabetica. Esistono vari metodi sperimentali classici per valutare la  $F\beta C$ , ma nessuno applicabile alle condizioni di normale regime terapeutico, in particolare quando il recettore del GLP-1 viene attivato dal GLP-1 endogeno secreto durante un pasto. Per risolvere il problema è stato utilizzato un modello matematico della  $\beta$ -cellula, sviluppato all'Istituto di Ingegneria Biomedica del CNR. Il modello esprime la relazione dinamica tra glicemia e secrezione di insulina, entrambe misurabili; la descrizione matematica contiene parametri che quantificano la  $F\beta C$  e sono determinabili dalle misure sperimentali. Il metodo consente di valutare la  $F\beta C$  con un test molto semplice basato su un pasto; ciò ne ha permesso l'impiego in vari studi condotti in collaborazione con le industrie sviluppatrici dei farmaci qui discussi, tra cui gli agonisti del recettore del GLP-1 (exenatide, liraglutide) e gli inibitori del DPP-4 (vildagliptin). Le ricerche ISIB-CNR sulla  $F\beta C$ , valutate con questo modello, hanno riguardato anche molti altri settori e in particolare la patogenesi del diabete di tipo 1 e 2, con contributi particolarmente originali, legati alla specificità del metodo.

A. Mari, W. A. Scherbaum, P. M. Nilsson, G. Lalanne, A. Schweizer, B. E. Dunning, S. Jauffret, J. E. Foley, Characterization of the Influence of Vildagliptin on Model-assessed  $\beta$ -cell Function in Patients with Type 2 Diabetes and Mild Hyperglycemia, *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93 (2008), pp. 103-109.



Meccanismo di accumulo di grasso nella steatosi epatica non alcolica

**Medicina**

I meccanismi metabolici della steatosi epatica non alcolica

La NAFLD (steatosi epatica di origine non alcolica) si caratterizza per una varietà di quadri istologici che vanno dal semplice accumulo di grasso nell'epatocita (steatosi), alla steatoepatite, alla fibrosi ed infine alla cirrosi. La rilevanza clinica di queste condizioni è riferita all'elevata prevalenza nella popolazione generale (dal 10-15% nelle persone magre fino al 70-90% nelle persone obese) ed alla possibile evoluzione della NAFLD. Infatti il 5-10% dei casi sviluppano steatoepatite, cirrosi e epatocarcinoma.

La presente ricerca si focalizza sullo studio dei meccanismi metabolici che portano allo sviluppo della NAFLD e sul rischio associato. Abbiamo dimostrato che i soggetti con NAFLD hanno un maggior rischio di sviluppo di diabete e malattie cardiovascolari. Questo perché sono resistenti all'effetto dell'insulina principalmente a livello

epatico (con eccessiva produzione di glucosio e quindi elevato rischio di iperglicemia), ma anche a livello del muscolo (con ridotto utilizzo del glucosio) e del tessuto adiposo (con elevata lipolisi e rilascio di acidi grassi liberi). Inoltre presentano livelli più elevati di colesterolo e trigliceridi, di pressione arteriosa e un maggior ispessimento della parete carotidea. Utilizzando tecniche non invasive (risonanza magnetica) in alternativa alla biopsia abbiamo quantificato sia il grado di steatosi che il grasso viscerale. L'obesità, in particolare quella viscerale, è risultata uno dei maggiori fattori di rischio di NAFLD. Il grasso viscerale è altamente lipolitico e in una posizione critica in quanto i grassi rilasciati arrivano direttamente al fegato dove si accumulano. Il trattamento farmacologico con tiazolidinedioni in pazienti con steatoepatite ha evidenziato un miglioramento sia del quadro istologico che metabolico.

F. Marra, A. Gastaldelli, G. Baroni, G. Tel, C. Tiribelli, Molecular Basis and Mechanisms of Progression of Non-alcoholic Steatohepatitis, *Trends in Molecular Medicine*, feb. 2008.

## Scienze Cognitive

### La lettura basata sui morfemi è funzionale alla velocità di lettura

La presente ricerca esamina il ruolo della morfologia della parola nel processo di lettura in bambini italiani normo-lettori e con dislessia. Si misurano i tempi di lettura ad alta voce di pseudoparole e parole composte da morfemi (radici e suffissi derivazionali) confrontandoli con quelli di pseudoparole e parole semplici, non formate da radice e suffisso. Tre gruppi di bambini hanno preso parte alla ricerca: normolettori di seconda elementare e di prima media, e bambini con dislessia di prima media. I risultati dei bambini sono stati confrontati con quelli di adulti normolettori. Tutti e quattro i gruppi esaminati hanno letto più velocemente e con maggiore accuratezza le pseudoparole composte da radice e suffisso (ad es., donnista) rispetto alle pseudoparole semplici (ad es., dennosto). A differenza dei normolettori adulti e di prima media, solo i bambini con dislessia e quelli più piccoli hanno letto più velocemente anche le parole derivate composte da radice e suffisso (ad es. cassiere) rispetto alle parole semplici (ad es., cammello). I risultati suggeriscono che i morfemi siano unità di elaborazione linguistica che facilitano la lettura soprattutto nelle persone che hanno una capacità limitata di lettura (bambini piccoli in fase di apprendimento e bambini con dislessia). Per questi lettori, la presenza di unità morfologiche, radice e suffisso, permette la scomposizione dello stimolo in unità dotate di significato più piccole della parola intera, che è una unità più lunga e complessa, non ancora consolidata nel lessico ortografico. Questo studio indica che la lettura basata sui morfemi è funzionale allo sviluppo della fluenza nella lettura, che in genere è particolarmente compromessa nei bambini con dislessia o in fase di apprendimento della lettura.

C. Burani, S. Marcolini, M.a De Luca, e Pierluigi Zoccolotti, Morpheme-based Reading aloud. Evidence from Dyslexic and Skilled Italian Readers, *Cognition*, 108, 1 (2008), pp. 243-262.

## Medicina

### Una tecnica per scoprire i problemi coronarici meno gravi

L'ecocardiografia durante stress, o ecostress, è la combinazione dell'ecocardiografia con uno stimolo potenzialmente ischemizzante (stress), che può essere fisico (esercizio), farmacologico (dipiridamolo o dobutamina), o elettrico (pacing). Il test, nato a Pisa 25 anni fa, oggi arriva alla Associazione Europea di Ecocardiografia (Società Europea di Cardiologia; R. Sicari et al., *Eur Heart J.*, 2009) nella sua ultima versione: alla valutazione della funzione regionale si aggiunge quella del flusso coronarico con Doppler a colori. Si infonde, sotto controllo ecocardiografico continuo tramite un trasduttore poggiato sul torace, il dipiridamolo, farmaco che vasodilata le coronarie. Il cuore è, infatti, considerato dai fisiologi un organo eretile, la cui funzione aumenta

con l'aumento di flusso. Ma questo solo se le coronarie sono sane e il miocardio è normale; se la funzione del cuore peggiora, la coronaria è malata e ristretta dall'aterosclerosi. Con l'avvento del Doppler a colori ad alta risoluzione, si può anche misurare il flusso coronarico. Se la stenosi è lieve, la funzione del cuore sarà ancora normale; si riduce invece la capacità di aumento del flusso. Così il test, a differenza di prima, vede anche le forme meno gravi, ma potenzialmente pericolose, della malattia coronarica. Il cuore ha una funzione normale ma appare freddo perché il calore del flusso coronarico è ridotto, mentre il cuore completamente normale è caldo, con il flusso coronarico che aumenta di 3 o 4 volte.

Questo esame è «eco-eco»: economico, costa 20 volte meno dell'angiografia coronarica; ecologico, non usa radiazioni ionizzanti; ecografico, sfrutta metodiche a ultrasuoni oggi disponibili in ogni ambulatorio medico.

Una diagnosi semplice, sicura, accurata, adatta all'attuale tendenza alla sostenibilità in medicina.

F. Rigo, R. Sicari, S. Gherardi, A. Djordjevic-Dikic, L. Cortigiani, E. Picano, The Additive Prognostic Value of Wall Motion Abnormalities and Coronary Flow Reserve during Dipyridamole Stress Echo, *European Heart Journal*, 6 dic., 2007



In topi giovani e adulti la rimozione dei condroitinsolfato proteoglicani nell'amigdala mostra una rapida estinzione della risposta alla paura (linea continua), rispetto a topi adulti trattati con placebo (linea tratteggiata).

## Neuroscienze

### Rimuovere la memoria emotiva legata a eventi traumatici

È possibile riattivare nell'adulto forme di plasticità tipiche dello sviluppo? Durante lo sviluppo la capacità del cervello di modificare i propri circuiti in funzione dell'esperienza (plasticità neurale) varia profondamente. Ad esempio, una deprivazione visiva determina forti modifiche nei circuiti della corteccia in animali giovani ma non nell'adulto. I lavori del nostro gruppo avevano mostrato che l'arricchimento della matrice extracellulare adulta con condroitinsolfato proteoglicani (CSPG) tipico degli adulti gioca un

ruolo importante in questo fenomeno. Infatti, la rimozione dei CSPG dalla corteccia visiva adulta per mezzo del trattamento con condroitinasi riattiva gli alti livelli di plasticità tipici dello sviluppo. Questo concetto è stato ora generalizzato ad altre forme di plasticità con possibili importanti ricadute cliniche. Se un animale è sottoposto ad uno shock in coincidenza con un suono, esso memorizza l'associazione tra i due eventi mostrando segni di paura anche se riesposto al solo suono. La formazione di questa memoria emotiva coinvolge fe-

nomeni di plasticità a livello dell'amigdala. Così come nell'uomo, anche negli animali le memorie emotive relative a eventi traumatici sono difficili da eliminare, una loro caratteristica che potrebbe essere alla base del disordine da stress post-traumatico. L'estinzione è un tentativo di cancellare queste memorie che si effettua ripresentando il suono in assenza dello shock. Sebbene questa procedura possa momentaneamente annullare la paura appresa dall'animale, la memoria dello shock può poi ripresentarsi spontaneamente o rinnovarsi anche con suoni posti in contesti diversi da quelli dell'apprendimento. Negli animali giovani tuttavia la situazione è diversa: l'estinzione è in grado di cancellare

completamente la memoria emotiva. È stato dimostrato che, in analogia con la corteccia visiva, il trattamento dell'amigdala di animali adulti con condroitinasi ripristina modalità di memorizzazione emotiva tipiche dello sviluppo. Infatti le memorie di uno shock formatesi negli animali adulti trattati con condroitinasi erano completamente cancellabili dall'estinzione. Questi studi aprono la strada per la prima volta alla comprensione dei meccanismi biologici per cui una memoria viene ad essere dimenticata mentre un'altra, magari non voluta, si radica nella mente. Queste conoscenze aprono anche allo sviluppo di trattamenti capaci di rendere più facilmente cancellabile la memoria di un trauma.

T. Pizzorusso, Erasing Fear Memories, *Science*, Vol. 325, n. 5945 (2009), pp. 1214-1215; Gogolla et al, *Science*, Vol. 325 (2009), pp. 1258-61.

**Medicina**

## Cellule potenzialmente utili per riparare il danno cardiaco

**L**a cardiopatia ischemica è la principale causa di morte nei paesi industrializzati. Nonostante i recenti progressi nel trattamento dello scompenso cardiaco, le terapie farmacologiche attualmente disponibili risultano spesso inadeguate. Per questo motivo, rigenerare il tessuto cardiaco rappresenta un obiettivo fondamentale della medicina cardiovascolare. La grande sfida è riuscire ad attivare le cellule staminali cardiache eventualmente presenti nel cuore e generare cardiomiociti a partire da cellule staminali (ex vivo), da utilizzare per

sostituire i cardiomiociti persi in seguito al danno ischemico. Il successo della medicina rigenerativa nelle cardiopatie è limitato, fra l'altro, dalla scarsa conoscenza dei meccanismi molecolari che intervengono nei processi di proliferazione e differenziamento cardiaco delle cellule staminali. Lo studio si inserisce in questo contesto e riporta l'identificazione di due molecole, un ligando, Apelina, ed il suo recettore APJ, utilizzando come sistema modello le cellule staminali embrionali del topo. I risultati mostrano che la presenza di queste proteine dipende dall'attività di un altro

fattore, Cripto - già oggetto di lavori precedenti pubblicati dal laboratorio - che è fondamentale per ottenere cardiomiociti da cellule staminali, svelando un ruolo ad oggi sconosciuto di APJ/Apelina nelle fasi precoci della cardiogenesi nei mammiferi.

Questi risultati aggiungono un tassello importante e sono rilevanti per la biologia delle cellule staminali cardiache perché rivelano un meccanismo naturale utile a generare ed espandere i precursori cardiaci. L'attivazione di questo meccanismo (nel cuore o in cellule ex vivo) potrebbe permettere di aumentare il numero di cellule potenzialmente utili alla riparazione del danno cardiaco.

---

C. D'Aniello, E. Leonardo, S. Iaconis, O. Guardiola, A. M. Liguoro, G. L. Liguori, M. Autiero, P. Carmeliet, G. Minchiotti, G Protein-Coupled Receptor APJ and Its Ligand Apelin Act Downstream of Cripto to Specify Embryonic Stem Cells Toward the Cardiac Lineage Through Extracellular Signal-Regulated Kinase/p70S6 Kinase Signaling Pathway, *Circulation Research*, 2009, 105: 998-1006.

**Biotechnologie**

## Sfruttare l'accumulo di proteine nei semi per la produzione di farmaci su pianta

**L**a sintesi di farmaci in piante geneticamente modificate è una delle frontiere più promettenti delle biotecnologie farmaceutiche. I costi delle proteine di utilizzo farmacologico (ad es. i vaccini), già ridottisi grazie all'ingegneria genetica, potranno diminuire ancora se si incrementa l'accumulo di tali farmaci negli organismi geneticamente modificati.

Non tutte le proteine hanno uguale stabilità nelle cellule e il normale processo di degradazione è un fenomeno negativo quando l'obiettivo è la loro produzione industriale. La proteina Nef del

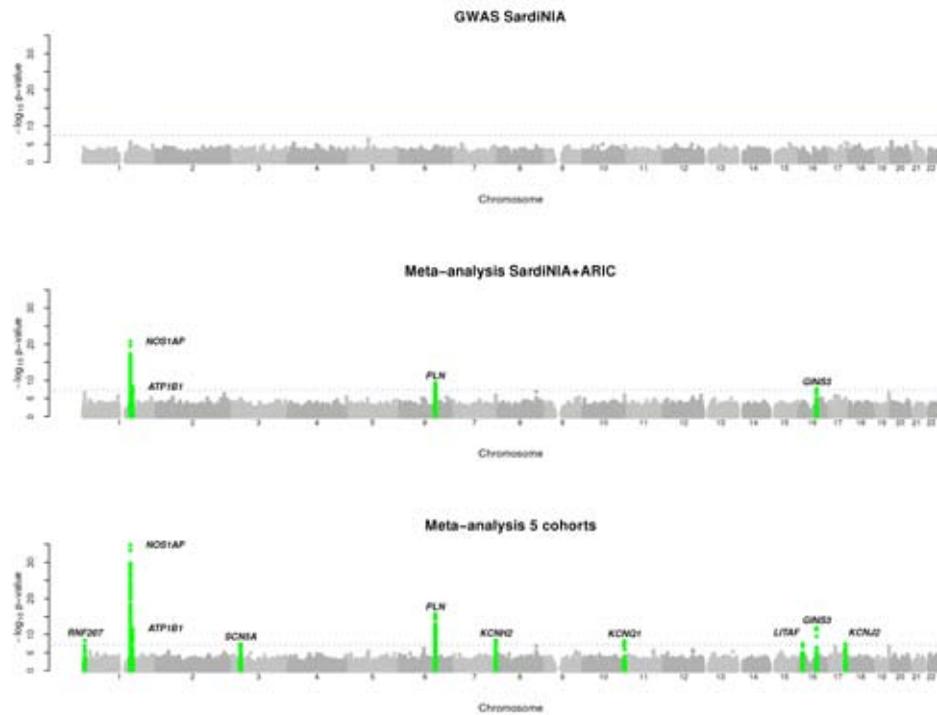
virus HIV è un potenziale componente per un vaccino contro l'AIDS, ma è degradata rapidamente se sintetizzata in piante. Al contrario, le proteine vegetali normalmente accumulate nei semi sono molto stabili. La sequenza di DNA che codifica Nef è stata unita a quelle di una proteina dei semi di mais e una di fagiolo, nell'intento di ottenere una nuova proteina avente la stabilità di quelle del seme combinata alle proprietà immunologiche di Nef. Nella pianta ospite, la proteina risultante forma strutture molto stabili, denominate corpi protei-

ci, simili a quelle normalmente presenti nei semi di mais. La ricerca mostra che il meccanismo naturale di accumulo di proteine nei semi può essere sfruttato per aumentare la produzione biotecnologica di farmaci. Questo studio ha inoltre fornito nuove conoscenze sui processi molecolari che permettono ai semi di accumulare grandi quantità di proteina. La ricerca è stata svolta dall'Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria e dall'Istituto di Genetica Vegetale ed ENEA-BIOTEC, finanziata dal Progetto Integrato Pharma-Planta dell'UE e dal Progetto Ingenio (Fondo Sociale Europeo del Ministero del Lavoro e della Regione Lombardia).

---

M. de Virgilio, F. De Marchis, M. Bellucci, D. Mainieri, M. Rossi, E. Benvenuto, S. Arcioni, e A. Vitale, The Human Immunodeficiency Virus Antigen Nef Forms Protein Bodies in Leaves of Transgenic Tobacco when Fused to Zeolin, *Journal of Experimental Botany*, 59 (2008), pp. 2815-2829.

Nei tre grafici, ogni punto rappresentato è una variante del DNA e l'asse delle ascisse ne indica la posizione cromosomica. L'asse delle ordinate rappresenta invece la forza di associazione, e la linea tratteggiata indica il valore corrispondente alla significatività statistica genome-wide. Il gene in cui si trovano le varianti associate è indicato sopra il picco. Nel primo pannello si nota che il GWAS effettuato sull'unico campione SardiNIA non mostra geni significativi, mentre quando si combinano i risultati di SardiNIA e ARIC si osservano quattro geni significativi. L'ultimo pannello mostra i risultati ottenuti combinando i GWAS dei cinque gruppi partecipanti a questo lavoro.



**Genomica**

La correlazione tra variazioni di DNA e la morte cardiaca improvvisa

L'intervallo QT è un parametro dell'elettrocardiogramma che esprime il tempo necessario per la de-ripolarizzazione del miocardio ventricolare; valori alterati predispongono alla morte cardiaca improvvisa. Sebbene diversi fattori, come l'età e l'impiego di alcuni farmaci, lo influenzino, il 35% della sua variabilità dipende da una componente genetica, non ancora pienamente conosciuta. Si è quindi analizzato l'intero genoma di 15.842 individui sani di origine europea, coinvolti negli studi SardiNIA, GenNOVA, KORA, HNR e ARIC, utilizzando l'approccio Genome-Wide Association (GWAS) in cui si ricerca

la correlazione tra variazioni nel DNA e valori dell'intervallo QT. Si sono osservate le associazioni di nove geni, ed è stato confermato il coinvolgimento del gene NOS1AP, l'unico fino ad allora associato. Era già noto che mutazioni rare in quattro dei geni identificati, KCNQ1, KCNH2, SCN5A e KCNJ2, fossero responsabili delle sindromi da QT lungo e da QT corto, patologie caratterizzate da valori estremi dell'intervallo QT. Una nota rilevante del lavoro è la dimostrazione che in questi stessi geni esistono anche varianti geniche comuni che possono causare piccole variazioni fisiologiche. La ricerca continua attraverso lo studio molecolare degli

altri sei geni identificati, al fine di verificare anche un loro coinvolgimento in tali sindromi.

Innovativo è il metodo di analisi utilizzato. Infatti, tramite metodi di inferenza statistica sono stati integrati i dati sperimentali con quelli del progetto Genoma Umano (HapMap), aumentando così lo spettro delle varianti genetiche studiate dai singoli gruppi coinvolti (da 500.000 a 2,5 milioni). Si sono poi combinati i GWAS di ogni gruppo attraverso una meta-analisi, e ottenuto un GWAS globale su 15.842 individui, aumentando il potere statistico. Ottimale per lo studio di tratti e malattie genetiche, tale approccio ha cambiato il modo di fare ricerca, spingendo i ricercatori di differenti gruppi a collaborare per il raggiungimento di un obiettivo comune.

A. Pfeufer, S. Sanna, D.E. Arking et al, Common Variants at ten loci Modulate the QT Interval Duration in the QTSCD Study, *Nature Genetics*, 41 (2009), pp. 399-406.

**Biologia Computazionale**

## Strumenti bioinformatici per interpretare fenomeni biologici

**A**lterazioni funzionali di processi biologici come il ciclo cellulare, lo sviluppo, il differenziamento, la risposta allo stress ossidativo, l'invecchiamento e altri, sono alla base di molte malattie socialmente invalidanti. Comprendere come questi processi sono regolati è di fondamentale importanza per sviluppare protocolli clinici prognostici e diagnostici più sensibili, terapie sempre più mirate ed efficaci e per elaborare corrette politiche sociali di prevenzione.

La regolazione dell'espressione genica, alla base del corretto funzionamento di ogni

cellula, è un processo altamente complesso che si svolge in più tappe spazio-temporali controllate dalle interazioni multiple di diversi fattori di regolazione con uno o più geni target. La bioinformatica e la biologia computazionale, discipline che cercano di decodificare e interpretare i fenomeni biologici facendo uso delle più sofisticate tecnologie informatiche, costituiscono gli strumenti più efficaci a disposizione della moderna ricerca scientifica per studiare i meccanismi alla base di queste interazioni e capire come possibili alterazioni di

questi meccanismi possono influire sulla nostra salute. Il contributo del nostro lavoro di ricerca in questo campo si prefigge di sviluppare uno strumento di analisi che, sfruttando le più moderne tecnologie informatiche di data mining, consenta la scoperta di moduli di co-regolazione genica. I criteri utilizzati per l'analisi sono la frequenza con la quale diversi motivi target di fattori di regolazione della traduzione co-occorrono in geni funzionalmente correlati nella stessa specie, e la conservazione delle caratteristiche strutturali di tali moduli in sequenze omologhe di specie diverse. UTRminer rappresenta un prototipo che è attualmente in fase di ulteriore sviluppo.

A. Turi, C. Loglisci, E. Salvemini, G. Grillo, D. Malerba, e D. D'Elia. Computational annotation of UTR cis-regulatory modules through Frequent Pattern Mining, *BMC Bioinformatics*, 10 (Suppl 6), 2009, S25. IF 2008: 3.781.

**Genetica**

## Mutazioni del gene GBA associate alla malattia di Parkinson nel Sud dell'Italia

**L**a malattia di Parkinson è un disordine neurologico causato dalla perdita di neuroni implicati nella coordinazione dei movimenti. Sebbene in alcuni casi si verificano specifiche mutazioni genetiche causative, è ormai riconosciuta l'importanza di fattori genetici predisponenti.

Noi abbiamo condotto uno screening su 395 malati e 483 sani provenienti dal Sud Italia per determinare se la presenza di mutazioni del gene GBA (Glucocerebrosidasi) rappresenti un fattore di rischio per la malattia.

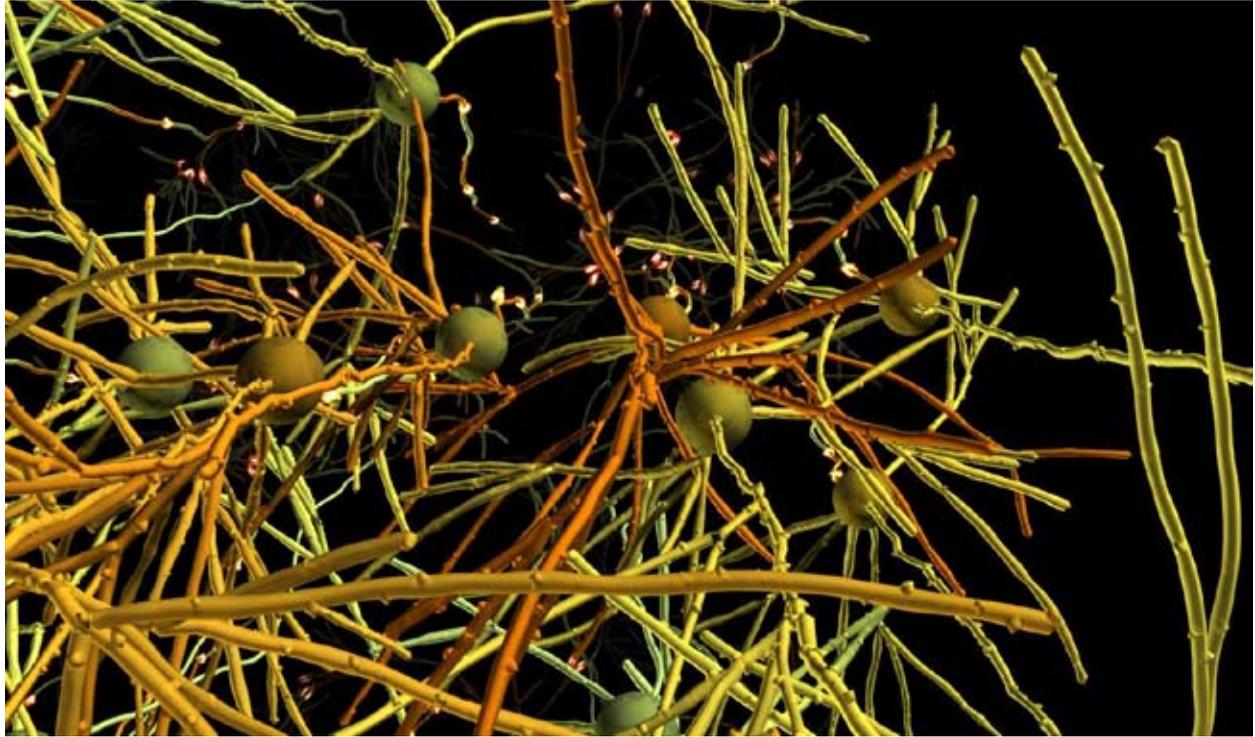
Studi precedenti, condotti su altre popolazioni, avevano rilevato mutazioni in eterozigosi nel GBA in alcuni pazienti parkinsoniani. Va sottolineato che mutazioni in omozigosi di GBA causano invece la malattia di Gaucher, una grave patologia metabolica.

Dal nostro studio è emerso che la frequenza dei portatori di mutazioni di GBA è significativamente più alta nei pazienti che nei controlli (2.8% contro 0.2%) e che in Italia chiunque sia portatore ha un rischio circa 14 volte maggiore di ammalarsi rispetto a

chi non lo è. I nostri risultati sono stati in seguito inseriti in uno studio comprendente 12 diverse nazioni che ha definitivamente accertato l'importanza del gene GBA nella malattia di Parkinson (*NEJM*, Vol. 361, n. 17, 2009).

Come variazioni del gene influenzino la suscettibilità alla malattia non è chiaro. La proteina GBA mutata potrebbe interferire con i sistemi cellulari che comunemente degradano proteine malformate, cosicché queste ultime si accumulano nei neuroni, determinandone la morte. La comprensione dei processi patogenetici potrebbe consentire lo sviluppo di promettenti terapie neuroprotettive per i pazienti parkinsoniani con mutazioni GBA.

E.V. De Marco, G. Annesi, P. Tarantino, F. E. Rocca, G. Provenzano, D. Civitelli, I. I. C. Candiano, F. Annesi, S. Carrideo, F. Condino, G. Nicoletti, D. Messina, F. Novellino, M. Morelli, A. Quattrone, Glucocerebrosidase Gene Mutations are Associated with Parkinson's Disease in Southern Italy, *Movement Disorders*, Vol. 23, Issue 3, 15 feb. 2008, pp. 460-3.



Ricostruzione al computer della corteccia visiva primaria.

## Neurobiologia

### L'antidepressivo Fluoxetina promuove la plasticità del cervello

Il prozac (fluoxetina), farmaco antidepressivo ampiamente usato, rivela un'inaspettata azione di potenziamento della plasticità dei circuiti nervosi cerebrali. È quanto ha dimostrato il gruppo di Neurobiologia della Scuola Normale di Pisa e dell'Istituto di Neuroscienze del Consiglio Nazionale delle Ricerche, guidato dal professor Lamberto Maffei, in uno studio pubblicato su *Science*. L'esperimento si è svolto a livello del sistema visivo, usando come indice di plasticità – la capacità delle connessioni nervose di modificarsi in risposta

agli stimoli ambientali – la restituzione di una normale visione in ratti adulti ambliopi. L'ambliopia è una malattia ampiamente diffusa nell'uomo, causata da uno sbilanciamento dell'attività dei due occhi che insorge in età giovanile. Se non precocemente diagnosticata e trattata, determina una forte riduzione delle capacità visive non più curabile in età adulta. Gli esperimenti condotti dai ricercatori hanno dimostrato che curare l'ambliopia nell'adulto è invece possibile. In particolare, ratti resi ambliopi in giovane età per occlusione

di un occhio riacquistano, da adulti, una normale visione se sottoposti a trattamento cronico per quattro settimane con fluoxetina. La sorprendente capacità della fluoxetina di stimolare la plasticità della corteccia visiva è dovuta all'azione su due principali fattori cellulari. Da una parte, determina la riduzione dei livelli del neurotrasmettitore inibitorio GABA, un fattore molecolare necessario al corretto funzionamento dei centri nervosi, ma ritenuto responsabile anche della perdita di plasticità che si verifica nel cervello adulto. Dall'altra, la riduzione dell'inibizione intracorticale si accompagna all'aumento dei livelli di una neurotrofina, il BDNF, che promuoverebbe quei cambiamenti strutturali e fun-

zionali dei circuiti corticali necessari per la visione.

Questi risultati contribuiscono a chiarire i meccanismi attraverso cui si attua l'azione degli antidepressivi e suggeriscono alterazioni cellulari e molecolari che potrebbero essere alla base di una patologia ampiamente diffusa come la depressione, la cui eziologia è ancora poco conosciuta. Inoltre, i risultati di questa ricerca aprono la strada verso nuove possibili applicazioni della fluoxetina in patologie diverse come il trattamento di patologie comuni nell'invecchiamento cerebrale, la malattia di Alzheimer, e altre sindromi in cui un'eccessiva inibizione intracorticale si ritiene alla base del cattivo funzionamento dei circuiti nervosi.

J. F. Maya Vetencourt, A. Sale, A. Viegi, L. Baroncelli, R. De Pasquale, O. F. O'Leary, E. Castrén, L. Maffei, The Antidepressant Fluoxetine Restores Plasticity in the Adult Visual Cortex, *Science*, Vol. 320, N. 5874;385-388 (2008).

Neuroscienze

## Un recettore lega le proteine beta-amiloidi e induce alterazioni neuronali

La malattia di Alzheimer (AD) è caratterizzata da un progressivo deterioramento delle funzioni cognitive fino alla demenza ed è definita patologicamente dall'accumulo della proteina beta-amiloide (le cosiddette placche senili) e dalla presenza di aggregati neurofibrillari intracellulari. La variante di tipo sporadico di AD è caratterizzata da un inizio tardivo in età senile e da un decorso lento e progressivo: in Italia il 4-5% degli oltre 65 anni è affetta da AD. Ad oggi non si conoscono farmaci per far regredire o arrestare lo sviluppo dei deficit cognitivi che insorgono durante la malattia. L'Istituto di Neuroscienze del CNR di Pisa, nelle persone del Prof. Luciano Domenici (Prof. di Fisiologia, Università dell'Aquila associato a IN-CNR) e del Dr. Nicola Origlia (IN-CNR) ha condotto esperimenti per chiarire i meccanismi alla base dell'accumulo di beta-amiloide

e della sua tossicità neuronale. Si è individuato nella corteccia entorinale, una delle aree cerebrali più colpite nella AD, un recettore chiamato RAGE (l'acronimo della proteina) in grado di legare la sostanza beta-amiloide (prodotta dalle cellule colpite dalla malattia) e di indurre alterazioni neuronali fino ai disturbi dell'apprendimento e della memoria.

Sebbene non sia ancora chiaro perché si produca un'elevata quantità di proteina beta-amiloide il meccanismo scoperto apre la strada per una diagnosi precoce e lo sviluppo di farmaci atti ad arrestare o rallentare il decorso della malattia.

Test sperimentali mirati a individuare il recettore RAGE sono in fase d'allestimento e consentiranno d'impostare la ricerca farmacologica verso molecole in grado di inibire il legame di beta-amiloide al recettore stesso.

N. Origlia, M. Righi, S. Capsoni, A. Cattaneo, F. Fang, D. Stern, M. David, J. X. Chen, A. M. Schmidt, O. Arancio, S. Du Yan, L. Domenici, Receptor for Advanced Glycation end Product-dependent Activation of p38 Mitogen-activated Protein Kinase Contributes to Amyloid-beta-mediated Cortical Synaptic Dysfunction. *Journal of Neuroscience*, 26 mar, 28(13), 2008, pp. 3521-3530.

Bioinformatica

## Un portale per promuovere l'interazione fra patologi

La produzione e la collezione di dati grezzi in medicina e biologia sono aumentate enormemente negli ultimi anni. La bioinformatica diventa per-

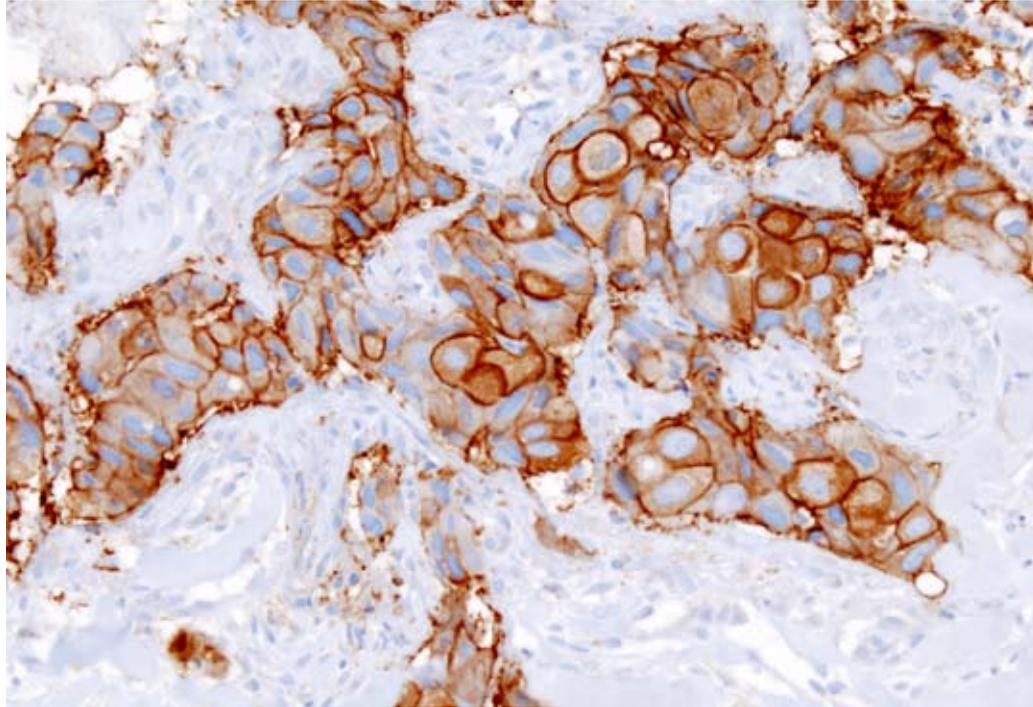
ciò fondamentale, soprattutto per l'aspetto dell'integrazione dati, che si prefigge di estrapolare conoscenza dalla crescente mole di informazioni derivanti dalle

moderne tecnologie biomolecolari high throughput. In questo contesto si inserisce il lavoro descritto in questo articolo, sviluppato presso il laboratorio di Bioinformatica dell'Istituto di Tecnologie Biomediche. Il lavoro presenta una soluzione accessibile via web per gestire i dati in input-output dalla tecnologia Tissue Microarray (TMA), una delle più recenti per l'analisi in parallelo dell'espressione proteica in tessuti biologici.

L'ottica con cui è stato sviluppato il portale è quella di promuovere l'interazione tra la comunità dei patologi, che estraggono e conservano i campioni biologici per scopi clinici, e quella dei ricercatori, che richiedono tali tessuti per la ricerca scientifica. A tale scopo, oltre all'utilizzo di strumenti di standardizzazione dei dati quali le ontologie, è stata anche sviluppata una soluzione distribuita del sistema, utilizzando la piattaforma EGEE Grid. Quello dei TMA è solo uno dei vari esempi di integrazione dati sviluppati presso il nostro laboratorio di Bioinformatica. Altri interessanti lavori riguardano l'integrazione sistemica di evidenze sperimentali legate di cancro al seno, la modellazione dei pathway biochimici coinvolti nel ciclo cellulare, l'annotazione genome-wide delle proteine chinasi e la raccolta delle informazioni cliniche relative alle mutazioni della proteina C.

Tali risorse sono disponibili all'indirizzo <http://www.itb.cnr.it/sysbio-gateway>.

F. Viti, I. Merelli, A. Caprera, B. Lazzari, A. Stella, L. Milanese, Ontology-based, Tissue MicroArray oriented, Image Centered Tissue Bank, *Bmc Bioinformatics*, 2008, IF 3,781.



Reperto istopatologico di un carcinoma mammario.

## Biologia

### Il ruolo dei radicali liberi nella regolazione dell'espressione genica ormono-dipendente

Il DNA di una cellula umana, che se srotolato raggiunge i due metri di lunghezza, è chiuso nel nucleo cellulare (del diametro medio di 5-7 milionesimi di metro) da specifiche proteine nucleari dette istoni. Tuttavia, sia nel processo di duplicazione cellulare che di espressione genica, entrambi necessari per il normale funzionamento di una cellula, il DNA deve essere srotolato e anche questo compito è svolto dagli istoni.

Nell'ambito di ricerche volte a decifrare il ruolo e la rilevanza funzionale di alcune di queste modificazioni sull'espressione dei geni regolati da estrogeni, e sulle potenziali implicazioni di tali eventi nello sviluppo e nella progressione del carcinoma mammario, abbiamo scoperto che la

de-metilazione della lisina in posizione 9 dell'istone H3, indotta dalla stimolazione da estradiolo, innesca uno stress ossidativo che rende il DNA accessibile ai fattori di trascrizione e stimola, di conseguenza, l'espressione dei geni coinvolti. In particolare, l'acqua ossigenata, uno dei radicali liberi più temuti, nel sistema biologico studiato induce, da un lato, mutazioni nel DNA circostante ma crea, proprio in seguito a questo, le condizioni affinché gli enzimi preposti al riparo del DNA producano, grazie alla rimozione dei siti mutati, dei buchi lungo l'elica del DNA che consentono, in ultima analisi, lo srotolamento della specifica regione che deve essere trascritta.

Lo studio, realizzato fon-

damentalmente grazie all'uso dell'immunoprecipitazione della cromatina (ChIP) e della Chromosome Conformation Capture (3C) eseguite su linee di cellule di carcinoma mammario umano, ha assegnato un nuovo e inatteso ruolo agli enzimi di riparo del DNA, che non hanno, quindi, solo la funzione di correggere gli errori presenti nel nostro patrimonio genetico, ma costituiscono anche parte integrante dell'apparato di trascrizione, che consente l'espressione dei geni e, di conseguenza, la sintesi delle proteine. I risultati conseguiti appaiono importanti perché, da un lato, gettano nuova luce sulla presenza dei siti fragili osservati in elevata percentuale sui cromosomi delle cellule di carcinoma mammario, e identificano, dall'altro, nuovi attori nella regolazione dell'espressione genica: gli enzimi di riparo del DNA, che potranno pertanto costituire il bersaglio molecolare di strategie terapeutiche future.

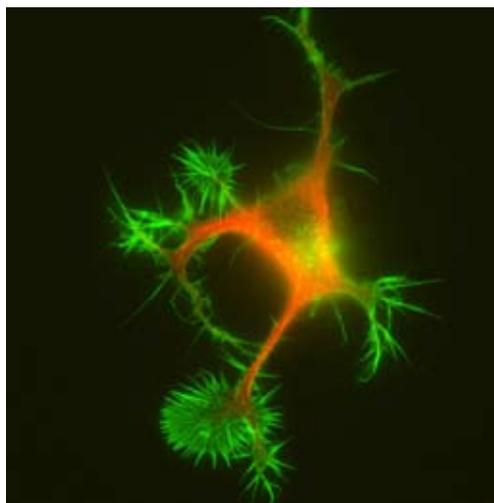
B. Perillo, M. N. Ombra, A. Bertoni, C. Cuzzo, S. Sacchetti, A. Sasso, L. Chiariotti, A. Malorni, C. Abbondanza, E. V. Avvedimento. DNA Oxidation as Triggered by H3K9me2 Demethylation Drives Estrogen-Induced Gene Expression, *Science*, Vol. 319, 5860;202-206 (2008).

Neuroscienze

## Le potenzialità del NGF nelle cellule del sistema visivo

La rivista dell'Accademia Americana delle Scienze, *Pnas*, ha recentemente pubblicato uno studio condotto da ricercatori dell'Istituto di Neurobiologia e Medicina Molecolare del CNR di Roma e del Campus BioMedico dell'Università di Roma, che dimostra le potenzialità terapeutiche della molecola NGF in pazienti affetti da glaucoma. Il glaucoma è una patologia cronica caratterizzata da un danno progressivo ed irreversibile del nervo ottico, delle cellule retiniche e della funzione visiva. I malati di glaucoma sono oltre 550 mila in Italia, circa 77 milioni nel mondo e se ne prevede l'aumento nei prossimi anni. Tra i principali fattori di rischio del glaucoma, ci sono la pressione intraoculare elevata, le malattie cardiovascolari, la pressione bassa, l'ipertensione e il diabete. Questo studio, condotto su animali e sull'uomo, avvalorava l'ipotesi già prospettata da Aloe e Lambiase sul ruolo clinico della molecola NGF nelle cellule del sistema visivo, incluse le cellule retiniche che degenerano nel glaucoma. Questo risultato si deve ad una lunga e intensa attività di ricerca di base, pre-clinica e clinica, del dott. Luigi Aloe del CNR, stretto collaboratore della Prof.ssa R. Levi-Montalcini da oltre 35 anni, e del dott. Alessandro Lambiase, oftalmologo del Campus BioMedico. Questa collaborazione ha portato, in anni recenti, ad altre scoperte sull'efficacia terapeutica del NGF in ulcere corneali e cutanee di varia origine, pubblicate su prestigiose riviste scientifiche internazionali, tra cui il *New England J. Of Medicine*, *Lancet*, *Annals of Internal Medicine*. Luigi Aloe, Dirigente di Ricerca nell'INMM, studia da molti anni il ruolo funzionale del NGF nei sistemi nevoso e visivo in colture cellulari, in animali da laboratorio e in patologie umane.

A. Lambiase, L. Aloe, M. Centofanti, V. Parisi, F. Mantelli, V. Colafrancesco, G. L. Manni, M. G. Bucci, S. Bonini, R. Levi-Montalcini, *Experimental and Clinical Evidence of Neuroprotection by Nerve Growth Factor Eye Drops: Implications for Glaucoma*, *Pnas*, ago 2009.



Struttura di un neurone in falsi colori

Neuroscienze

## Buchi neri neuronali per catturare tossine ambientali

A partire dai primi anni di vita, i neuroni del cervello umano accumulano organelli contenenti un pigmento simile alla melanina cutanea; per questo motivo il cervello appare sempre più scuro. Si pensava che questi accumuli fossero limitati ad alcune aree cerebrali, mentre abbiamo dimostrato che il fenomeno è generalizzato a tutto il cervello.

Questi corpuscoli neri proteggono i neuroni, estraendo dal citoplasma specie tossiche endogene e immobilizzandole sotto forma di pigmenti polimerici insolubili che come tali rimangono fino alla fine della vita. Contengono elevate quantità di lipidi, detti dolicoli, che pure si accumulano durante l'invecchiamento e sono difficilmente eliminabili dai neuroni. I pigmenti svolgono una funzione chiave anche perché legano e immobilizzano grandi quantità di tossine ambientali, quali pesticidi e metalli tossici

(mercurio, piombo, cadmio, cromo e altri) che penetrano all'interno dei neuroni. Nel cervello che invecchia i neuroni si difendono seppellendo le tossine all'interno di questi organelli dall'aspetto scuro, che si comportano come un buco nero neuronale, dove tanto entra e quasi nulla esce. Il cervello umano possiede diversi meccanismi di difesa e barriera contro l'attacco di tossine endogene e ambientali: la barriera ematoencefalica, la microglia ed enzimi detossificanti. Laddove questi meccanismi di difesa vengano superati lasciando penetrare le tossine nel neurone, la formazione di questi organelli costituisce l'ultima via di salvezza per il neurone. Essi sono un archivio della storia di ogni individuo, in cui è documentata l'esposizione ai vari tipi di tossine ambientali di tutta una vita.

L. Zecca, C. Bellei, P. Costi, A. Albertini, E. Monzani, L. Casella, M. Gallorini, L. Bergamaschi, A. Moscatelli, N. J. Turro, M. Eisner, P. R. Crippa, S. Ito, K. Wakamatsu, W. D. Bush, W. C. Ward, J. D. Simon, F. A. Zucca. *New Melanic Pigments in the Human Brain that Accumulate in Aging and Block Environmental Toxic Metals*, *Pnas*, Vol. 105, No. 45:17567-17572 (2008).

## Neuroscienze

### Un importante bersaglio per curare il dolore cronico

Il Dolore Cronico (DC) è una condizione fortemente debilitante, caratterizzata da una grande complessità di fenomeni patologici, tra cui attività anormale dei neuroni di molte aree del sistema nervoso, fattori metabolici e biochimici, fattori psicologici, etc. Per un efficace approntamento di nuove terapie, è fondamentale conoscere le caratteristiche dei circuiti nervosi coinvolti. Il nostro gruppo di ricerca ha studiato molte importanti stazioni della rete neuronale attive nel DC. In una serie sperimentale abbiamo studiato un piccolo nucleo di neuroni (Nucleo Bulbare Reticolare Dorsale, DRt) della regione cerebrale detta bulbo. Il DRt, dopo aver elaborato messaggi sensoriali ricevuti dal midollo, tramite un network specifico, restituisce i segnali al midollo spinale (feed-back). In genere tutti i nuclei o gruppi di neuroni con feed-back al midollo operano in negativo, cioè inibiscono le sorgenti dei segnali che loro stessi ricevono. Registrando con microelettrodi l'attività di singole cellule neuronali del midollo spinale in connessione con DRt, abbiamo analizzato i potenziali effetti di DRt sia in condizioni normali sia in modelli di DC con iperattività neuronale o che simulano l'iperattività con microsomministrazione di un trasmettitore eccitatorio (NMDA). Sorprendentemente abbiamo osservato che DRt si attiva solo nei casi di DC e nei casi simulati con NMDA, incrementando ulteriormente l'iperattività spinale. Per quantificare il contributo di DRt alla iperattività spinale patologica ne abbiamo temporaneamente soppresso l'attività, osservando una forte riduzione dell'iperattività solo nei modelli di DC e simulati e non nei soggetti normali. È stato così messo in luce un potenziale importante bersaglio per una farmacologia mirata nella modulazione clinica specifica del D.C.

M. L., Sotgiu, M. Valente, R. Storchi, G. Caramenti, G. Biella, Contribution by DRt Descending Facilitatory Pathways to Maintenance of Spinal Neuron Sensitization in Rats, *Brain Research, Brain Res.*, Jan 10 2008, pp. 69-75.

## Medicina Nucleare

### Tecniche di imaging cardiaco più rapide ed efficaci

Il nome è pressoché impronunciabile, ma il suo utilizzo come potenziale tracciante di perfusione cardiaca, oggi in fase di studio clinico, lo rende di estrema utilità in ambito medico-diagnostico. Stiamo parlando del  $^{99m}\text{Tc}(\text{N})\text{DBODC}(\text{PNP5})$  [DBODC= bis-(N-etossietil)ditiocarbammato; PNP5= bis-(dimetossipropilfosfinoetil) etossietilammina], composto capostipite di una serie di derivati allo studio come potenziali agenti per l'imaging cardiaco e le cui caratteristiche biodistributive sono tali da consentire l'acquisizione di immagini di qualità diagnostica superiore a quelle ottenute con i traccianti attualmente in uso clinico ( $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi e  $^{99m}\text{Tc}$ -Tetrofosmin). In particolare, la sua rapida e quantitativa eliminazione dai tessuti non bersaglio (ematologico, polmonare ed epatico) permette una chiara visualizzazione di alterazioni che interessano la parete infero-apicale

del miocardio a tempi brevi dalla somministrazione.

L'Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici del CNR ha condotto studi su miocardio isolato di ratto, che hanno evidenziato cosa accade a livello di distribuzione sub-cellulare:  $^{99m}\text{Tc}(\text{N})\text{DBODC}(\text{PNP5})$ , analoga a  $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi e  $^{99m}\text{Tc}$ -Tetrofosmin è intrappolato nelle strutture mitocondriali grazie alla presenza di un potenziale di membrana negativo; inoltre, studi di metabolismo condotti al fine di chiarire il meccanismo di rapida rimozione di tale complesso dagli organi non bersaglio hanno dimostrato che l'agente viene eliminato nella sua forma nativa e che l'escrezione è mediata da trasportatori Pgp/MDR-Pgp, aspetti questi che lasciano intravedere la possibilità di ampliare l'ambito di applicazione di questo tracciante e dei suoi derivati dalla cardiologia nucleare all'imaging tumorale e alla valutazione in-vivo dell'espressione della P-gp MDR.

C. Bolzati, M. Cavazza-Ceccato, S. Agostini, S. Tokunaga, D. Casara, G. Bandoli, Subcellular Distribution and Metabolism Studies of the Potential Myocardial Imaging Agent [ $^{99m}\text{Tc}(\text{N})\text{DBODC}(\text{PNP5})$ ] $^{+}$ , *Journal of Nuclear Medicine*, 49 (2008), pp. 1336-1344.

**Biologia**

## Un canale del mitocondrio che favorisce le patologie

I mitocondri, con la loro produzione di enzima ATP, sono la sorgente di energia per quei processi cellulari che ne hanno bisogno. La membrana interna ai mitocondri presenta un canale, il Poro di Transizione della Permeabilità (PTP), che si apre e crea un corto circuito che dissipa il gradiente protonico e quindi la sintesi

di ATP. Il canale è presente in tutti gli organismi che sono stati esaminati finora (lieviti, piante e animali) con caratteristiche funzionali comuni in tutti i casi. Il PTP è presente in numerose patologie che convergono, più in generale, nei meccanismi della morte cellulare. Esso svolge, inoltre, un ruolo di target terapeutico, soprattutto

in ambito neurologico e cardiovascolare, per il suo coinvolgimento nei processi degenerativi.

La struttura molecolare del PTP è tuttora sconosciuta, mentre è stata ampiamente studiata la sua regolazione. Una delle sue caratteristiche più interessanti (che non compare nei lieviti), è la sensibilità alla Ciclosporina A (CsA), in grado di favorirne lo stato chiuso e quindi di mantenere la produzione di energia e di impedire o ritardare il

rilascio di molecole che amplificano i segnali di morte cellulare.

Il nostro lavoro ha permesso di capire il meccanismo attraverso cui la CsA inibisce il PTP con un'azione indiretta che rende accessibile un sito di membrana sensibile all'inibizione da fosfato inorganico, evento che segue il legame della CsA con il suo recettore (la ciclofilina D). Il nostro studio ha permesso anche di capire che l'inibizione da fosfato è la caratteristica che accomuna il PTP di tutti gli organismi sinora studiati (compresi i lieviti) e ha fornito una nuova chiave interpretativa di quello che appare oggi un evento che si conserva stabile nell'evoluzione.

---

E. Basso, V. Petronilli, M. A. Forte, P. Bernardi, Phosphate is essential for Inhibition of the Mitochondrial Permeability Transition Pore by Cyclosporin A and by Cyclophilin D Ablation, *Journal of Biological Chemistry*, set 2008.

**Biologia**

## Una indagine rivela l'elevata plasticità del mtDNA e la sua dinamica evolutiva in molte specie

I mitocondri, noti come la centrale energetica della cellula, hanno un proprio corredo genetico costituito da una piccola molecola di DNA circolare (mtDNA) che costituisce meno dello 0,001% dell'intero patrimonio genetico degli animali superiori. Il mtDNA, che gioca un ruolo chiave nel funzionamento della cellula, è coinvolto in processi biologici fondamentali come la morte cellulare e l'invecchiamento, inoltre è largamente utilizzato per ricostruire le relazioni filogenetiche tra specie, per la discriminazione delle specie (barcode molecolare), e per studi filogeografici intraspecie (ad es. delle popolazioni umane).

In questo lavoro, è stata condotta un'indagine dettagliata delle caratteristiche strutturali di più di 1000 genomi mitocondriali di numerose specie animali comprendenti spugne, meduse, insetti e ver-

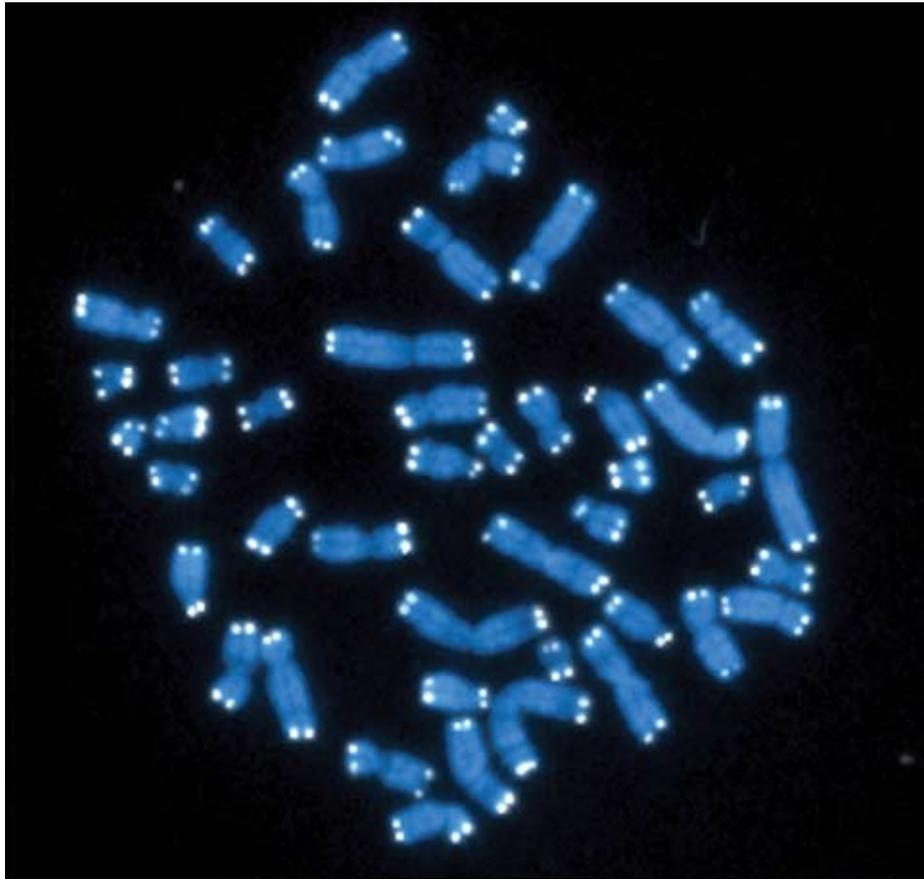
tebrati. Le analisi hanno rivelato che il mtDNA ha un'elevata plasticità, per la variabilità del numero e localizzazione dei geni per i tRNA, e che tra gli animali superiori una stabilizzazione dei vari tratti genomici analizzati si osserva solo nei Deuterostomi e in particolare nei vertebrati, dove molte caratteristiche risultano pressoché invariante. Infine, la comparazione di mtDNA tra specie strettamente imparentate, appartenenti allo stesso genere, ha dimostrato come questo tipo di

confronti sia in grado di ricapitolare la dinamica evolutiva osservata ai più alti livelli tassonomici.

L'ampia panoramica offerta da questo lavoro apre la strada a nuovi e importanti studi che potrebbero svelare il ruolo fondamentale della interrelazione tra il sistema genetico nucleare e mitocondriale nella creazione di nuove specie, così come chiarire le costrizioni funzionali ed evolutive che hanno dato origine alla ampia variabilità strutturale osservata nel mtDNA.

---

C. Gissi, F. Iannelli, G. Pesole, Evolution of the Mitochondrial Genome of Metazoa as Exemplified by Comparison of Congeneric Species, *Heredity*, 101(4), 2008, pp. 301-20.



Cromosomi con i telomeri alle estremità marcati in bianco.

## Telomeri

### I meccanismi non protetti che attivano i checkpoint cellulari

I telomeri sono strutture nucleo-proteiche che proteggono le estremità cromosomiche dalla degradazione, dalla replicazione incompleta e da eventi di fusione. I telomeri si associano a complessi multi-proteici specializzati che impediscono alla cellula di sentirli come rotture del DNA e innescano processi, denominati checkpoints, che bloccano il ciclo cellulare fino a quan-

do il danno non è riparato. I telomeri non protetti possono essere processati da enzimi normalmente deputati alla riparazione del DNA con la conseguente formazione di fusioni telomeriche. Le fusioni tra telomeri sono presenti in numerosi tumori e si ritiene che contribuiscano a generare instabilità cromosomica e a favorire lo sviluppo tumorale.

In questo lavoro sono

stati studiati i meccanismi con cui i telomeri non protetti attivano i checkpoint cellulari. Questi studi, effettuati usando la *Drosophila melanogaster* come sistema modello, hanno permesso di scoprire che i telomeri non protetti innescano il checkpoint dell'assemblaggio del fuso (SAC). Il SAC è un meccanismo complesso che comporta l'accumulo sui cinetocori di specifiche proteine che segnalano alla cellula di bloccare la transizione tra metafase e anafase.

Gli autori hanno dimo-

strato che telomeri di *Drosophila* privi della proteina telomero-specifica HOAP si fondono frequentemente fra loro. Inoltre i telomeri privi di HOAP innescano sia il checkpoint del danno al DNA (DDR) che il SAC. La risposta del SAC è mediata dalla chinasi BubR1, che nei moscerini di tipo selvatico si accumula esclusivamente nei cinetocori e blocca la divisione cellulare fino a quando tutti i cromosomi non sono allineati in piastra metafisica. In assenza di HOAP, BubR1 si accumula anche nei telomeri e innescano il SAC a partire da queste strutture. Musarò et al. hanno inoltre dimostrato che l'accumulo di BubR1 nei telomeri non protetti da HOAP è mediato da una serie di fattori coinvolti nella riparazione del DNA, tra cui le chinasi ATM, ATR e Chk1 e Rad50. Questi risultati sono importanti perché dimostrano che il danno telomerico può alterare la progressione mitotica innescando il SAC. Studi recenti suggeriscono che i rapporti funzionali tra telomeri e SAC potrebbero essere conservati nei mammiferi. È stato infatti dimostrato che anche nel topo i telomeri non funzionali accumulano BubR1, ma non è chiaro se questo evento sia in grado di innescare il SAC (Muñoz et al., *Mol. Cell Biol*, 29 (2009), pp. 1608-25).

M. Musarò, L. Ciapponi, B. Fasulo, M. Gatti e G. Cenci, Unprotected *Drosophila Melanogaster* Telomeres Activate the Spindle Assembly Checkpoint, *Nature Genetics*, 40 (2008), pp. 362-66.

**Biologia**

## Controllare gli effetti collaterali degli siRNA

siRNA sono piccole molecole di RNA a doppia catena di 21 paia di basi, presenti nelle cellule di tutti gli organismi viventi, con la funzione fisiologica di regolare l'espressione genica. La loro scoperta ha aperto prospettive terapeutiche in vari campi per la possibilità di inibire in maniera specifica l'espressione di geni coinvolti negli stati patologici, introducendo nelle cellule siRNA sintetici con sequenze appositamente disegnate.

I siRNA, se non somministrati in maniera opportuna, indipendentemente dalla loro sequenza risultano però essere tossici per le cellule endoteliali dei vasi del sangue e dei vasi linfatici.

È stato infatti dimostrato in due patologie diverse, la neovascolarizzazione della cornea e l'ischemia dell'arto inferiore, entrambe caratterizzate dalla formazione di nuovi vasi sia del sangue che linfatici, che se somministrati nello spazio extracellulare i siRNA interagiscono con il TLR3 (Toll-Like Receptor 3), recettore intracellulare predisposto alla sorveglianza immunologica per la sua capacità di legare RNA a doppia catena ed attivo nella protezione dalle infezioni virali, presente sulla superficie delle cellule endoteliali. Una volta attivato, il TLR3 induce una risposta di tipo apoptotico che causa morte cellulare e quindi l'effetto finale è un'inibizione aspecifica della formazione dei nuovi vasi. In questo lavoro è stato dimostrato per la prima volta che il TLR3 può essere invece localizzato anche sulla superficie almeno delle cellule endoteliali. I dati riportati in questo lavoro hanno una notevole importanza per la valutazione degli effetti collaterali dovuti alla somministrazione di siRNA sintetici.

W. Choa, R. J. C. Albuquerque, M. E. Kleinman, V. Tarallo, A. Greco, M. Nozaki, M. G. Rich, J. Z. Baffi, B. K. Ambati, M. De Falco, J. S. Alexander, A. Brunetti, S. De Falco, J. Ambati, Small Interfering RNA-induced TLR3 Activation Inhibits Blood and Lymphatic Vessel Growth, *Pnas*, 2009, Vol. 106, No. 17, pp 7137-7142.

**Biologia**

## Il ruolo nell'evoluzione della molecola tRNA

Il codice genetico è una delle più incredibili creature dell'evoluzione perché la sua realizzazione necessita dell'intervento coordinato di centinaia di differenti molecole.

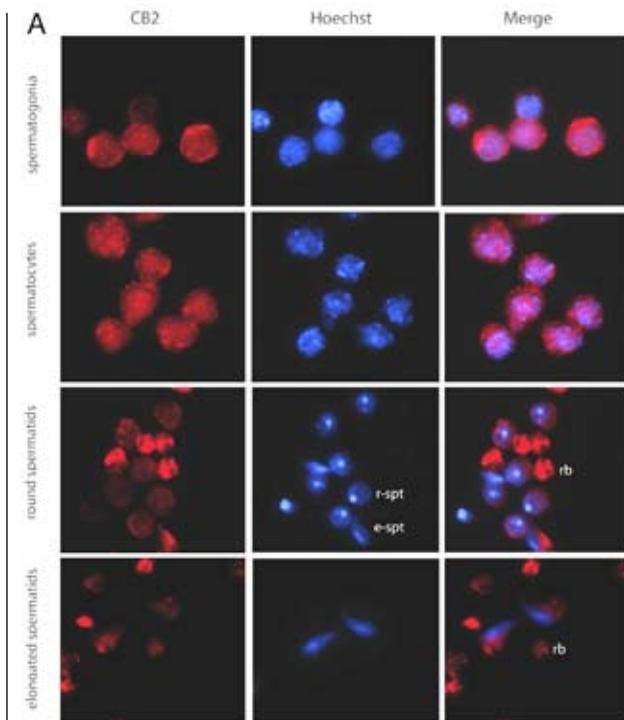
Oggi sappiamo che una tripletta di lettere del codice (A, U, G, C) identifica uno solo dei venti amminoacidi (all'inizio si parlava solo di 5 amminoacidi e tutti hanno ancora come iniziale una G). Il passaggio ai 20 amminoacidi avvenne grazie a molecole tRNA-like, straordinari fossili molecolari, che permisero le trasformazioni da un amminoacido precursore a quello prodotto, come suggerito dalla teoria della coevoluzione dell'origine del codice genetico, che ha trovato conferma nel ritrovamento di almeno cinque di queste trasformazioni.

La molecola del tRNA ha giocato quindi un ruolo fondamentale nell'evoluzione e si è essa stessa evoluta, essendo derivata da due metà fuse tra loro. L'evoluzione del tRNA pre-

vedrebbe sia l'esistenza di minigeni, che il punto dove tali metà sarebbero state unite, che dovrebbe essere ricordato dalla presenza di un introne. La scoperta dell'esistenza, in *Nanoarchaeum equitans*, di minigeni che codificano solo per metà della molecola del tRNA e di introni presenti alla giunzione dei minigeni, conferma questo modello. I fossili molecolari sono testimoni oculari degli stadi evolutivi attraverso i quali sarebbe passata l'evoluzione della molecola del tRNA.

Quasi tutti gli organismi viventi hanno geni per i tRNA interi, ma aver trovato i minigeni dei tRNA prova un'origine polifiletica dei geni dei tRNA: la fusione dei due minigeni dei tRNA è avvenuta più volte dopo l'istaurarsi delle principali linee filetiche (Batteri, Archaea, Eucaria). Questi ritrovamenti definiscono un chiaro caso di macroevoluzione molecolare, sono utili per capire la natura del progenitore universale e per falsificare la teoria della panspermia, ossia della insemminazione della vita sulla Terra ad opera di altri mondi.

M. Di Giulio, An Extension of the Coevolution Theory of the Origin of the Genetic Code, *Biologia Direct*, set. 2008.



Colorazione del recettore CB<sub>2</sub> in immunofluorescenza (rosso), colorazione Hoechst del nucleo (blu) e immagini sovrapposte in cellule germinali isolate dal testicolo di topo a fasi diverse del differenziamento. (A) spermatogoni (pannello superiore), spermatociti nello stadio di pachitene (pannello intermedio) e spermatidi rotondi (r-spt) o allungati (e-spt) (pannelli inferiori).

## Biologia

### Il ruolo chiave degli endocannabinoidi nel processo di spermatogenesi

**N**egli ultimi anni è aumentata l'infertilità di coppia dovuta a oligospermia (drastica diminuzione degli spermatozoi accompagnata spesso da riduzione di motilità dei gameti residui) o azospermia (totale assenza di spermatozoi) dell'uomo. Le cause di tali patologie sono nel processo di formazione degli spermatozoi: la spermatogenesi. Molti casi sono di origine genetica, o dovuti a malformazioni anatomopatologiche, ma un'elevata percentuale di pazienti sfugge a classificazioni. La fecondazione assistita risolve molti casi di oligospermia, ma la prole di ma-

schia oligospermici presenta una maggiore incidenza di malattie genetiche da difetto di *imprinting* (sindromi di Beckwith-Wiedemann, Angelman e Prader-Willi). Questo perché la spermatogenesi è un processo che richiede modifiche (dette epigenetiche) del DNA paterno, compresa la sua metilazione, e che, nell'ovulo fecondato (zigote), viene invertito (demetilazione), tranne che nelle regioni imprinted. Negli spermatozoi affetti da oligospermia, invece, anche le regioni imprinted subiscono la demetilazione, quindi aumentano le copie genomiche trascrizionalmente attive e le sindromi da difetto di

*imprinting*.

L'Istituto di Chimica Biomolecolare, l'Istituto di Cibernetica e l'Istituto di Biochimica delle Proteine del CNR collaborano da anni con l'Università di Roma Tor Vergata nell'ambito dell'Endocannabinoid Research Group (ERG). L'ERG, coordinato dal Dott. Vincenzo Di Marzo dell'ICB, si dedica a ricerche di base e applicate alla medicina, nonché allo studio del sistema endocannabinoide, sistema di segnalazione chimica basato sull'azione di molecole lipidiche di segnale (gli endocannabinoidi) sui recettori dei cannabinoidi CB<sub>1</sub> e CB<sub>2</sub>. In passato si è evidenziato il ruolo del sistema endocannabinoide nell'acquisizione della motilità da parte degli spermatozoi e nella reazione

acrosomiale, fondamentale per la fecondazione. In questo studio è stato invece dimostrato per la prima volta il ruolo chiave degli endocannabinoidi nella spermatogenesi. Si è osservato che le cellule germinali hanno un sistema endocannabinoide completo e che il recettore CB<sub>2</sub> è coinvolto nell'induzione e nel progresso del processo meiotico, attraverso cui le cellule precursori, spermatogoni (a 46 cromosomi nell'uomo), differenziano in spermatidi (a 23 cromosomi), che poi daranno luogo agli spermatozoi nel processo finale di spermiogenesi. Tutto questo apre nuove prospettive di conoscenza dell'infertilità maschile e può influenzare alcuni stili di vita, quali l'abuso di cannabis.

**Biologia**

## I meccanismi molecolari nella regolazione dell'attività della telomerasi nell'endotelio umano

La telomerasi umana è una proteina ad attività enzimatica strettamente connessa agli eventi di senescenza cellulare, nei disordini cardiovascolari e negli eventi associati ai processi di angiogenesi e carcinogenesi (Folkman, 2004, Fuster, 2006; Stewart, 2006). Abbiamo già dimostrato che gli estrogeni riattivano l'espressione della subunità catalitica della telomerasi umana (hTERT) e l'attività telomerasica in colture primarie di epitelio umano ovarico (Misiti et al., 2000) e prostatico (Nanni et al., 2002), attraverso un rimodellamento della cromatina estrogeno-dipendente.

Recentemente è stato ipotizzato che la sintasi endoteliale dell'ossido nitrico (eNOS) svolga un ruolo cruciale non soltanto nei processi di vascolarizzazione e neo-vascolarizzazione ma anche nell'angiogenesi tumorale. Obiettivo di questo studio è stato quello di delucidare i meccanismi molecolari alla base del *crosstalk*

tra le vie di segnalazione mediate dall'ossido nitrico e quelle mediate dagli estrogeni, nella regolazione dell'attività della telomerasi nell'endotelio umano.

Esiste un complesso macromolecolare, costituito essenzialmente dall'associazione diretta tra i recettori estrogenici (ER) ed eNOS sul DNA, deputato al controllo intracellulare dell'attività telomerasica. L'originalità dello studio risiede nell'aver dimostrato: un ruolo estremamente innovativo per la eNOS, quale co-fattore, nel nucleo, del recettore estrogenico di tipo  $\alpha$  (ER $\alpha$ ), almeno nel contesto dell'endotelio umano, e infine l'esistenza di un complesso combinatoriale eNOS/ER $\alpha$  sulla cromatina con una conseguente modulazione della trascrizione di un gene bersaglio, estremamente sensibile allo stimolo estrogenico e alla variazione dei livelli intracellulari di ossigeno e di ossido nitrico, quale appunto hTERT.

A. Grasselli, S. Nanni, C. Colussi, A. Aiello, V. Benvenuti, G. Ragone, F. Moretti, A. Sacchi, S. Bacchetti, C. Gaetano, M. C. Capogrossi, A. Pontecorvi, A. Farsetti, Estrogen Receptor- $\alpha$  and Endothelial Nitric Oxide Synthase Nuclear Complex Regulates Transcription of Human Telomerase, *Circulation Research*, 103 (2008), pp. 34-42.

**Scienze della Nutrizione**

## Caratterizzazione di tre importanti panallergeni della nocciola

Questo lavoro, realizzato nell'ambito del 6° Programma Quadro della Comunità Europea: The Prevalence, Cost and Basis of Food Allergy Across

Europe (EuroPrevall) e condotto in collaborazione fra la Divisione di Allergologia del Paul-Ehrlich-Institut di Langen (D), il Consorzio Interuniversitario Risonanze Ma-

gnetiche di Metalloproteine Paramagnetiche di Firenze e il CNR-Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari del CNR di Torino, è iniziato con lo scopo di sviluppare un protocollo per la produzione di grosse quantità delle tre principali proteine allergeniche della nocciola (*Corylus avellana*).

L'allergia alla nocciola è una delle più comuni cause di reazioni avverse agli alimenti. In Europa, la prevalenza dell'allergia alla nocciola è stimata tra 0,1 e 0,5%, mentre negli USA supera lo 0,5% della popolazione. Nel Nord Europa essa deriva spesso da una reazione crociata con il polline della betulla, provocando deboli sintomi clinici, mentre nei paesi mediterranei è spesso un'allergia primaria alle Lipid Transfer Proteins contenute in moltissimi alimenti, e causa di reazioni cliniche anche molto severe. I protocolli sviluppati hanno permesso di produrre, tramite la tecnica delle proteine ricombinanti, circa 30 mg di ciascuno dei tre principali allergeni della nocciola (Cor a 1.04, Cor a 2 e Cor a 8) in forma strutturalmente e biologicamente simile alle corrispondenti proteine naturali. Gli allergeni puri, siano essi estratti direttamente dall'alimento o prodotti per via ricombinante, rappresentano gli unici standard affidabili di riferimento per migliorare i test di diagnosi di allergia alimentare e per studiare l'impatto dei trattamenti tecnologici operati sugli alimenti, in relazione alle diverse matrici alimentari, sulla allergenicità dei singoli componenti proteici.

I. Lauer, S. Alessandri, S. Pokoj, A. Reuter, A. Conti, S. Vieths, S. Scheurer, Expression and Characterization of Three Important Panallergens from Hazelnut, *Molecular Nutrition & Food Research*, 52, nov. 2008, Suppl 2:S262-71.

## Spettroscopia

### La struttura elettronica del DNA

**A**lcuni ricercatori del CNR sono riusciti a decifrare la struttura elettronica del DNA, ovvero a stabilire come si distribuiscono gli elettroni negli orbitali molecolari della complessa struttura a doppia elica. La ricerca, diretta da Rosa di Felice del Centro S3 (Modena) dell'Istituto di Nanoscienze del CNR e da Danny Porath della Hebrew University di Gerusalemme, in collaborazione con le Università di Regensburg, CINECA di Bologna e Università di Tel Aviv, ha impiegato la tecnica della spettroscopia a effetto tunnel in congiunzione con simulazioni quantistiche. Le notevoli difficoltà tecniche che in passato avevano ostacolato il conseguimento di questo risultato sono state oltrepassate tramite una ricerca multi-disciplinare con l'utilizzo di materiali e metodi resi possibili dai recenti progressi in biochimica, fisica e tecnologia.

È stata utilizzata una sequenza semplice e uniforme, poly(dG)-poly(dC) costituita di sole guanina e citosina. Le molecole sono state prodotte a Tel Aviv in soluzione tramite una

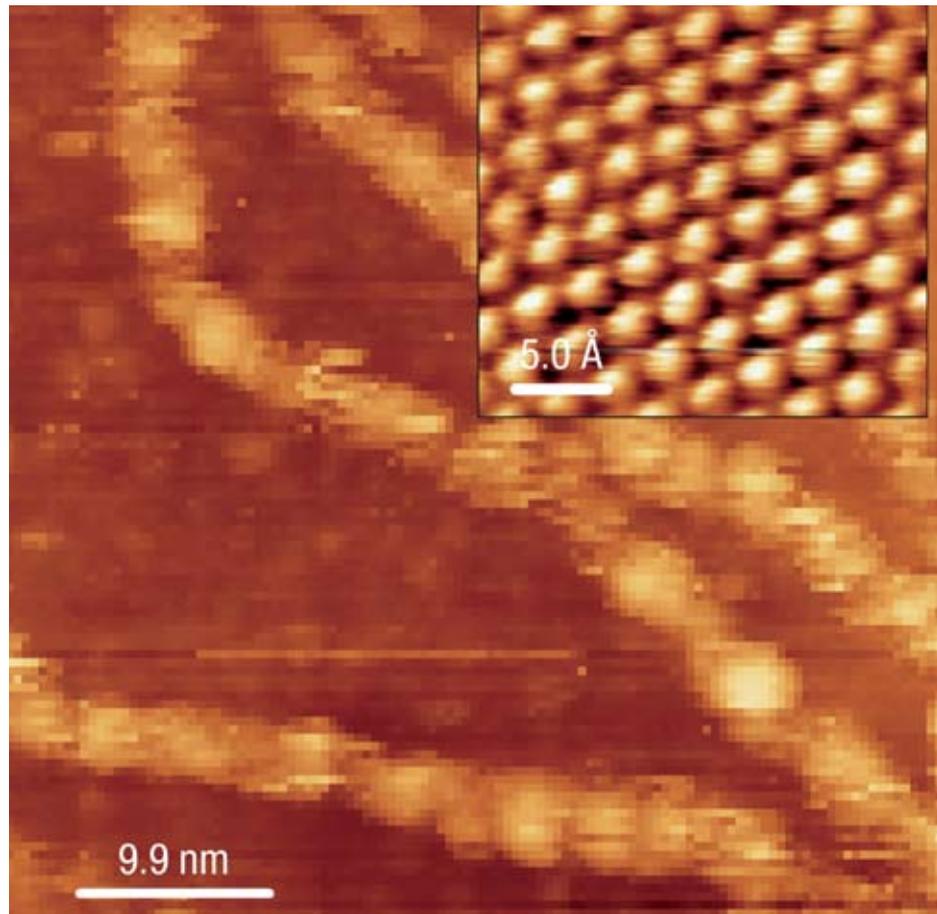
tecnica enzimatica recentemente messa a punto.

Questi frammenti di DNA sintetico sono stati depositati su una superficie di oro e poi congelati a temperature molto basse (-195°C circa) a Gerusalemme. La spettroscopia elettronica a scansione per effetto tunnel ha poi permesso di misurare le deboli correnti elettriche attraverso la singola molecola di DNA per mezzo di una punta metallica della dimensione di pochi atomi portata estremamente vicino alla molecola di DNA. Misurare a bassissime

temperature una sequenza uniforme è cruciale per limitare le distorsioni dovute a impurità e rumori di fondo. Le simulazioni al computer hanno infine rivelato quali porzioni della struttura a doppia elica contribuiscono a far muovere gli elettroni attraverso la molecola e sono pertanto responsabili delle correnti misurate.

Le proprietà elettroniche del DNA sono importanti per campi che vanno dalla biochimica alla nanotecnologia. Ad esempio, quando si verificano danni al DNA da radiazione

ultravioletta, che possono produrre radicali liberi e mutazioni genetiche, la riparazione del DNA avviene attraverso il trasferimento lungo la doppia elica di cariche elettriche, che ripristinano un legame molecolare alterato. Nel campo della nano-bioelettronica, il settore di ricerca avanzato che studia molecole biologiche per costruire circuiti elettronici, si studia il DNA come un possibile filo conduttore di dimensioni molecolari, per realizzare bio-chip più piccoli ed efficienti dell'attuale elettronica su silicio.



Spettroscopia elettronica a scansione delle molecole di Dna dove sono state misurate le correnti elettriche.

## Biologia

### La qualità delle farine dipende dalle subunità gluteniniche

Le farine di frumento hanno specifiche proprietà tecnologiche che le rendono profondamente diverse da quelle degli altri cereali. Solo utilizzando farine di frumento si possono ottenere degli impasti adatti per la produzione di pane lievitato e di numerosi altri prodotti che sono stati sviluppati sfruttando le particolari caratteristiche di questo cereale. Ciò che distingue le farine di frumento da quelle di tutti gli altri cereali è la presenza di polimeri proteici di grandi dimensioni, componente fondamentale del cosiddetto glutine. Questi polimeri sono composti da subunità, dette subunità gluteniniche, che si associano fra di loro mediante la formazione di ponti di solfuro, cioè di legami covalenti fra residui di cisteina. Diverse varietà di frumento possono contenere diverse varianti di subunità. L'organizzazione delle subunità nel polimero finale è ancora in gran parte sconosciuta, ma è stata evidenziata una chiara relazione fra la qualità delle farine e la presenza di specifiche subunità gluteniniche. Abbiamo riprodotto i primi passaggi del processo di polimerizzazione in cellule di tabacco, che normalmente non esprimono questo tipo di proteine. Questo approccio ci ha permesso di studiare i primi stadi del processo di formazione dei polimeri e di proporre un modello in cui una determinata subunità gluteninica può associarsi in diversi modi ad un'altra subunità, formando un polimero molto eterogeneo. Questo sistema potrà essere utilizzato per confrontare la polimerizzazione di diverse subunità, associate a buone o cattive qualità di farine, e studiare le relazioni esistenti fra composizione proteica e proprietà tecnologiche delle farine.

A. Lombardi, A. Barbante, P. Della Cristina, D. Rosiello, C. L. Castellazzi, L. Sbano, S. Masci, A. Ceriotti, A Relaxed Specificity in Interchain Disulfide Bond Formation Characterizes the Assembly of a Low-molecular-weight Glutenin Subunit in the Endoplasmic Reticulum, *Plant Physiol*, 149 (2009), pp. 412-423.

## Qualità delle Acque

### Un batterio in grado di degradare gli erbicidi

Fitofarmaci utilizzati in agricoltura, tra i quali le triazine, contaminano diffusamente gli ecosistemi del suolo e delle acque, superficiali e sotterranei. Gli erbicidi triazinici (es. terbutilazina), a causa della complessa struttura, sono poco degradabili e possono migrare dal suolo alle acque sotterranee insieme ai loro prodotti di degradazione, compromettendo il loro utilizzo come risorsa idropotabile. Per oltre 4 anni l'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR, in collaborazione con l'Università Complutense di Madrid, ha svolto ricerche per individuare popolazioni batteriche naturali capaci di degradare tali erbicidi e di rimuoverli dall'ambiente. Il risultato più significativo è stato l'isolamento del ceppo batterico *Rhodococcus wratislaviensis* FPA1, in grado di utilizzare diverse triazine per la sua crescita e di degra-

darle fino alla loro completa mineralizzazione. Si è, inoltre, disegnata la sonda oligonucleotidica RhLu, legata ad un fluorocromo, il cui target è una porzione dell'rRNA 16S del ceppo isolato; tale sonda permette, tramite il metodo della ibridazione fluorescente *in situ* (FISH), l'identificazione di tale batterio al microscopio direttamente in campioni ambientali. Questo è uno dei primi lavori scientifici in cui è stato isolato un ceppo batterico dalle acque sotterranee con capacità di degradare le triazine. *R. wratislaviensis* FPA1 può essere considerato un organismo sentinella per il biomonitoraggio della capacità naturale di attenuazione in acque sotterranee contaminate da terbutilazina e potrebbe essere utilizzato in tecniche di biorisanamento di ecosistemi contaminati; inoltre la sonda RhLu è utile al fine di individuare la sua presenza e dinamica di popolazione in campioni d'acqua e di suolo.

P. Grenni, A. Barra Caracciolo, A New Fluorescent oligonucleotide Probe for *in situ* detection of S-triazine-degrading *Rhodococcus wratislaviensis* in Contaminated Groundwater and Soil Samples, *Water Research*, 2008, IF 3,587.

**Biorisorse**

## Riciclare il carico inquinante delle acque reflue di frantoio

La produzione di reflui oleari nell'area mediterranea è stimata tra 10 e 30 milioni di m<sup>3</sup>. Il loro smaltimento è stato ripetutamente disciplinato e rappresenta un costo importante per una produzione di pregio come l'olio d'oliva, della quale l'Italia è leader a livello mondiale.

Le acque di lavorazione delle olive sono ricche di sostanze organiche e inorganiche e quando raggiungono i terreni o i corsi d'acqua, ne mettono a dura prova i naturali processi di depurazione.

Nello stesso tempo queste acque possono essere riciclate e sono una fonte interessante di sottoprodotti utili per l'agricoltura e per l'industria. Dopo il recupero di acidi grassi, steroli, antiossidanti, polisaccaridi, zuccheri e composti azotati, la presenza di sali minerali può favorire la produzione di biomasse utili per arricchire di sostanza organica e nutrienti minerali i nostri terreni, produrre biocarburanti o composti chimici di particolare pregio.

Questo lavoro ha valutato la capacità di diversi minerali di assorbire i vari costituenti organici dei reflui oleari, al fine di ridurre il carico inquinante ed eventualmente facilitarne il recupero. In particolare, si è valutata, con risultati incoraggianti, la capacità di una zeolite naturale di recuperare gli antiossidanti presenti nei reflui. È stata sperimentata positivamente una tecnica per rinnovare la capacità assorbente della zeolite, e di altri substrati minerali, e consentirne un utilizzo ripetuto senza perdere efficienza.

C. A. Santi, S. Cortes, L. P. D'Acqui, E. Sparvoli, B. Pushparaj, Reduction of Organic Pollutants in Olive Mill Wastewater by Using Different Mineral Substrates as Adsorbents, *Bioresource Technology*, 2008, IF: 4,453.

**Bioenergia**

## Per migliorare la resa del pioppeto da biomassa

Spinto da una crisi sempre più grave, il mondo agricolo cerca un'alternativa alla tradizionale produzione alimentare, e la legislazione più recente

sembra indirizzarlo verso la produzione di energia, promuovendo un ambizioso salto tecnologico e imprenditoriale. Tra le varie possibilità spicca il pioppeto da

biomassa, che sta avendo grande successo soprattutto nella Pianura Padana. Con oltre 5.000 ettari di pioppeto da biomassa, oggi l'Italia è al secondo posto in Europa, e potrebbe presto raggiungere e superare il primato della Svezia. Peraltro, il successo della coltura sta nell'abbattere il costo di produzione, anche attraverso una raccol-

ta efficiente del prodotto. In Italia questi obiettivi sono stati raggiunti adattando alla nuova coltura delle falciatrici-caricatrici normalmente impiegate per la raccolta del mais e del foraggio. L'adattamento è ottenuto applicando alla motrice una punta speciale in sostituzione di quella impiegata normalmente per le colture erbacee. Questa punta consente di tagliare i pioppi e convogliarli verso il tamburo trinciante della macchina, che invece non viene sostituito. L'idea non è nuova né italiana, ma in Italia è stata perfezionata e sperimentata in diverse modalità, così da definire quale sia la configurazione migliore. Con uno studio triennale, il CNR ha sviluppato un modello di calcolo, che consente di stimare in modo accurato la produttività e i costi dei diversi cantieri, anche in funzione delle caratteristiche del pioppeto. In tal modo è possibile selezionare l'attrezzatura più adatta ai campi da raccogliere, stimare costi e ricavi e ottimizzare la pianificazione dei lavori di raccolta - compito particolarmente delicato, vista la breve durata della stagione di taglio.

R. Spinelli, C. Nati, N. Magagnotti. Using Modified Foragers to Harvest Short-rotation Poplar Plantations. *Biomass and Bioenergy*, 33 (2009), pp. 817-821, IF 2008: 2,540.

**Fisiologia delle Piante**

**Funghi che ottimizzano l'assorbimento di azoto**

I funghi micorrizici arbuscolari (AM) formano associazioni simbiotiche con le radici di circa l'80% delle piante terrestri, tra cui molte di interesse agrario. Il successo dei funghi AM è legato soprattutto ai vantaggi nutrizionali che essi conferiscono alle loro piante ospiti: tramite il micelio extraradicale, assorbono fosfato (Pi) e altri nutrienti, rilasciandoli nella pianta. Il fungo, a sua volta, riceve i carboidrati prodotti dalla fotosintesi. Ultimamente vi è un forte interesse nell'utilizzo dei funghi AM nell'ambito di progetti di agricoltura sostenibile a basso input-chimico, grazie al loro ruolo come fertilizzanti biologici, che non solo determinano un aumento della produzione vegetale, ma conferiscono alla pianta una maggior resistenza agli stress.

Per utilizzare al meglio questi funghi in campo applicativo, è importante conoscere gli eventi molecolari della formazione della simbiosi, compresi i meccanismi coinvolti nel trasferimento dei nutrienti. Recentemente è stato identificato e caratterizzato, in *Lotus japonicus*, il primo trasportatore dell'ammonio indotto in modo specifico nelle micorrize AM. Questo trasportatore è espresso nelle radici micorrizzate, ma non nei noduli radicali, e la sua espressione è presente soprattutto nelle cellule che contengono gli arbuscoli, la struttura chiave della simbiosi dove avvengono gli scambi nutrizionali. La scoperta di un trasportatore dell'ammonio micorrizza-specifico è di particolare interesse in quanto i composti a base di ammonio sono la prima fonte di azoto presente nei fertilizzanti utilizzati in agricoltura. I funghi AM potrebbero ottimizzare l'assorbimento di azoto dai fertilizzanti chimici utilizzati sui terreni agricoli e rilasciarlo come ammonio alla pianta.

M. Guether, B. Neuhäuser, R. Balestrini, M. Dynowski, U. Ludewig, P. Bonfante, A Mycorrhizal-specific Ammonium Transporter from *Lotus japonicus* Acquires Nitrogen Released by Arbuscular Mycorrhizal Fungi, *Plant Physiology*, 150(1), 2009, pp. 73-83, IF 2008: 6,110.

**Produzioni Alimentari**

**Un metodo per determinare residui di fosfina nel frumento**

La fosfina (PH<sub>3</sub>) è un fumigante comunemente utilizzato per proteggere i cereali immagazzinati dall'attacco di insetti e roditori. Per generare la fosfina nei silos vengono generalmente utilizzati fosfuri metallici che, a contatto con aria e umidità, si decompongono liberando PH<sub>3</sub>. Tali fosfuri, tuttavia, non si decompongono completamente, lasciando spesso residui nei cereali che possono essere successivamente convertiti a PH<sub>3</sub>.

Il limite massimo di fosfina stabilito dal Codex Alimentarius per i cereali in granella è di 0,1 mg di fosfina per kg di matrice (FAO/WHO, 1993). Tale limite è riferito alla fosfina totale espressa come somma della fosfina gassosa fisicamente adsorbita e di quella derivante da residui di fosfuri eventualmente

presenti. I metodi analitici che vengono attualmente utilizzati per la determinazione quantitativa della fosfina totale sono generalmente costosi e richiedono lunghi tempi di analisi. Presso l'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari del CNR di Bari è stato messo a punto un metodo spettrofotometrico rapido, sensibile, accurato, e di facile utilizzo che permette la determinazione quantitativa della fosfina residua totale in cariossidi di frumento duro in circa 10 minuti. I risultati delle analisi di cariossidi contaminate da fosfina ottenuti con il metodo sviluppato hanno mostrato una buona correlazione con quelli ottenuti con un metodo gas-cromatografico (GC-NPD) comunemente utilizzato per la determinazione della fosfina nel frumento.

F Longobardi, M. Pascale, M. Silvestri, A. Visconti, Rapid Method for Determination of Phosphine Residues in Wheat, *Food Analytical Methods*, Vol. 1 (3), 2008, pp. 220-225

**Biologia**

## Localizzazione cellulare dell'enzima stilbene sintasi

**N**elle bacche della vite si accumulano importanti metaboliti (flavonoidi e stilbeni), caratterizzati da un ampio spettro di funzioni biologiche e con importanti ruoli nelle interazioni fra pianta e ambiente. Tra questi, la stilbene sintasi (STS) è l'enzima essenziale per la sintesi del resveratrolo, composto stilbenico con potenti proprietà medicinali contro malattie cardiache e tumori e coinvolto nei meccanismi di difesa attivati dalla pianta in risposta a stress biotici e abiotici.

Grazie ad un anticorpo specifico per la STS, sviluppato presso l'Istituto di Biologia e Biotecnologia del CNR di Milano, si è studiata la localizzazione cellulare e subcellulare di questo enzima durante lo sviluppo delle bacche di vite della cultivar Nebbiolo. Mediante un duplice approccio di protein blot su estratti proteici di specifiche frazioni cellulari e immunolocalizzazione, si è visto che la STS è più abbondante prima dell'invasatura (fase in cui gli acini cambiano colore e iniziano a maturare) e presente essenzialmente nelle cellule dell'esocarpo, per lo più a livello della parete cellulare e della membrana plasmatica.

Secondo i risultati ottenuti, la STS dovrebbe essere trasportata nel compartimento apoplastico (spazio che separa una cellula dall'altra), in cui il resveratrolo potrebbe efficacemente proteggere da attacchi di microrganismi patogeni. La presenza di resveratrolo in questo comparto renderebbe la risposta di difesa della pianta più efficace restringendo e circoscrivendo l'area di infezione del microrganismo patogeno, senza creare problemi di intossicazione nella cellula. A supporto di questa ipotesi c'è il fatto che ad una maggiore quantità di STS corrisponde una maggiore resistenza delle bacche agli attacchi fungini nelle fasi iniziali di maturazione rispetto a quelle più tardive.

V. Fornara, E. Onelli, F. Sparvoli, M. Rossoni, R. Aina, G. Marino, S. Citterio, Localization of Stilbene Synthase in *Vitis Vinifera* L. During Berry Development, *Protoplasma*, 233 (2008), pp. 83-93.

**Biologia**

## Il profilo genetico degli esemplari dell'erba di San Giovanni

**È** possibile assegnare con facilità, rapidità, affidabilità e riproducibilità uno specifico profilo genetico a singoli esemplari della specie vegetale *Hypericum perforatum*, altrimenti detta erba di San Giovanni, una pianta aromatica utilizzata per il trattamento di ansia, insonnia e depressione.

Il metodo di certificazione genetica si basa sull'amplificazione rapida e selettiva di due introni, parti integranti del gene che codifica per l'ossidasi alternativa AOX1b, un enzima a sede mitocondriale coinvolto nella risposta a stress di tipo ossidativo. Il metodo rappresenta un ulteriore progresso, nell'ambito della certificazione genetica e più in generale della catalogazione della biodiversità vegetale, di tecniche precorritrici sviluppate nei laboratori dell'Istituto di Biologia e

Biotecnologia Agraria del CNR di Milano, egualmente ispirate dall'uso degli introni come sorgente facilmente monitorabile di variabilità genetica.

Se è inimmaginabile affidarsi per scopi diagnostici, identificativi ed evolutivi, al sequenziamento di tutti i genomi di tutte le specie vegetali esistenti, e nell'ambito di quest'ultime di tutte le varietà e di tutti gli individui, è possibile farlo utilizzando gli introni. Essi caratterizzano le specie in modo inequivocabile in virtù di una loro intrinseca variabilità in lunghezza e sequenza nucleotidica, determinatesi evolutivamente in regioni conservate all'interno degli esoni, le zone dei geni che codificano per le proteine. I dati su AOX1b dimostrano che la capacità diagnostica di questo tipo di metodologie può spingersi fino al riconoscimento di singoli esemplari della specie in esame. Il laboratorio IBBA-CNR di Milano ha brevettato alcuni di questi metodi con lo scopo di usarli nella diagnostica dei settori agroalimentare e officinale.

A. O. Ferreira, H. G. Cardoso, E. S. Macedo, D. Breviario e B. Arnholdt-Schmitt, Intron Polymorphism Pattern in AOX1b of Wild St John's Wort (*Hypericum perforatum*) Allows Discrimination Between Individual Plants, *Physiologia Plantarum*, 137 (2009), pp. 520-531.

**Biologia**

## Il ruolo dell'Auxina nell'autofecondazione

L'Istituto di Biologia e Patologia Molecolari del CNR ha dimostrato il ruolo fondamentale dell'auxina, un ormone vegetale, nel processo di autofecondazione delle piante autogame. Si tratta di un risultato di estrema importanza che potrà essere utilizzato per controllare la fertilità e la produzione di ibridi, indispensabili per la coltivazione di piante autogame importanti per l'agricoltura quali il grano, il riso, il pomodoro, l'orzo, la soia. Come è noto le piante autogame sono capaci di autofecondarsi perché contengono sia gli organi riproduttivi maschili che quelli femminili. Era cruciale capire come lo sviluppo dei due organi fosse perfettamente sincronizzato e come venisse regolata l'autofecondazione. Nel nostro laboratorio abbiamo chiarito per la prima volta che, durante lo sviluppo, la crescita dello stame (l'organo maschile che contiene il polline), la maturazione del polline stesso e il suo rilascio sull'organo femminile (il pistillo) sono controllati dall'auxina. Abbiamo determinato dove, quando e mediante l'azione di quali geni l'auxina venga sintetizzata, trasportata, accumulata e percepita da recettori specifici.

Lo studio è stato condotto su una pianta modello, *Arabidopsis thaliana*, sulla quale si sono concentrati da decenni gli sforzi di genetisti, biologi molecolari e biologi dello sviluppo, contribuendo a creare un "arsenale" di strumenti di ricerca estremamente raffinati e potenti. I risultati che abbiamo ottenuto sono però di significato e valore generali e possono quindi essere estesi a piante di interesse per l'agricoltura. Questo studio è stato riconosciuto come il primo modello operativo del controllo ormonale dello sviluppo dello stame, e per questo è stato pubblicato sulla più importante rivista internazionale di biologia delle piante.

V. Cecchetti, N. M. Altamura, G. Falasca, P. Costantino, M. Cardarelli, Auxin Regulates Arabidopsis Anther Dehiscence, Pollen Maturation, and Filament Elongation, *Plant Cell*, 2008, IF 9.296.

**Biologia**

## Una tossina ricombinante con proprietà antitumorali

Le proteine inattivatrici dei ribosomi (RIP) sono tossine proteiche prodotte da diverse specie vegetali, che possono essere utilizzate per la costruzione di molecole chimeriche indirizzate verso specifiche popolazioni cellulari. In queste molecole, la RIP è fusa a un dominio derivante, ad esempio, da un anticorpo o da un fattore di crescita. Questa caratteristica ha permesso di produrre molecole antitumorali.

Saporina è una RIP prodotta da *Saponaria officinalis L.*, la cui espressione nel batterio *Escherichia coli* è ostacolata da diversi fattori, fra i quali la tossicità verso l'ospite stesso e l'accumulo di proteina in forma insolubile. Per affrontare questi problemi e ottenere una molecola correttamente ripiegata e biologicamente attiva, è stato sviluppato un sistema di espressione basato sul lievito *Pichia pastoris*. Per ottenere alti livelli di espressione è stato necessario modificare la sequenza codificante per la tossina in modo da rispecchiare la scelta dei codoni, caratteristica di questo microrganismo. Inoltre, la tossina ricombinante è stata progettata in modo da ottenerne la secrezione nel terreno di coltura. Utilizzando questa strategia è stata espressa in *P. pastoris*, oltre alla saporina stessa, una tossina ricombinante (ATF-saporina) con potenziale attività antitumorale contenente un dominio derivato dell'attivatore del plasminogeno tipo urochinasi (uPA) umano. È stato verificato che ATF-saporina è in grado di intossicare selettivamente cellule che esprimono il recettore per uPA, che è presente ad alti livelli sulla superficie di diverse cellule tumorali altamente invasive. Questi risultati aprono la strada verso la produzione di molecole con potenziale antitumorale basate sulla RIP saporina.

A. Lombardi, S. Bursomanno, T. Lopardo, R. Traini, M. Colombatti, R. Ippoliti, D. J. Flavell, S. U. Flavell, A. Ceriotti, M. S. Fabbrini, Pichia pastoris as a Host for Secretion of Toxic Saporin Chimeras, *Faseb J.*, 24 (2010), pp. 253-265.

**Genetica**

Sequenziato il genoma di un dannoso nematode

I nematodi del genere *Meloidogyne* sono endoparassiti largamente diffusi che infettano le radici di numerose piante causando perdite per decine di miliardi di euro all'anno, attualmente arginati mediante l'utilizzo di piante resistenti e l'impiego di sostanze chimiche. Conoscere il loro genoma è la chiave per comprendere i complessi processi molecolari del parassitismo e quindi mettere a punto nuove strategie eco-sostenibili per la salvaguardia delle colture.

Il sequenziamento del genoma di *Meloidogyne incognita*, coordinato dal Dr. Pierre Abad, ha coinvolto 27 laboratori europei tra i quali il CNR rappresentato da un gruppo di ricercatori dell'Istituto per la Protezione delle Piante (T. Bleve, F. De Luca, P. Leonetti e P. Veronico) e il Prof. G. Pesole, ora direttore dell'Istituto Biomembrane e Bioenergetica. La sequenza del genoma di *M. incognita* ha rivelato una giustapposizione di almeno due genomi o alotipi con un tasso medio di divergenza tra i più grandi finora mai osservati. Si è individuata una vasta gamma di enzimi che permette la degradazione della parete cellulare delle piante, il cui grande assortimento non ha eguali nel regno animale. I geni coinvolti nella degradazione della parete cellulare della pianta rivelano sostanziali somiglianze con i geni batterici, suggerendo l'esistenza di molteplici eventi di trasferimento orizzontale di origine batterica.

L'analisi comparativa del genoma di *M. incognita* con quello del nematode modello *Caenorhabditis elegans* e del parassita umano *Brugia malayi*, ha permesso di individuare geni specifici per gli organismi parassiti, fornendo conoscenze indispensabili allo sviluppo di strumenti efficaci a contrastarli.

T. Bleve, F. De Luca, P. Leonetti, P. Veronico, Genome Sequence of the Metazoan Plant Parasitic Nematode *Meloidogyne Incognita*, *Nature Biotechnology*, 2008.

**Virologia Vegetale**

Le alterazioni molecolari indotte dal viroide cloroplastico PLMVd

I viroidi sono piccoli RNA infettivi che si replicano e si accumulano nei nuclei o nei cloroplasti delle piante, spesso inducendo malattie. Questi RNA non codificano proteine, ma possiedono le informazioni necessarie per interagire con enzimi cellulari ed alterare l'espressione genica dell'ospite. Decifrare tali informazioni, contenute in specifici elementi strutturali dell'RNA viroidale, è una priorità degli studi sui viroidi che, già in passato, hanno consentito applicazioni biotecnologiche innovative. Gli studi congiunti dell'Istituto di Virologia Vegetale del CNR, Sezione di Bari, dell'Istituto de Biología Molecular y Celu-

lar de Plantas, e del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad Politécnica de Valencia, hanno permesso di analizzare le alterazioni molecolari e cellulari indotte da una variante virulenta del viroide cloroplastico *Peach latent mosaic viroid* (PLMVd), responsabile di una severa clorosi del pesco (albinismo). Tale variante contiene uno specifico elemento strutturale, assente nelle varianti latenti dello stesso viroide, che dimostriamo essere responsabile dell'interferenza con la maturazione degli RNA ribosomiali dei plastidi. Questo evento determina un'alterazione profonda del processo di sviluppo dei cloroplasti fin dalle sue fasi iniziali, come testimoniano i difetti funzionali e strutturali osservati nei plastidi delle foglie sintomatiche e degli apici meristemati infetti. In linea con questi dati, abbiamo dimostrato che PLMVd, a differenza di altri viroidi, invade le cellule indifferenziate degli apici meristemati, sede delle fasi precoci della biogenesi dei cloroplasti.

M. E. Rodio, S. Delgado, A. De Stradis, M. D. Gómez, R. Flores e F. Di Serio, A Viroid RNA with a Specific Structural Motif Invades the Shoot Apical Meristem and Inhibits Chloroplast Biogenesis, *Plant Cell*, 19 (2007), pp. 3610-3616.

**Genetica**

## L'uso dei virus per comprendere i meccanismi naturali di difesa delle piante

Il silenziamento genico è un meccanismo di controllo del flusso dell'informazione genetica (dai geni alle proteine, attraverso gli RNA messaggeri), il cui processo basilare è conservato in tutti gli organismi animali e vegetali. Nelle piante il silenziamento genico svolge un ruolo chiave nei processi di differenziazione, sviluppo, adattamento agli stress biotici e abiotici e, altresì, nella difesa antivirale. Il *Cymbidium ringspot virus* (CymRSV) replica nelle cellule di pianta attraverso ripetuti cicli di sintesi e accumulo di RNA genomico (+) su stampo di RNA antisense (-). L'RNA (+) entra nella macchina cellulare di traduzione per sintetizzare le proteine virali, indispensabili al compimento ed alla reiterazione del ciclo di vita virale.

Specifici enzimi nucleasici della pianta (Dicers) riconoscono gli RNA a doppia elica di CymRSV, producendo piccoli RNA virali (vsiRNAs) di 21-24nt in lunghezza. I vsiRNAs si possono incorporare in proteine del gruppo

Argonaute (AGO) guidandole in modo da disattivare il genoma virale. Come contro-difesa il CymRSV sintetizza la p19 che modula il suddetto processo; essa lega i vsiRNAs prevenendone l'incorporazione in AGO.

Il satellite di CymRSV è un RNA subvirale considerato parassita del virus perché replica a sue spese, utilizzandone le funzioni di replicazione. La raffinata integrazione del sistema virus-pianta ci rivela come CymRSV può altresì controllare il processo di silenziamento antivirale a proprio vantaggio; uno specifico vsiRNA di CymRSV può entrare nel suddetto processo e guidare il taglio del suo RNA satellite parassita. Il presente studio sancisce la validità dell'uso dei virus come strumento per migliorare le conoscenze di base dei meccanismi naturali di difesa delle piante, aventi peraltro elevate potenzialità applicative in campo biotecnologico.

V. Pantaleo, J. Burgan, *Cymbidium Ringspot Virus Harnesses RNA Silencing To Control the Accumulation of Virus Parasite Satellite RNA*, *Journal of Virology*, Vol. 82, 2008, pp. 11851-11858, IF 9,296.

**Fisiologia**

## Nuovi dati sul ruolo dei flavonoidi nelle interazioni pianta-ambiente

Molte specie vegetali che popolano il bacino Mediterraneo, sono sottoposte all'azione di agenti stressanti multipli. Gli effetti deleteri di tali stressors ambientali sulle performance vegetali sono di attualità nella cosiddetta era del global change. Di par-

ticolare interesse in ecosistemi Mediterranei è l'effetto di interazione tra l'elevata radiazione solare e la scarsità di acqua sulla fisiologia e biochimica di numerose specie. Entro questo scenario il nostro esperimento ha testato l'ipotesi che la carenza di acqua abbia un effetto più

negativo sulle performance in piante di ombra che in piante di pieno sole, poiché l'elevato irraggiamento solare attiva un complesso network metabolico che è in grado di contrastare meglio il danno ossidativo indotto dallo stress idrico. Il nostro contributo innovativo è stato quello di valutare il contributo antiossidante fornito dai composti UV-screening, in particolare flavonoidi. Evidenze recenti hanno mostrato che i flavonoidi servono una molteplicità di funzioni nei meccanismi di risposta delle piante all'elevata radiazione solare, che vanno al di là della loro capacità di attenuare le radiazioni ultraviolette. I nostri risultati mostrano che solo le strutture flavonoidiche con una efficiente attività antiossidante incrementano in risposta al pieno irraggiamento solare. Tali flavonoidi antiossidanti sono largamente distribuiti nel mesofillo fogliare e quindi ottimamente locati per ridurre le cosiddette specie ossigeno reattive, responsabili del danno ossidativo a livello inter e intra-cellulare. I nostri risultati, quindi, aggiungono nuovi approfondimenti sul ruolo giocato dai flavonoidi nelle interazioni pianta-ambiente. Esisterebbe quindi uno stretto legame tra l'azione svolta dai polifenoli nel metabolismo cellulare animale e quello vegetale, che rappresenta un intrigante settore di ricerca, poiché lega il metabolismo di cellule a differente grado di complessità. I nostri dati hanno quindi un rilievo che va ben oltre il mero aspetto eco-fisiologico (Agati & Tattini, 2010).

L. Guidi, E. Degl'Innocenti, D. Remorini, R. Massai, A. Tattini, *Interaction of Waters Stress and Solar Irradiance on The Physiology and Biochemistry of Ligustrum vulgare*, *Tree Physiology*, 2008. IF 2,283.

**Biologia**

## I meccanismi che regolano l'espressione genica negli amiloplasti dei tuberi di patata

I plastidi sono organelli caratteristici delle cellule vegetali che contengono copie multiple di un proprio genoma (plastoma). I cloroplasti, presenti nelle foglie e altri organi verdi, sono sede della fotosintesi. I cromoplasti, amiloplasti,

leucoplasti e altri, sono presenti in organi non verdi, come frutti, tuberi e radici. Benché tutti i plastidi contengano le stesse informazioni geniche, l'espressione dei geni plastidiali è molto ridotta in quelli non-verdi.

Nel lavoro sono stati indagati, con moderne biotecnologie (plastome gene array), i meccanismi che regolano l'espressione genica negli amiloplasti dei tuberi di patata a confronto con i cloroplasti delle foglie. Negli amiloplasti, geni con funzioni diverse hanno mostrato una differente riduzione del livello di espressione, con meccanismi di regolazione di tipo trascrizionale e post-

trascrizionale (stabilità, maturazione ed editing dell'RNA, associazione trascritti-ribosomi). La contemporanea riduzione dell'espressione di geni nucleari coinvolti nell'espressione del plastoma suggerisce un possibile ruolo del cross-talk nucleo-plastidi nel differenziamento e funzionamento dei diversi tipi di plastidi.

I risultati ottenuti contribuiscono alla comprensione dei meccanismi molecolari che regolano l'espressione genica durante lo sviluppo della pianta, aprendo nuove prospettive per aumentare l'efficienza produttiva delle colture agrarie. Inoltre, consentono lo sviluppo di tecnologie innovative per l'espressione di transgeni nei plastidi di organi specifici, per la produzione di OGM di nuova generazione, garantendo, rispetto a quelli derivati da trasformazione del genoma nucleare, un miglior contenimento genico e altri vantaggi.

**Filogeografia**

## Le diversità chimiche e biologiche nella quercia da sughero

Tra le querce mediterranee, la sughera (*Quercus suber*), è caratterizzata da una forte struttura filogeografica della diversità del DNA cloroplastico, grazie alla quale è possibile differenziare in modo preciso le diverse provenienze geografiche. La strutturazione geografica è stata mantenuta nel corso di milioni di anni, da quando cioè la sughera ha migrato da ovest (penisola iberica) verso est, nonostante che la specie sia stata negli ultimi millenni oggetto di coltivazione e quindi di manipolazione da parte dell'uomo. Il lavoro di Loreto et al. ha dimostrato che diversi profili nell'emissione di monoterpeni per la sughera sono associati a diverse pro-

venienze geografiche. Nella sughera quindi esistono differenze nell'emissione di monoterpeni anche a livello intraspecifico, contrariamente a quanto osservato per altre specie di querce, nelle quali il tipo di emissione rimane costante, indipendentemente dall'origine geografica del materiale esaminato. Perché ciò avviene? Il tipo di emissione di monoterpeni nella sughera potrebbe essere il risultato di antiche forme di introgressione con altre specie di querce, in particolare in Italia con il cerro (*Quercus cerris*), una specie che non emette alcun tipo di VOC, ed in Portogallo con *Q. rotundifolia*, una specie, vicina al leccio, che emette monoterpeni. Tuttavia le differenze filogeografiche nel profilo di emissione della sughera non sono coerenti con le emissioni delle specie che hanno dato luogo ad introgressione genetica. Piuttosto esse possono riflettere un tratto associato a caratteri produttivi (per esempio la qualità del sughero) per il quale è stata effettuata una notevole selezione da parte dell'uomo in tutto l'areale di espansione della pianta, e specialmente nell'area portoghese.

---

V. T. Valkov, N. Scotti, S. Kahlau, D. MacLean, M. S. Grillo, J. C. Gray, R. Bock, T. Cardi, Genome-Wide Analysis of Plastid Gene Expression in Potato Leaf Chloroplasts and Tuber Amyloplasts: Transcriptional and Post-Transcriptional Control, *Plant Physiology*, Vol. 150 (ago. 2009), n. 4, pp. 2030-2044.

F. Loreto, F. Bagnoli, S. Fineschi, One Species, Many Terpenes: Matching Chemical and Biological Diversity, *Trends Plant Science*, 14 (2009), pp. 416-420.



Giovani scimpanzè nel Gombe National Park, in Tanzania.

## Evoluzione

### Primatologi e archeologi danno vita a una nuova disciplina per lo studio dei primati

**F**ino a poco tempo fa si riteneva che l'archeologia fosse la scienza delle culture umane antiche, dedicata alla scoperta e all'analisi dei manufatti dei nostri progenitori. Invece, un articolo pubblicato sulla prestigiosa rivista *Nature* è destinato a rivoluzionare questa visione, estendendo l'approccio archeologico anche allo studio delle attività di uso, costruzione e accumulo di strumenti nei primati non umani, le specie animali a noi evolutivamente più vicine.

Lo studio degli elementi caratteristici della tecnologia litica, dalla scelta della materia prima ai metodi di scheggiatura alle tradizioni culturali dei diversi gruppi, unisce primatologi e archeologi in un campo di ricerca definito «archeologia dei

primati». Questa nuova disciplina nasce dal presupposto che, qualunque organismo accumuli o modifichi materiali durevoli come la pietra, lascerà una traccia sotto forma di reperto archeologico. Sarà così possibile fornire per la prima volta un quadro comparativo per la comprensione del contesto biologico, ambientale e sociale che ha favorito l'evoluzione comportamentale dei primati. In questo ambito è stato avviato il progetto internazionale Pounding Working Group, che avrà lo scopo di comparare il comportamento di uso di strumenti, in particolare di percussori per rompere noci e altri alimenti duri, in scimpanzè, cebi e ominini. È noto, infatti, che, dall'analisi delle pietre scheggiate prodotte dai no-

stri progenitori e dal tipo di fratture che presentano, sia possibile risalire al loro grado di destrezza motoria e comprenderne le capacità cognitive. Primi tentativi di applicazione pratica dei metodi dell'archeologia dei primati sono attualmente in corso in Guinea sugli scimpanzè e in Brasile sui cebi. Combinando le classiche tecniche d'indagine archeologica per l'analisi dei manufatti con l'osservazione del comportamento spontaneo di individui allo stato selvatico si potrà valutare in che misura i primati non umani siano selettivi nella loro scelta di materiali da usare come strumenti. Mentre la comparazione tra i reperti ossei dei nostri progenitori e gli scheletri dei primati attuali darà modo di comprendere quali caratteristiche anatomiche abbiano permesso l'acquisizione del comportamento di uso di strumenti tanto nei primati attuali quanto in quelli estinti.

M. Haslam, A. Hernandez-Aguilar, V. Ling, S. Carvalho, I. de la Torre, A. DeStefano, A. Du, B. Hardy, J. Harris, L. Marchant, T. Matsuzawa, W. McGrew, J. Mercader, R. Mora, M. Petraglia, H. Roche, E. Visalberghi, R. Warren. Primate Archaeology, *Nature*, Vol. 460, n. 7253 2009, pp. 339-344.

**Biologia**

## Piante che emettono monoterpeni sono in grado di difendersi maggiormente dall'ozono

L'ozono atmosferico, penetrando nella cavità sottostomatica, provoca gravi danni alle piante e ossida i tessuti vegetali. Per difendersi da questo fenomeno di uptake stomatico di ozono, le piante producono antiossidanti che reagiscono con l'ozono. Lo scopo di questo studio è di quantificare l'uptake stomatico di ozono di alcune specie forestali, e di verificare se i composti organici volatili (VOC), che alcune piante emettono in atmosfera, sono in grado di reagire con l'ozono rimuovendolo prima che questo penetri attraverso gli stomi, supportando un uptake non-stomatico di ozono.

È stato realizzato un sistema di cuvette per lo studio di scambi gassosi, connesso a specifici sensori, con lo scopo di misurare la fotosintesi, conduttanza stomatica (grado di apertura degli stomi), l'uptake di ozono e l'emissione di VOC da parte di due specie arboree: il pioppo nero e il leccio.

La prima specie emette isoprene, mentre la seconda monoterpeni, due categorie di VOC caratterizzate da diversi tempi di reazione con l'ozono in atmosfera.

Dal confronto tra conduttanza stomatica all'ozono misurata e

conduttanza stomatica calcolata sulla base di un modello, nel caso del pioppo abbiamo attribuito l'uptake di ozono unicamente agli stomi, a causa della scarsa reattività dell'isoprene con l'ozono in fase gassosa.

Nel caso del leccio, invece, oltre ad aver confermato una relazione diretta tra apertura stomatica e uptake di ozono, abbiamo anche calcolato che una frazione di ozono atmosferico viene rimossa in fase gassosa grazie all'elevata reattività dei monoterpeni con l'ozono.

Questo risultato suggerisce che piante che emettono monoterpeni sono in grado di difendersi maggiormente dall'ozono, rimuovendolo dall'aria prima che questo entri negli stomi provocando danni di tipo ossidativo.

S. Fares, F. Loreto, E. Kleist e J. Wildt, Stomatal Uptake and Stomatal Deposition of Ozone in Isoprene and Monoterpene Emitting Plants, *Lant. Biol.* gen. 2008.

**Biologia**

## L'isoprene è un composto vitale per la difesa da stress termici

Le piante emettono composti organici volatili (VOC). I principali VOC sono isoprenoidi volatili (VIP). Oltre ai noti monoterpeni, i VIP che formano i profumi di conifere e piante officinali, le piante emettono isoprene (esse possono riemettere come isoprene fino al 10% del carbonio fissato fotosinteticamente). L'emissione di isoprene ha tre fondamentali conseguenze: contribuisce, in presenza di inquinanti antropogenici (NOx), alla formazione fotochimica di ozono e particolato; protegge le piante da stress ossidativi e termici e fa da

deterrente contro attacchi di insetti erbivori.

L'emissione di isoprene è termo-dipendente e aumenta esponenzialmente all'aumentare della temperatura: su questa osservazione è stato creato l'algoritmo usato oggi per modellare e stimare l'emissione di isoprene a livello regionale e globale. Questo lavoro ha rivelato per la prima volta che un importante e comune fattore ambientale, lo stress idrico, può rendere l'emissione di isoprene indipendente dalla temperatura, per almeno due settime-

ne. Analizzando le possibili cause di questo fenomeno, si è visto che l'emissione di isoprene continua anche se la fotosintesi è inibita dallo stress idrico, diventando un elevato costo metabolico per le piante, giustificato solo dal fatto che la funzione dell'isoprene è essenziale per la sopravvivenza allo stress. Le piante sono esposte a continui ma transienti episodi di stress idrico, specie in ecosistemi fragili come quello Mediterraneo. Abbiamo concluso che l'isoprene è un composto vitale per la difesa da stress termici, e contribuisce al miglioramento della capacità di previsione dell'emissione di VOC importanti per la protezione delle piante ed il loro effetto sulla chimica dell'atmosfera.

A. Fortunati, C. Barta, F. Brillì, M. Centritto, I. Zimmer, J.P. Schnitzler, e F. Loreto, Isoprene Emission is not Temperature-dependent During and After Severe Drought-stress: a Physiological and Biochemical Analysis, *Plant Journal*, 55 (2008), pp. 687-697.

**Neuroscienze**

## Connettività cerebrale e fatica nella sclerosi multipla

**I** pazienti affetti da sclerosi multipla (SM) riportano molto spesso la sensazione di fatica, anche prima che la malattia si aggravi. Poiché alterazioni dei circuiti di controllo del movimento sono all'origine del sintomo fatica, il laboratorio LET'S-CNR attivo presso l'Ospedale Fatebenefratelli Isola Tiberina di Roma ha svolto, con l'equipe di neurologi che seguono questi pazienti, una ricerca volta

a raffinare le conoscenze sull'organizzazione delle regioni cerebrali che controllano la mano e la loro relazione col sintomo fatica. Nello studio abbiamo sfruttato il metodo *Functional Source Separation* (FSS), sviluppato presso il LET'S, che riconosce gruppi di neuroni in base al loro ruolo funzionale (sorgenti). Anche sorgenti molto vicine possono essere distinte dal loro comportamento e può essere studiata la loro connettività.

Abbiamo dimostrato che nella SM, oltre a degenerare la guaina che riveste le fibre di connessione di aree lontane del cervello, anche la connettività locale si altera nella regione che riceve informazione sensoriale dalla mano, nonostante questa non sia sede di lesioni strutturali apprezzabili alla Risonanza Magnetica. Abbiamo poi evidenziato una riduzione della comunicazione tra la sorgente sensoriale e quella motoria di controllo della mano, ponendo l'ipotesi per un nuovo indice sensibile alla fatica nella SM. Il lavoro di identificazione di una misura oggettiva della fatica è supportato dalla

Fondazione Italiana Sclerosi Multipla (FISM), con uno stanziamento dedicato.

F. Tecchio, G. Zito, F. Zappasodi, M. L. Dell'Acqua, D. Landi, D. Nardo, N. Lupoi, P. M. Rossini, M. M. Filippi, Intra-Cortical Connectivity in Multiple Sclerosis: a Neurophysiological Approach. *Brain*, 2008, 131, pp. 1783-1792. - M. L. Dell'Acqua, D. Landi, G. Zito, F. Zappasodi, D. Lupoi, P. M. Rossini, M. M. Filippi, F. Tecchio, Thalamo-Cortical Sensorimotor Circuit in Multiple Sclerosis: an Integrated Structural and Electrophysiological Assessment. *Hum Brain Mapp*, in press.

**Comportamento**

## L'interazione fra gli uccelli di uno stormo sfoggia un carattere topologico

**G**li stormi di uccelli rappresentano esempi paradigmatici di comportamento collettivo auto-organizzato, in cui il moto di gruppo è unicamente determinato dalle interazioni tra gli individui. Un problema cruciale è comprendere quali siano tali interazioni, e le regole dinamiche seguite dai singoli. La convinzione generale è che gli individui seguano regole basate sull'imitazione: ogni uccello cerca di volare nella stessa direzione dei vicini, e di rimanere vicino a essi. Quale sia la precisa

natura di tali regole, tuttavia, è ancora largamente ignoto. Il gruppo coordinato da Andrea Cavagna e Irene Giardina (Istituto dei Sistemi Complessi del CNR) ha sviluppato un approccio innovativo, attingendo informazioni dai dati empirici. Tramite esperimenti di fotografia stereoscopica, integrando meccanica, statistica e computer vision, si sono ricostruite le coordinate spaziali di ogni singolo individuo in stormi di migliaia di uccelli, impresa finora mai riuscita. Si sono poi analizzati i dati empirici con una

metodologia esportata dalla fisica dei sistemi a molte particelle. Si è così scoperto che l'interazione tra individui ha un carattere topologico: ogni uccello interagisce in media con i propri sette vicini, indipendentemente dalla loro distanza. Ciò contrasta con le ipotesi dei modelli, in cui ogni individuo considera solo i vicini sotto una distanza fissata. Un'interazione topologica mantiene lo stesso grado di connettività tra individui al variare della densità ed è capace di garantire una più robusta coesione del gruppo rispetto a perturbazioni esterne, quali attacchi predatori. Tale risultato permette una migliore comprensione dei movimenti collettivi animali, e lo sviluppo di più efficaci algoritmi di controllo distribuito.

A. Cavagna, I. Giardina, A. Orlandi, G. Parisi, A. Procaccini, V. Zdravkovic, Interaction Ruling Animal Collective Behavior Depends on Topological rather than Metric Distance: Evidence from a Field Study, *Pnas USA*, 105 (2008), pp. 1232-1237.



Pecore di razza Soay nell'isola di St Kilda nelle Ebridi, un gruppo di isole della costa occidentale scozzese. Le Soay hanno ancora oggi un set di caratteri arcaici conservati nel tempo a causa dell'isolamento ambientale.

## Evoluzione

### I retrovirus endogeni rivelano la storia della domesticazione della pecora

La domesticazione degli animali, per prime pecore e capre, è iniziata circa 11.000 anni fa in Asia ma, solo 6.000 anni fa, con la diffusione dell'agro-pastoralismo, gli animali diventano, insieme ad alcune specie vegetali, il principale mezzo di sostentamento dei popoli. In questo studio, che ha coinvolto 27 gruppi di lavoro di 18 paesi, coordinati dal Prof. Massimo Palmarini (Università di Glasgow) e l'impiego di 65 tipi genetici diversi di pecora, è stata utilizzata una famiglia di retrovirus

endogeni (ERVs), presenti nei genomi di tutti i mammiferi (uomo incluso) per infezioni avvenute anche in epoche lontane. Nella pecora si conoscono almeno 27 copie di ERVs del tipo Jaagsiekte Sheep Retrovirus (enJSRVs), un retrovirus esogeno, patogeno, che rappresenta l'agente responsabile di un carcinoma che colpisce i bronchioli e gli alveoli polmonari e che caratterizza la Adenomatosi polmonare, una delle più importanti patologie virali della pecora.

Quando un retrovirus

invade la linea germinale (spermatozoi o cellule uovo), può essere trasmesso ai discendenti con schemi Mendeliani e se si inserisce nel genoma vicino a un gene, può alterarne le funzioni e influenzare l'evoluzione del suo ospite.

I retrovirus endogeni hanno una loro specifica localizzazione cromosomica come da noi dimostrato mediante tecniche di citogenetica molecolare. In base a questo studio, la storia della domesticazione della pecora è avvenuta in episodi migratori diversi. Relitti delle prime migrazioni sono il muflone e razze ritenute «primitive» come la Orkney, Soay

e Nordic short-tailed. Gli ultimi episodi migratori hanno visto coinvolte le attuali razze di pecora con tratti genetici migliorati per la produzione di carne, latte e lana.

Con questo lavoro è stato dimostrato per la prima volta che marcatori genetici basati sui retrovirus endogeni possono essere un valido strumento per chiarire alcuni aspetti riguardanti la storia delle specie domestiche. Inoltre la possibilità di identificare animali geneticamente più primitivi da quelli più moderni può essere importante per preservare i pool genetici rari, indispensabili per il mantenimento della biodiversità.

B. Chessa, F. Pereira, F. Arnaud, A. Amorim, F. Goyache, I. Mainland, R.R. Kao, J. M. Pemberton, D. Beraldi, M. Stear, A. Alberti, M. Pittau, L. Iannuzzi, M.H. Banabazi, R. Kazwala, Y.-P. Zhang, J.J. Arranz, B.A. Ali, Z. Wang, M. Uzun, M. Dione, I. Olsaker, L.-E. Holm, U. Saarma, S. Ahmad, N. Marzanov, E. Eythorsdottir, M.J. Holland, P. Ajmone-Marsan, M.W. Bruford, J. Kantanen, T.E. Spencer, M. Palmarini, Revealing the history of sheep domestication using retrovirus integrations, *Science*, 324 (24 apr. 2009), pp. 532-536.

Scienze della Terra

## Un modo per tracciare l'eterogeneità del mantello

Il mantello terrestre è chimicamente eterogeneo. La natura e la scala di questa eterogeneità sono fondamentali per capire l'evoluzione della Terra. Un modo per tracciare tale eterogeneità è quello di analizzare i basalti prodotti dalla fusione parziale del mantello nei diversi contesti tettonici. Tali studi distinguono elementi compatibili (che tendono a rimanere nei minerali della roccia residua) da elementi incompatibili (che prediligono il fuso). La modellizzazione si basa sul grado con cui questi elementi rimangono nei solidi e il parametro usato è il coefficiente di distribuzione minerale-fuso. I dati disponibili ad oggi sul partizionamento del litio (Li) e boro (B) per il mantello superiore mostrano una dispersione relativamente grande. La ricerca condotta nell'ambito del progetto europeo EUROMELT (HPRN- CT-2002-00211) ha consentito di migliorare le tecniche sperimentali ed analitiche per la determinazione dei bassissimi contenuti (ppb-ppm) di Li e B nei minerali del mantello (olivina e pirosseno) e nel fuso basaltico. L'esperimento condotto a una pressione di 1 GPa ed una temperatura di 1330°C presso il Laboratorio Magmas et Volcans (Clermont-Ferrand) ha prodotto l'equilibrio tra un basalto sintetico e una polvere di olivina proveniente da uno xenolite di Iherzolite a spinello. Litio e boro sono stati analizzati nei prodotti del *run* con la microsonda ionica (Cameca IMS 4F) del laboratorio di Spettrometria di Massa a Ioni Secondari della Sezione di Pavia dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR. La metodologia SIMS ha consentito di ottenere misure accurate di Li e B nei minerali e nel fuso, oltre che nelle fasi minerali dello xenolite di partenza. Li è risultato moderatamente incompatibile e B molto più incompatibile di quanto generalmente riportato in letteratura.

L. Ottolini, D. Laporte, N. Raffone, J. L. Devidal, B. Le Fèvre, New Experimental Determination of Li and B Partition Coefficients During Upper Mantle Partial Melting, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2009, IF 2008: 3,853.

Cristallografia

## I materiali microporosi non sono realmente soffici

La crescente attenzione del mondo scientifico verso le proprietà tecnologiche dei materiali microporosi, e tra questi le zeoliti, ha reso, negli ultimi anni, questa classe di materiali oggetto di numerosi studi che spaziano dai caratteri cristallografico-strutturali, fino alle capacità di scambio ionico e di attività catalitica. Le innumerevoli applicazioni industriali di questi materiali nei più svariati settori tecnologici hanno reso le zeoliti, per disponibilità in natura, una risorsa minerale di indiscusso interesse. Le zeoliti sono materiali microporosi la cui struttura cristallina è costruita da una impalcatura tetraedrica (*framework*) che contiene pori, nella forma di canali o gabbie, le cui dimensioni non superano i 20 Å in

diametro, e da un corredo extra-impalcatura, rappresentato da cationi e molecole d'acqua che occupano le cavità. Vi è una limitata conoscenza riguardo i meccanismi delle trasformazioni cristallografico-strutturali in regime di alta pressione di questi materiali. Nell'immaginario comune, si tende ad accoppiare il concetto di porosità a quello di comprimibilità dei materiali solidi. Ma è davvero così? Si può estendere questo concetto ad ogni scala? Uno studio comparativo ha analizzato tutti i dati finora pubblicati su questo tema, osservando che la compressibilità dei materiali zeolitici non dipende in modo diretto dalla microporosità strutturale e che la comprimibilità di molti materiali microporosi risulta essere minore di tanti altri minerali silicatici non porosi, e tra questi quarzo, feldspati, scapoliti o miche.

Viene quindi a cadere il luogo comune che associa in modo diretto porosità-compressibilità: la porosità a scala nanometrica o sub-nanometrica non implica necessariamente una maggiore compressibilità.

G. D. Gatta, Does Porous mean Soft? On the Elastic Behaviour and Structural Evolution of Zeolites under Pressure, *Z. Kristallogr.*, 223 (2008), pp. 160-170.

Scienze della Terra

## La genesi dei magmi carbonatici per capire l'origine di CO<sub>2</sub> profonda

**L**e carbonatiti sono rocce ignee di composizione estrema costituite in maggioranza da carbonati e la cui origine e significato geodinamico sono dibattuti da oltre 100 anni. In Italia esistono rare manifestazioni ad affinità carbonatitica di età quaternaria che rendono il già complesso quadro del

magmatismo pliocenico-quaternario italiano ancora più variegato. Questo articolo è parte di una discussione in atto tra ricercatori impegnati nello studio di queste rocce e relativo alle carbonatiti effusive recentemente rinvenute nella successione vulcanica pleistocenica del Monte Vulture (Basilicata).

Queste rocce hanno caratteristiche geochemiche, mineralogiche ed isotopiche del tutto simili a quelle delle calcio-carbonatiti medie mondiali, e sono pertanto ritenute carbonatiti genuine. Sulla base dei dati raccolti e della stretta associazione esistente tra carbonatiti e rocce vulcaniche silicatiche povere in silice e ricche in calcio, si propone che i magmi carbonatitici di questo vulcano siano stati generati attraverso un processo di smiscelamento allo stato liquido di magmi primari estremamente sottosaturi in silice avvenuto a profondità cristalli. Tali magmi primari

sarebbero stati generati in un mantello carbonatato dall'aggiunta di materiale sedimentario ricco in carbonio (rocce carbonatiche marine e carbonio organico) portato dalla Placca Adriatica durante la sua subduzione terziaria sotto l'Appennino. Lo studio della genesi dei magmi carbonatitici contribuisce alla comprensione dell'origine del flusso di CO<sub>2</sub> di origine profonda. L'Italia centro-meridionale è infatti una delle aree con il più alto flusso di CO<sub>2</sub> profonda del mondo (1.1-2.2x10<sup>10</sup> kg/anno), e l'area vulcanica del Vulture contribuisce per 1.6x10<sup>8</sup> kg/anno.

---

Reply to Discussion of: «Carbonatites in a Subduction System: the Pleistocene Alvikites from Mt. Vulture (Southern Italy)» by M. D'Orazio, F. Innocenti, S. Tonarini e C. Dogliani. *Lithos*, 98 (2008), pp. 313-334 e by F. Stoppa, C. Principe e P. Giannandrea, *Lithos*, 103 (2008), pp. 557-561.

Geologia

## Tectiti prodotte da collisioni di corpi extraterrestri

**L**e tectiti sono oggetti naturali relativamente rari, costituiti da vetro ricco in silice e prodotti dalla fusione e vaporizzazione di rocce della crosta terrestre in seguito alla collisione con corpi extraterrestri. Esse si concentrano su poche e vaste aree della superficie terrestre, conosciute come «strewn fields». L'articolo descrive la scoperta di uno strewn field di microtectiti (tectiti con diametro < 1 mm) nelle Montagne Transantartiche (Terra Vittoria, Antartide). Le microtectiti sono state trovate nel corso delle spedizioni 2003 e 2006 del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, nel detrito accumulato in piccole cavità e fratture alla sommità di una serie di rilievi (~2600 m s.l.m.) distribuiti per oltre

520 km di lunghezza. Le proprietà chimiche e fisiche delle microtectiti studiate definiscono una popolazione coerente con una presumibile età di formazione quaternaria e una marcata affinità con le microtectiti dell'Australasian strewn field. Le microtectiti delle Montagne Transantartiche sono estremamente impoverite in elementi altamente volatili (es. Pb, Na, K); ciò suggerisce una possibile relazione tra le modalità di formazione e la dinamica dei processi responsabili della distribuzione a scala planetaria delle particelle prodotte. L'insieme

dei dati permette di ipotizzare che le microtectiti antartiche costituiscano l'estensione meridionale dello strewn field delle Australasiti finora noto, prolungando di ~ 3000 km verso sud il suo margine, e di ~ 2000 km la distanza massima dal supposto sito di impatto in Indocina. Questa scoperta enfatizza ulteriormente il paradosso della mancata localizzazione del cratere da impatto legato al più grande (> 10% della superficie terrestre) e più recente strewn field di tectiti conosciuto sulla Terra.

---

L. Folco, P. Rochette, N. Perchiazzi, M. D'Orazio, M. A. Laurenzi, M. Tiepolo, Microtektites from Victoria Land Transantarctic Mountains, *Geology*, 36 (2008), pp. 291-294.

**Geochimica**

## Un impatto avvenuto 15 milioni di anni fa

**G**li impatti di asteroidi o comete con la Terra sono un processo geologico importante nell'evoluzione del nostro pianeta e di tutto il sistema solare. Questi eventi catastrofici destabilizzano l'ecosistema globale e causano estinzioni di massa, come quella dei grandi rettili di circa 65 milioni di anni fa. Conoscere l'età degli impatti passati serve a definire il flusso di impattori e a stabilire un legame causa-effetto tra impatti ed estinzioni. A oggi sono note sulla Terra 174 strutture da impatto, molte delle quali hanno prodotto variazioni catastrofiche del clima, ma la cui età di formazione non è nota con precisione.

Le tectiti sono vetri da impatto rinvenibili sino a centinaia di km di distanza dal cratere, la cui datazione radioisotopica con metodo  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  (basato sul decadimento naturale del  $^{40}\text{K}$  in  $^{40}\text{Ar}$  nel tempo e analisi per spettrometria di massa dopo irraggiamento del campione in un reattore nucleare) permette di stabilire l'età dell'impatto. Le tectiti dell'Europa centrale, moldaviti, sono legate a un impatto avvenuto circa 15 milioni di anni fa in Germania che ha prodotto un cratere di 24 km di diametro (cratere di Ries). Le moldaviti sono grandi alcuni cm e si rinvencono in varie località della Repubblica Ceca, in Germania e Austria. Il presente lavoro, frutto di collaborazione tra l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR, Institute of Geology, Academy of Sciences of the Czech Republic, attraverso la messa a punto per la prima volta in Italia di una procedura di standardizzazione relativa al metodo di datazione  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  e la realizzazione di circa 200 analisi radioisotopiche su frammenti sub-millimetrici di varie moldaviti, ha determinato per l'impatto di Ries un'età di 14,68ffl0,11 Ma, con una precisione relativa <1%.

G. Di Vincenzo, R. Skála, *Ar<sup>40</sup>-Ar<sup>39</sup>Ar Laser Dating of Tektites from the Cheb Basin (Czech Republic): Evidence for Coevality with Moldavites and Influence of the Dating Standard on the Age of the Ries Impact*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 73 (2009), pp. 493-513.

**Scienze della Terra**

## Una nuova pagina nella storia dell'evoluzione della penisola

**I**l vulcano di Roccamonfina appartiene a una serie di vulcani attivi ma quieti, che si svilupparono lungo il bordo tirrenico della penisola nel Pleistocene e appartenenti alla cosiddetta Provincia Romana. Le rocce prodotte dai magmi della Provincia Romana sono ricche di potassio. La genesi di questi magmi è riconducibile a un meccanismo di fusione parziale del mantello terrestre, innescato dallo scontro tra la microplacca adriatica e quella italiana, nel contesto più generale della convergenza tra Africa ed Europa. La formazione degli Appennini, il magmatismo e la sismicità della penisola sono riconducibili a questo scontro tra masse continentali di natura africana ed eurasiatica. Lo scorrimento della placca adriatica sotto gli Appennini ha, inoltre, portato all'interno del mantello terrestre modeste quantità di sedimenti pelagici e carbonatici,

sufficienti a innescare la trasformazione del mantello terrestre sotto la penisola italiana in una fertile sorgente per i magmi alcalinopotassici della Provincia Romana. Nelle fasi tardive del vulcanismo di Roccamonfina, i magmi presentano un minore grado di alcalinità e danno origine a rocce shoshonitiche, con un'impronta geochimica e isotopica dello Sr, Nd e Pb tipica del mantello sottostante alla placca adriatica, suggerendo una canalizzazione del mantello adriatico attraverso la zolla in subduzione sotto la placca italiana. L'arrivo di questa componente fornisce nuovo vigore alla formazione dei magmi nell'area napoletana ed apre una nuova pagina nella storia dell'evoluzione della penisola, che prosegue il suo movimento antiorario verso i balcani, con la microplacca Adria come ultimo ostacolo all'inevitabile futura collisione.

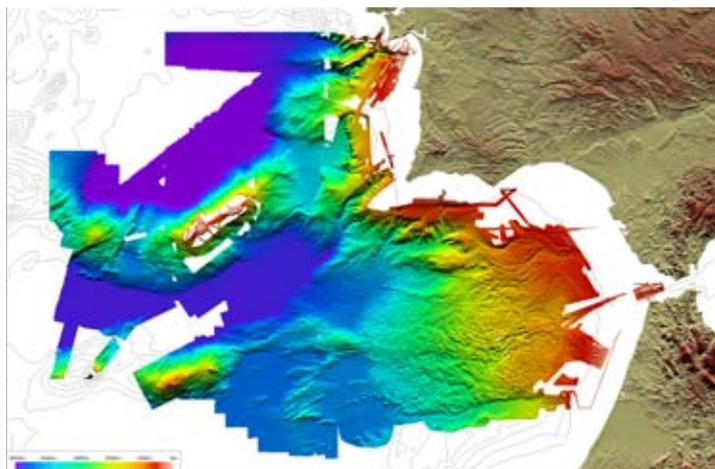
S. Conticelli, S. Marchionni, D. Rosa, Elena Boari, G. Giordano e R. Avanzinelli, *Shoshonite and Sub-alkaline Magmas from an Ultrapotassic Volcano: Sr-Nd-Pb Isotope Data on the Roccamonfina Volcanic Rocks, Roman Magmatic Province, Southern Italy*, *Mineralogy and Petrology*, Vol. 157, n. 1, gen. 2009, pp. 41-63.

**Scienze della Terra**

**Un'area ideale per studiare la dinamica di separazione delle placche continentali**

La separazione delle placche continentali e l'apertura di nuovi oceani costituiscono uno degli aspetti più importanti delle Scienze della Terra. Tali fenomeni sono di notevole rilevanza non solo scientifica, ma anche sociale, per il rischio sismico e vulcanico, ed economica, per i giacimenti minerali, gli idrocarburi e l'energia geotermica. La fossa tettonica (Rift valley) dell'Etiopia in Africa orientale, risultato dell'allontanamento della placca Somala da quella Africana, rappresenta un'area ideale per la comprensione della dinamica di tali processi: essa infatti registra ed esemplifica tutti gli stadi evolutivi della separazione continentale, dall'iniziale applicazione di forze di trazione fino alla completa rottura delle placche e alla formazione di una nuova dorsale oceanica. Recenti dati geofisici e geologici, acquisiti nell'ambito di progetti di ricerca scientifici internazionali in tale area, hanno messo in evidenza come le prime fasi evolutive, avvenute a partire da 11 milioni di anni fa, siano caratterizzate dalla formazione di una fossa tettonica in cui la deformazione, associata a elevata attività sismica e vulcanica, è localizzata lungo le imponenti scarpate di origine tettonica che separano la depressione dagli altopiani circostanti. Con il progredire dell'allontanamento tra le placche, la deformazione migra dai bordi al centro della depressione, localizzandosi in strette aree dove si concentrano l'attività sismica e quella vulcanica. La risalita di magmi a temperatura elevata in queste strette aree determina un riscaldamento della litosfera continentale e una conseguente riduzione della sua resistenza che facilita la rottura delle placche al centro della fossa tettonica e porta alla formazione di dorsali medio-oceaniche incipienti come osservato in Etiopia settentrionale.

G. Corti, Continental Rift Evolution: From Rift Initiation to Incipient Break-up in the Main Ethiopian Rift, East Africa, *Earth Science Reviews*, 96 (2009), pp. 1-53.



Mappa ad alta risoluzione dei fondali del Golfo di Cadice.

**Batimetria**

**Un puzzle con importanti implicazioni per valutare i rischi del Golfo di Cadice**

Il limite di placca che corre nell'Atlantico Centrale tra l'Europa e l'Africa è sempre stato un misterioso argomento di dibattito. da quando la teoria della Tettonica delle Placche fu accettata alla fine degli anni Sessanta. La soluzione di questo puzzle aveva importanti implicazioni per la comprensione del rischio terremoti e tsunami a cui sono sottoposti i paesi rivieraschi del Golfo di Cadice: Marocco, Portogallo e Spagna. Fu in questo tratto di mare che si generò il tristemente famoso terremoto di Lisbona del 1775 cui seguì una gigantesca onda di tsunami che devastò la città, già distrutta dal terremoto e dal fuoco. Una collaborazione tra istituzioni scientifiche europee ha messo insieme i 19 rilievi condotti nell'area del Golfo di Cadice tra il 2000 e il 2006 da 14 istituzioni scientifiche appartenenti a 7 diversi paesi europei. Questo grazie al progetto SWIM (Earthquake and

Tsunami hazards of active faults at the SouthWest Iberian Margin: deep structure, high-resolution imaging and paleoseismic signature), nell'ambito della chiamata EuroMargins della European Science Foundation. Il risultato è una nuovissima mappa ad alta risoluzione dei fondali (vedi illustrazione) che ha permesso, per la prima volta, di riconoscere una serie di lineamenti tettonici ad andamento ONO-ESE, chiamati allineamenti SWIM, della lunghezza complessiva di 600 km, quasi la metà della ben nota faglia californiana di San Andreas, lunga 1500 km. Gli allineamenti SWIM probabilmente sono il limite di placca tanto cercato. Questa scoperta apre nuove prospettive per la mitigazione del rischio terremoti e tsunami dell'area del Golfo di Cadice che potrà essere tenuta sotto monitoraggio in un futuro molto vicino.

N. Zitellini, E. Gracia, L. Matias, P. Terrinha, M. A. Abreu, G. DeAlteriis, J. P. Henriet, J. J. Danobeitia, D. G. Masson, R. Ramella, L. Somoza, S. Diez. The quest for the Africa-Eurasia Plate Boundary West of the Strait of Gibraltar, *Earth and Planetary Science Letters*, 280 (2009), pp. 13-50.

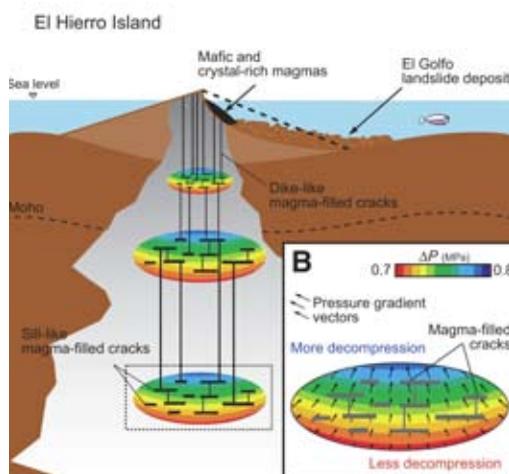
Scienze della Terra

## Quando le piogge possono produrre fenomeni franosi

**L**e frane sono fenomeni geomorfologici comuni in tutte le aree montuose e collinari del mondo, e in molte aree rappresentano un serio pericolo per la popolazione. Le frane sono prodotte da diverse cause naturali e antropiche. Fra le cause naturali più comuni delle frane ci sono le piogge. Un evento pluviometrico può dare origine a una singola frana, o innescare diverse migliaia di dissesti in aree di centinaia di chilometri quadrati, causando danni ingenti e diffusi alle persone e ai beni individuali e collettivi. Solo in Italia, fra il 1950 e il 2009, le frane, la maggior parte delle quali causate da dissesti legati a piogge intense o prolungate, hanno prodotto oltre 6.300 vittime. Comprendere come, dove, quando e perché le piogge possono produrre fenomeni franosi, in Italia e nel mondo, resta un problema scientificamente aperto, con importanti ricadute sociali ed economiche.

Un modo per legare la pioggia alla possibile occorrenza di frane consiste nel definire e utilizzare soglie di pioggia. Le soglie rappresentano livelli di precipitazione che, se raggiunti o superati, possono dare luogo a frane. Le soglie sono definite in modo empirico, analizzando misure di pioggia (ad esempio, la durata, l'intensità, o il totale della precipitazione) relative a eventi pluviometrici che hanno (o non hanno) causato frane. Il lavoro pubblicato nella rivista *Landslides* descrive un catalogo globale di oltre 2.600 eventi di pioggia che hanno prodotto frane superficiali e colate di detrito, e soglie basate su misure di durata e intensità della pioggia. Tali soglie possono essere utilizzate nell'ambito di un sistema globale per il possibile innesco di frane indotte dalla precipitazione, in particolare là dove soglie regionali o locali non sono disponibili.

F. Guzzetti, The Rainfall Intensity-Duration Control of Shallow Landslides and Debris Flows: an update, *Landslides*, Vol. 5 (1), 2008, pp. 3-17.



Il collasso vulcanico di El Golfo simulato al computer.

Geologia

## Gli effetti del collasso dei fianchi vulcanici sui reservoir magmatici di El Golfo

**E**l Hierro, la più piccola tra le isole che compongono l'arcipelago vulcanico delle Canarie, ha subito nell'ultimo milione di anni diversi fenomeni catastrofici di collasso. Il più recente ha movimentato circa 180 km<sup>3</sup> di materiali vulcanici, creando una spettacolare baia nota come El Golfo. Oltre ad aver causato un cambiamento radicale nella morfologia dell'isola, questo evento ha alterato il normale ciclo evolutivo dei prodotti magmatici emessi dai vulcani. Infatti, mentre prima del collasso i vulcani emettevano prodotti più acidi (eruzioni esplosive, 60% SiO<sub>2</sub>, 0,9% MgO), dopo l'evento catastrofico le lave sono tornate ad avere una composizione meno acida (eruzioni effusive, 44% SiO<sub>2</sub>, 8,5% MgO).

Inoltre, i prodotti post-collasso hanno un contenuto in cristalli pirossenici superiore al 20% e una densità media di circa 2,9 kg/m<sup>3</sup>. Tali minerali sono stabili a profondità molto

elevate e difficilmente riescono a raggiungere la superficie durante le eruzioni. Per poter spiegare e interpretare questi fenomeni, il collasso vulcanico di El Golfo è stato simulato al computer con l'ausilio di modelli numerici (vedi schema). I risultati di questo studio dimostrano come la rimozione di migliaia di metri cubi di materiale, in tempi pressoché istantanei dal punto di vista geologico, comporta una decompressione alle profondità dove sono stoccati i minerali ricchi di cristalli, consentendone la risalita verso la superficie che altrimenti non potrebbe avvenire. La simulazione numerica di fenomeni geofisici complessi consente di capirne meglio il funzionamento ed è di vitale importanza al fine di mitigare i rischi connessi a fenomeni catastrofici come quelli che avvengono in ambiente vulcanico e sismogenetico.

A. Manconi, M. A. Longpre, T.R. Walter, V. R. Troll, T. H. Hansteen, The Effects of Flank Collapses on Volcano Plumbing System, *Geology*, 2008. IF 3,887.

**Geologia**

**L'efficacia dei sistemi drenanti realizzati nelle aree di frana**

**T**ra la fine di febbraio e l'inizio di marzo 2005, in Basilicata (contrada Bosco Piccolo a 5 km da Potenza) si è sviluppata una frana di tipo complesso (scorrimento rotazionale e colamento lento) a seguito di un evento climatico eccezionale e in concomitanza della rapida fusione di un considerevole spessore di copertura nevosa in un'area caratterizzata da predisponenti condizioni litologiche argilloso-marnose. Si è trattato di uno dei più importanti eventi di frana nell'ultimo secolo, che ha prodotto danni strutturali sull'80% degli edifici della contrada (circa 100 abitanti), determinando in breve tempo l'evacuazione totale dell'abitato. Gli studi sul fenomeno hanno evidenziato che la metodologia utilizzata può essere di grande ausilio nella comprensione delle frane e delle loro cause d'innescò, con particolare riferimento ai flussi idrici superficiali e profondi presenti nei corpi di frana. Le analisi geomorfologiche di terreno integrate con prospezioni geofisiche (tomografia elettrica ERT e potenziale spontaneo SP) hanno permesso di valutare i volumi di frana e monitorare il loro comportamento. Il metodo del Potenziale Spontaneo, inoltre, effettuato in distinte fasi temporali, ha permesso di valutare l'efficienza di un sistema di drenaggio superficiale appositamente realizzato per il prosciugamento di un lago da frana. Tale metodologia si pone come valido strumento d'indagine, ma anche di monitoraggio, dell'efficienza di sistemi drenanti realizzati in aree in frana, soprattutto se prossime ad un centro abitato, dove la sorveglianza e la prevenzione costituiscono un elemento fondante e irrinunciabile per la sicurezza dei cittadini.

V. Naudet, M. Lazzari, A. Perrone, A. Loperte, S. Piscitelli, V. Lapenna, Integrated Geophysical Techniques and Geomorphological Approach to Investigate the Snowmelt-triggered Landslide of Bosco Piccolo Village (Basilicata, Southern Italy), *Engineering Geology*, 98 (3-4), 2008, pp. 156-167.

**Geocronologia**

**L'età delle rocce intrusive della Terra Vittoria in Antartide**

**L**a composizione dei magmi eruttati in superficie è talvolta molto diversa da quella delle zone più profonde del pianeta (mantello). I processi a cui si deve questa diversa composizione, in particolare quelli operanti nei settori più profondi della crosta terrestre, sono ancora poco conosciuti. Essi rivestono notevole importanza scientifica, con implicazioni anche per il rischio vulcanico. Lo studio della composizione dei magmi di origine mantellica ha anche implicazioni di carattere geodinamico, permettendo di stabilire con dettaglio quali processi legati alla tettonica a zolle siano intervenuti durante la petrogenesi. In questo lavoro sono state studiate rocce intrusive ricche in anfibolo (minerale ricco in H<sub>2</sub>O), campionate durante la XX spedizione Italiana in Antartide ed affioranti in Terra

Vittoria Settentrionale. Le variazioni composizionali dei minerali hanno permesso di ricostruire la composizione iniziale del magma e la sua evoluzione durante il processo di risalita verso la superficie. È stata eseguita anche una caratterizzazione geocronologica basata sul decadimento U-Pb all'interno dello zirconio che ha fornito un'età media di 516 ± 3 Ma.

Si è dimostrata l'esistenza, a livelli crostali medio profondi, di rocce molto ricche in anfibolo, capaci di sottrarre al magma iniziale ingenti quantità di H<sub>2</sub>O. È emerso poi che nei settori più profondi della crosta terrestre vi è interazione fra iniezioni successive di magma, il che causa una forte diversificazione composizionale. La composizione chimica del magma genitore suggerisce anche che vi sia una componente legata alla fusione parziale della placca oceanica subdotta, il che ha forti implicazioni di carattere geodinamico.

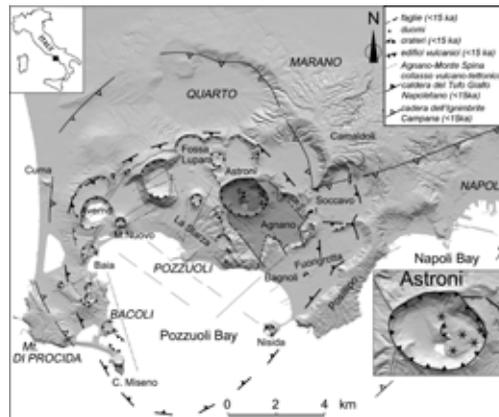
M. Tiepolo e R. Tribuzio, Petrology and U-Pb Zircon Geochronology of Amphibole-rich Cumulates with Sanukitic Affinity from Husky Ridge (Northern Victoria Land, Antarctica): Insights into the Role of Amphibole in the Petrogenesis of Subduction-related Magmas, *Journal of Petrology*, 49 (2008), pp. 937-970, IF 4,289.

**Geologia**

**La recente attività della caldera di Long Valley**

La caldera di Long Valley (California) si è formata circa 760.000 anni fa in seguito alla grande eruzione detta del Bishop Tuff. L'attività successiva è stata contraddistinta dalla eruzione di vari prodotti vulcanici e poi dalla formazione di un duomo vulcanico posizionato nella parte centrale della caldera, le cui eruzioni più recenti sono avvenute circa 650 anni fa. L'attività recente della caldera è stata caratterizzata da un sollevamento del duomo di circa 75 cm negli ultimi 33 anni, e da un'attività sismica seguita da un periodo di quiescenza. Le cause della recente attività sono ancora molto dibattute e le ipotesi vanno dalla presenza di sorgenti con magma ad elevata percentuale di elementi volatili alle intrusioni di fluidi provenienti da sorgenti idrotermali. In questo lavoro sono state analizzate le misure delle deformazioni, relative all'area di Long Valley, effettuate con differenti tecniche e sistemi. In particolare, è stata applicata la tecnica di telerilevamento radar satellitare denominata interferometria SAR (InSAR) per la ricostruzione del campo di deformazione superficiale; inoltre, sono state utilizzate le misure di deformazione ottenute grazie a livellazioni geometriche, sistemi GPS, misure distanziometriche (EDM) e dati di microgravità. Nella parte iniziale dell'analisi è stata effettuata una inversione congiunta delle misure disponibili al fine di determinare la geometria della sorgente responsabile delle deformazioni misurate. In seguito, utilizzando le variazioni di gravità rilevate, si è provveduto a stimare la densità di detta sorgente. Si è riusciti infine a determinare in modo non ambiguo le caratteristiche dell'attività recente della caldera di Long Valley, che risulta essere legata a fenomeni di intrusione magmatica nella crosta al di sotto del duomo vulcanico.

P. Tizzani, M. Battaglia, G. Zeni, S. Atzori, P. Berardino, R. Lanari, Uplift and Magma Intrusion at Long Valley Caldera from InSAR and Gravity Measurements, *Geology*, 37 (2009), pp. 63-66, IF 2008 3,887.



Schema strutturale della caldera dei Campi Flegrei con la localizzazione del vulcano di Astroni. I prodotti vulcanici analizzati nello studio sono stati campionati a: 1) Monte Sant'Angelo; 2) Contrada Romano; 3) Celle; 4) Cratere Astroni; 5) Colle Imperatrice; 6) Rotondella; 7) Caprara.

**Vulcanologia**

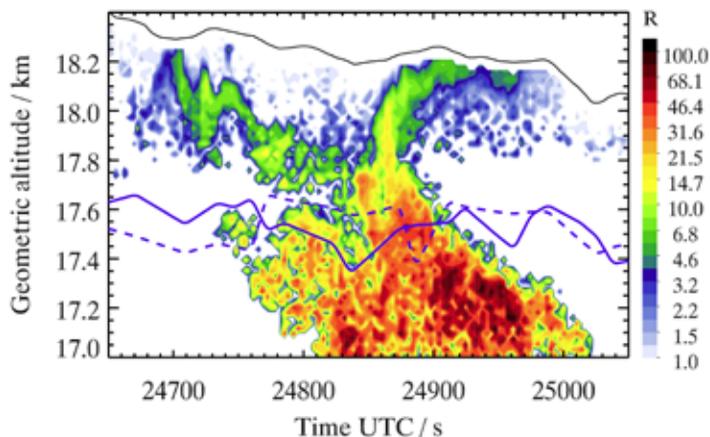
**Ingresso di nuovo magma profondo nel sistema del vulcano Astroni**

Campi Flegrei sono un super vulcano quaternario dell'area di Napoli. L'attività vulcanica è iniziata circa 60.000 anni fa ed è culminata con due grandi eruzioni che hanno originato la caldera dei Campi Flegrei: l'Ignimbrite Campana (39.000 anni), oltre 200 km<sup>3</sup> di prodotti emessi, e il Tufo Giallo Napoletano (15.000 anni). All'evento esplosivo del Tufo Giallo Napoletano sono seguite almeno 72 eruzioni da centri eruttivi all'interno e ai margini della caldera. Questa è tuttora attiva, come testimonia l'eruzione del Monte Nuovo (1538 d.C.) e i recenti episodi di bradisismo nell'area di Pozzuoli nel 1969-1972 e 1982-1984. Data la pericolosità della caldera e l'intensa urbanizzazione (300.000 persone vivono nella caldera e più di un milione vicinissime), il rischio è molto elevato.

Il vulcano di Astroni si è formato tra 4.100 e 3.800 anni fa, in un periodo d'intensa attività vulcanica, durante

la quale si sono creati molti degli edifici vulcanici visibili nell'area intracalderica (vedi figura). I dati vulcanologici, geochimici e isotopici raccolti nello studio hanno permesso di riconoscere l'ingresso di un nuovo magma profondo nel sistema di alimentazione del vulcano. La risalita di magmi profondi, riconosciuta solo a Minopoli (10.000 anni fa) e ad Astroni, è particolarmente importante perché nel periodo post-Tufo Giallo Napoletano l'attività magmatica è stata alimentata prevalentemente da magmi residuali rimasti in piccole camere magmatiche superficiali dopo le grandi eruzioni esplosive; l'arrivo di nuovi magmi più caldi, profondi e ricchi di fluidi, nel sistema magmatico superficiale causa l'innalzamento della temperatura e della pressione innescando nuove eruzioni sia freato-magmatiche che magmatiche.

S. Tonarini, M. D'Antonio, M.A. Di Vito, G. Orsi, A. Carandente, Geochemical and B-Sr-Nd Isotopic Evidence for Mingling and Mixing Processes in the Magmatic System that Fed the Astroni Volcano (4.1-3.8 ka) within the Campi Flegrei Caldera (Southern Italy), *Lithos*, Vol. 107 (2009), pp 135-151.



I dati raccolti durante il volo del 30 novembre 2005

### Fisica dell'Atmosfera

## Un interessante risultato sulla convezione tropicale

L'aria troposferica, in diretto contatto con la superficie terrestre, entra nella sovrastante stratosfera nei tropici. Questo trasporto si deve sia alla convezione profonda tropicale che all'innalzamento tropicale a grande scala, guidato dalla circolazione generale: il modo in cui in tale ascesa l'aria troposferica perde il suo carico di vapore acqueo dipende da quale dei due meccanismi prevale. Da qui due ipotesi per spiegare la disidratazione nel passaggio troposfera-stratosfera. La disidratazione fredda presuppone l'innalzamento a grande scala come meccanismo principale: l'aria è disidratata gradualmente in cirri d'alta quota che sedimentano a quote più basse, impoverendo l'aria di vapore acqueo. L'ipotesi alternativa, la disidratazione convettiva, postula che la disidratazione accada principalmente dentro fredde torrette convettive nei cumulonemi tropicali che ol-

trepassano la tropopausa e creano regioni di bassa temperatura in stratosfera, inducendo condensazione e sedimentazione del ghiaccio a quote più basse.

Mentre è documentato come la convezione profonda tropicale raggiunga la stratosfera, non si sa se l'aria si mescoli irreversibilmente o discenda nuovamente lasciando invariata la composizione stratosferica. Osservando le particelle di ghiaccio nella stratosfera tropicale durante alcuni voli del velivolo da alta quota M55, si è visto che esse sono di origine convettiva e che, a causa delle loro piccolissime dimensioni, non hanno tempo sufficiente per sedimentare, ma anzi evaporano in stratosfera, con l'effetto di idratarla anziché il contrario, come supposto precedentemente. Infatti non è stato individuato alcun segno di disidratazione convettiva.

T. Corti, B. P. Luo, M. de Reus, D. Brunner, F. Cairo, M. J. Mahoney, G. Martucci, R. Matthey, V. Mitev, F. H. dos Santos, C. Schiller, G. Shur, N. M. Sitnikov, N. Spelten, H. J. Vossing, S. Borrmann, and T. Peter, Unprecedented evidence for deep convection hydrating the tropical stratosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 35 (2008), L10810.

### Fisica dell'Atmosfera

## Lo spettro della radiazione terrestre emessa verso lo spazio

Lo strumento REFIR-PAD, realizzato dall'Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara del CNR, ha misurato lo spettro della radiazione terrestre emessa verso lo spazio, risolvendo per la prima volta i dettagli delle singole componenti per un totale di circa 3.000 elementi spettrali. La misura è stata stabilita da un pallone stratosferico in volo a 35 km, lanciato dalla base di Teresina, in Brasile.

Il nostro pianeta si raffredda emettendo radiazioni verso lo spazio in un vasto intervallo spettrale che si estende dal medio al lontano infrarosso. L'atmosfera riduce selettivamente in alcuni intervalli spettrali questa emissione con alcuni gas atmosferici, detti gas serra. La somma di queste riduzioni è detta effetto serra ed è causa del riscaldamento globale. Nello spettro osservato sono riconoscibili, e facilmente quantificabili, i contributi all'effetto serra dell'anidride carbonica, dell'ozono e del vapore acqueo. Particolarmente importante è il dettaglio con cui è stata misurata la poco studiata regione del lontano infrarosso, dove avviene circa il 30% dell'effetto serra e dove agisce il vapore acqueo presente nell'alta troposfera. Il vapore acqueo è il principale gas serra e, pur non essendo una forzante climatica (forcing), è di vitale importanza perché può essere strumento di reazioni positive (feedback) e causa d'instabilità del sistema climatico. Le importanti informazioni che lo strumento REFIR-PAD ha fornito sulla quantificazione dell'effetto serra e sulla sua attribuzione ai relativi processi di forcing e di feedback suggeriscono l'utilizzo di questo strumento anche da piattaforma spaziale per un monitoraggio globale e continuo. Per la realizzazione di questo obiettivo è in preparazione una proposta per il programma Earth Explorer dell'Agenzia Spaziale Europea.

L. Palchetti, G. Bianchini, B. Carli, U. Cortesi, e S. Del Bianco, Measurement of the Water Vapour Vertical Profile and of the Earth's Outgoing far Infrared Flux, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2008, IF 2008: 4,927.

**Fisica dell'Atmosfera**

**La convezione connessa ai cicloni tropicali**

**P**er prevedere come evolveranno la stratosfera sovrastante e lo strato di ozono bisogna comprendere i processi che coinvolgono gas traccia e vapore acqueo nell'alta troposfera tropicale, tra i 14 ed i 17 km di quota, poiché da lì l'aria entra nella stratosfera influenzandone la chimica e i processi radiativi e dinamici. È noto che attraverso la fredda tropopausa tropicale, l'aria troposferica forma cirri di alta quota, disidratandosi e raggiungendo il rapporto di miscelazione del vapore di saturazione a tale bassa temperatura. Tuttavia non si può stabilire quanto vapore acqueo rimane nell'aria e quanto viene rimosso tramite condensazione e sedimentazione di particelle di ghiaccio. La convezione connessa ai cicloni tropicali è la maggiore convezione organizzata presente nei tropici e l'effetto sulla alta troposfera può essere potenziato da questo comportamento collettivo. Ad esempio, l'intenso raffreddamento della alta troposfera può rendere i cicloni dei luoghi preferenziali per innescare la formazione di cirri di alta quota, lasciando così tale regione atmosferica – temporaneamente più fredda della media – con un rapporto di miscelazione del vapore acqueo ridotto a valori di saturazione estremamente piccoli. Durante una campagna di misura, il velivolo da alta quota M55 ha volato al di sopra di un ciclone tropicale. Le misure di acqua, temperatura, aerosol, ozono e gas traccia mostrano uno strato disidratato nella parte inferiore dell'atmosfera al di sopra del ciclone e mostrano che i cicloni causano un mescolamento della bassa stratosfera, con penetrazione dell'aria stratosferica dalle medie latitudini verso la troposfera tropicale.

F. Cairo, C. Buontempo, A. R. MacKenzie, C. Schiller, C. M. Volk, A. Adriani, V. Mitev, R. Matthey, G. Di Donfrancesco, A. Oulanovsky, F. Ravegnani, V. Yushkov, M. Snels, C. Cagnazzo, e L. Stefanutti, Morphology of the Tropopause Layer and Lower Stratosphere Above a Tropical Cyclone: a Case Study on Cyclone Davina (1999), *Atmos. Chem. Phys.*, 8 (2008), pp. 3411-3426.

**Chimica**

**Nanoparticelle carboniose emesse dagli autoveicoli**

**L'**Istituto di Ricerche sulla Combustione e l'Istituto Motori del CNR e i Dipartimenti di Ingegneria Chimica e Scienze Fisiche dell'Università Federico II di Napoli hanno condotto nuovi studi, e prodotto nuovi risultati, sulle nanoparticelle carboniose emesse dagli autoveicoli in atmosfera. Un risultato consolidato è che i motori a combustione interna, sia diesel che a benzina, producono due tipologie di nanoparticelle: quelle già note, composte di Carbonio Elementale (EC) e costituite da sferule – isolate o aggregate – con dimensioni di circa 30 nm (= 0,030 μm), fortemente assorbenti nel campo spettrale UV-VIS-IR, e le nanoparticelle di Carbonio Organico (NOC) con funzionalità aromatiche, con dimensioni di qualche nanometro, otticamente assorbenti solo nell'UV lontano ( $\lambda < 300$  nm) e, pertanto, non analizzabili

con strumentazioni di misura convenzionali. Le osservazioni condotte in fiamme da laboratorio e sui fumi di scarico di autoveicoli evidenziano che i NOC sono particelle primarie, prodotte cioè in condizioni di combustione, e non secondarie, formate per condensazione omogenea negli scarichi. Mentre le concentrazioni di EC emesse dai motori a benzina sono molto minori di quelle emesse dai motori diesel, le corrispondenti concentrazioni di NOC possono essere dello stesso ordine di grandezza e, quindi, sia i motori diesel che quelli a benzina possono emettere un numero non trascurabile di particelle di carbonio organico primario in atmosfera. In prospettiva, si evidenzia la necessità di estendere a particelle con diametri di pochi nanometri le strategie di controllo della formazione e delle emissioni di particolato da autoveicoli, così come lo studio dei potenziali effetti sulla salute o sull'ambiente.

L.A. Sgro, A. Borghese, L. Speranza, A. C. Barone, P. Minutolo, A. Bruno, A. D'Anna, A. D'Alessio, Measurements of Nanoparticles of Organic Carbon and Soot in Flames and Vehicle Exhausts, *Environmental Science and Technology*, Vol. 42 (3), 2008, pp. 859-863.

## Fisica dell'Atmosfera

### Chiusura del bilancio energetico superficiale a breve termine

La radiazione solare, trasformata in energia dall'interazione della macchina termica atmosferica con la superficie terrestre, costituisce il motore dell'atmosfera e del clima. La radiazione netta (esclusa cioè la parte riflessa) viene convertita sulla superficie in tre componenti termiche principali: flusso di calore sensibile, che

genera la convezione turbolenta e scalda la bassa atmosfera; flusso di calore latente, responsabile dell'evaporazione; e una parte restante che scalda i primi strati del suolo. Per il principio di conservazione dell'energia, la somma dei flussi uscenti dalla superficie deve essere nulla (chiusura del bilancio energetico superficiale: BES). Tuttavia la

chiusura del BES attraverso le componenti principali mostra uno sbilanciamento anche fino al 30% dell'input energetico. Inoltre il BES, stimato tradizionalmente su un periodo di 24 ore, appare fittizio per la compensazione di diversi effetti durante il ciclo diurno. Si sono studiate le cause potenziali della non chiusura del BES a breve termine (in scala oraria), attraverso l'analisi di dati raccolti sul sito sperimentale dell'U.O.S. di Lecce dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del clima del CNR. L'analisi conferma

l'importanza dell'inerzia termica del suolo, soprattutto in terreni semiaridi come quelli mediterranei, ed evidenzia la perdita di contributi a bassa frequenza dei flussi turbolenti nei tempi di media standard (15-30 minuti) e la necessità di aumentare il tempo di media per l'effetto di strutture convettive e processi avvertivi.

La comprensione di tali meccanismi e la corretta chiusura del BES hanno forti implicazioni nella validazione delle misure sperimentali degli scambi superficie-atmosfera e nel confronto con le simulazioni modellistiche, con impatto sull'affidabilità di modelli meteorologici e climatici.

---

D. Cava, D. Contini, A. Donateo, P. Martano, Analysis of Short-term Closure of the Surface Energy Balance above Short Vegetation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2008, 118, 3, 668.

## Fisica dell'Atmosfera

### Una nuova sorgente secondaria di aerosol marino nel Nord Atlantico

L'oceano è la sorgente principale di aerosol in atmosfera a scala globale. Queste particelle, che sono prodotte dallo spray marino e da reazioni chimiche che trasformano prodotti volatili in particolato, influenzano il clima e hanno un impatto rilevante sugli ecosistemi marini e terrestri. L'aerosol prodotto dall'oceano è costituito principalmente da sale marino e solfati, ma anche da una complessa serie di composti organici, la cui composizione è legata all'attività biologica del fitoplancton oceanico e ai suoi cicli stagionali. La composizione della frazione organica dell'aerosol marino, e in particolare i meccanismi di formazione, sono ancora largamente sconosciuti, come evidenziato nella letteratura.

Nel presente lavoro abbiamo dimostrato l'esistenza di una nuova sorgente secondaria di

aerosol marino nel nord Atlantico che deriva dalla reazione eterogenea fra le ammine gassose emesse dalla decomposizione di materiale organico di origine biologica e composti acidi presenti nelle particelle sub-microniche preesistenti. È verosimile che le sorgenti oceaniche di ammine evidenziate in questo studio, sia-

no diffuse a livello globale e quindi che questo processo di formazione rappresenti un'importante sorgente di azoto organico in atmosfera con un ciclo stagionale connesso all'attività biologica degli oceani. Questo contributo è potenzialmente molto importante per gli effetti dell'aerosol marino sul clima della terra.

---

M. C. Facchini, S. Decesari, M. Rinaldi, C. Carbone, E. Finessi, M. Mircea, S. Fuzzi, F. Moretti, E. Tagliavini, D. Ceburnis e C.D. O'Dowd, An Important Source of Marine Secondary Organic Aerosol from Biogenic Amines, *Environmental Science & Technology*, 42 (2008), pp. 9116-9121.

**Ambiente**

## L'efficacia dei processi di ossidazione per la bonifica delle acque di falda

Il problema della bonifica dei siti inquinati è di notevole rilevanza ambientale. L'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR ha condotto uno studio per valutare l'efficacia dei processi di ossidazione per la bonifica di acque di falda contaminate ubicata presso un sito petrolchimico. Gli inquinanti più abbondanti nell'acqua di falda studiata sono il metil-terbutil-etero seguito dal benzene, dagli alchil-benzeni e dagli alchil-naftaleni. I risultati sperimentali hanno mostrato che il trattamento ossidativo più efficace è quello con radiazione ultravioletta ed acqua ossigenata, mentre il trattamento con sola radiazione ultravioletta, ma con un'intensità di radiazione maggiore, e quello che combina radiazione ultravioletta e biossido di titanio sono meno efficaci. Il metil-terbutil-etero è stato l'inquinante più difficile da rimuovere: con i trattamenti risultati meno efficaci non si è ottenuta una concentrazione residua di 10 microgrammi per litro (limite suggerito dal ministero della Sanità). Utilizzando radiazione ultravioletta ed acqua ossigenata si è visto che la velocità di degradazione del metil-terbutil-etero dipende dalla concentrazione iniziale di acqua ossigenata mentre per gli altri inquinanti anche con la concentrazione iniziale di acqua ossigenata più bassa utilizzata (0,13 grammi per litro) si è ottenuta la loro completa rimozione in 20 minuti di trattamento. La degradazione del metil-terbutil-etero porta alla formazione del terbutil-formiato e, successivamente, ad acidi organici di basso peso molecolare noti per la loro bassa tossicità. Una preliminare valutazione dei costi del trattamento ha mostrato che il processo con radiazione ultravioletta ed acqua ossigenata ha un costo di 1,7 € per metro cubo di acqua contaminata.

G. Mascolo, R. Ciannarella, L. Balest, A. Lopez, Effectiveness of UV-based Advanced Oxidation Processes for the Remediation of Hydrocarbon Pollution in the Groundwater: A Laboratory Investigation. *Journal of Hazardous Materials*, 152 (2008), IF 2008: 2.975.

**Fisica dell'Atmosfera**

## La distribuzione delle polveri desertiche in Europa

Le polveri desertiche influiscono sul bilancio radiativo terrestre e sul clima locale, modificando temperatura, dinamica e composizione chimica dell'atmosfera, agendo da centri di diffusione ed assorbimento della radiazione e interagendo con le nubi influenzando l'albedo, la vita media della nube e la formazione delle precipitazioni. Nell'ambito del progetto europeo European Aerosol Research Lidar Network dal 2000 al 2002, si è studiata per la prima volta la distribuzione orizzontale e verticale delle polveri desertiche sull'Europa. Si è visto che l'incidenza di tali eventi è più elevata in primavera e in estate, e non è trascurabile in autunno, soprattutto nel Sud Europa. In alcuni casi le polveri deserti-

che provenienti dal Sahara raggiungono anche il nord dell'Europa. L'utilizzo della tecnica lidar ha consentito di individuare le quote interessate dall'intrusione delle polveri provenienti dal Sahara, localizzandole tra 850 m e 8000 m s.l.m.. Dall'analisi delle proprietà ottiche (retrodiffusione ed estinzione aerosolica, e proprietà intensive quali lidar ratio e coefficiente di Ångström), è inoltre evidente, per il Sud Europa, il mescolamento sia con aerosol di tipo marino, in seguito al trasporto delle polveri a basse quote sul bacino mediterraneo, sia con aerosol di tipo locale (continentale e urbano) in virtù dell'intrusione delle polveri a quote molto basse, fin nello strato limite locale. La ricaduta a quote prossime al suolo ha ovviamente un impatto sulla visibilità locale e sulla concentrazione di polveri al suolo.

A. Papayannis, V. Amiridis, L. Mona, G. Tsaknakis, D. Balis, J. Bösenberg, A. Chaikovski, F. De Tomasi, I. Grigorov, I. Mattis, V. Mitev, D. Müller, S. Nickovic, C. Pérez, A. Pietruczuk, G. Pisani, F. Ravetta, V. Rizi, M. Sicard, T. Trickl, M. Wiegner, M. Gerding, R. E. Mamouri, G. D'Amico, G. Pappalardo, Systematic Lidar Observations of Saharan Dust over Europe in the Frame of EARLINET (2000-2002). *Journal Geophysical Research-Atmospheres*, 113 (2008), D10204.

**Biologia**

## Le due migrazioni dell'abete rosso

**T**re sono le principali strategie adattative che gli alberi forestali possono adottare per fronteggiare i cambiamenti climatici: adattarsi; acclimatarsi; migrare. Importanti migrazioni sono avvenute durante le ultime glaciazioni e nei periodi interglaciali a partire da popolazioni rifugio. L'abete rosso (*Picea abies* K) si è espanso alla fine dell'ultima glaciazione verso il nord d'Europa da un rifugio in Russia. Per chiarire il ruolo relativo delle migrazioni del flusso genico via polline e della marginalità delle popolazioni sulla struttura genetica, sono state analizzate 37 popolazioni con marcatori nucleari e mitocondriali. La struttura genetica nucleare supporta l'ipotesi di una colonizzazione lungo due vie migratorie a partire da un singolo rifugio in Russia, una a nord-ovest verso la Finlandia e nord della Scandinavia, l'altra a sud-ovest attraverso il Mar Baltico fino al sud della Scandinavia. La diversità nucleare è rimasta elevata lungo la via di migrazione sud-occidentale, mentre una significativa riduzione è stata osservata verso nord. Al contrario, la distribuzione della diversità mitocondriale suggerisce un più elevato flusso genico storico nel nord. Questo quadro dimostra che la perdita di diversità nucleare durante la fase di colonizzazione post-glaciale è stata controbilanciata a sud dal flusso genico via polline. A nord, dove la produzione di polline e semi è piuttosto limitata, dimensioni ridotte delle popolazioni possono aver causato una riduzione della diversità genetica. Queste informazioni sono importanti per l'implementazione di modelli previsionali sui possibili effetti dei cambiamenti climatici sulla diversità genetica e fondamentali per la pianificazione di programmi di conservazione delle risorse genetiche.

M.M. Tollefsrud, J.H. Sønsteby, C. Brochmann, Ø. Johnsen, T. Skrøppa e G.G. Vendramin, Combined Analysis of Nuclear and Mitochondrial Markers Provide new Insight into the Genetic Structure of North European *Picea abies*. *Heredity*, 102 (2009), pp. 549-562.

**Cambiamenti Climatici**

## L'allungamento delle stagioni di crescita nel 2050

**N**ell'ultimo quarto di secolo la temperatura media del nostro pianeta è aumentata e il riscaldamento globale sta estendendo la stagione di crescita delle piante, alterandone i cicli, con un impatto sulla produttività e sul ciclo globale del carbonio. La temperatura non è il solo fattore determinante di questo cambiamento: alcune specie vegetali rispondono anche direttamente all'aumento della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> attraverso diversi e complessi meccanismi biologici. Il lavoro qui presentato dimostra che una concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> simile a quella prevista per il 2050 può estendere la stagione di crescita di tre specie di pioppi assai comuni in Nord America ed in Europa, anche se la temperatura dell'aria non cambia. L'osservazione non ha precedenti ed è stata fat-

ta in seguito a diversi esperimenti condotti in campo aperto negli Stati Uniti e in Europa, alterando soltanto la concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> per mezzo di sofisticati sistemi sperimentali di controllo. Tale aumento ha ritardato la caduta delle foglie in autunno, la riduzione della concentrazione di clorofilla e della fotosintesi di 5-15 giorni a seconda delle varie specie testate. Questo effetto può spiegare per quasi il 50% l'allungamento delle stagioni di crescita che sono state attribuite fino ad ora al solo riscaldamento globale. Un allungamento della stagione di crescita di 10 giorni può portare ad un aumento della produttività lorda in una piantagione di pioppo ad alta densità di circa il 2%; con implicazioni positive ed importanti per il sequestro di anidride carbonica dall'atmosfera.

G. Taylor, M. J. Tallis, C. P. Giardina, K. E. Percy, F. Miglietta, P. Gupta, B. Gioli, C. Calfapietra, B. Gielen, M. E. Kubiske, G. E. Scarascia Mugnozza, K. Kets, S. P. Long, D. F. Karnosky, Future Atmospheric CO<sub>2</sub> Leads to Delayed Autumnal Senescence, *Global Change Biology*, 14 (2008), pp. 1-12.

## Biocronologia

### Il clima degli ultimi 215 mila anni nella carota di Azzano Decimo

I bacini lacustri e le pianure ai piedi delle Alpi conservano registrazioni sedimentarie della biodiversità e del clima durante lunghi intervalli di tempo, talora più cicli glaciale-interglaciale. L'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali del CNR ha identificato nelle successioni della Pianura Friulana e del lago di Fimon (Vicenza) due archivi delle modificazioni degli ecosistemi terrestri e acquatici e degli ambienti sedimentari nel nord Italia negli ultimi 215 mila anni (circa). Ha esaminato gli sviluppi della pianura (fasi di aggradazione) causati dalle ultime due culminazioni dei ghiacciai pedemontani. L'alternanza di depositi marini e continentali ha consentito di individuare il penultimo ciclo glacioeustatico nel bacino Adriatico. Grazie alla biocronologia pollinica, alle teleconnessioni climatiche tra le Alpi, il Nord-Atlantico e la calotta artica, con il supporto di datazioni radiocarboniche e di luminescenza, si sono attribuite età precise ai depositi fluvio-glaciali degli estremi freddi. In queste carote si è vista, per la prima volta in Pianura Padana, la dinamica forestale e climatica dell'ultimo interglaciale, evocato come analogo del clima attuale (Olocene), ma senza l'intervento delle attività antropiche. Intervalli temperato-freschi ad elevata piovosità caratterizzano i depositi di parte dell'ultima glaciazione. Il regime umido è interrotto da eventi di aridità, causati da improvvisi rilasci di iceberg nell'Atlantico Settentrionale (Heinrich Events). Queste indagini servono a comprendere il paleo clima e l'origine degli ecosistemi continentali moderni; forniscono una base cronologica e biostratigrafica per realizzare la nuova Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000); consentono di monitorare il tasso di subsidenza delle pianure e delle lagune veneto-friulane.

R. Pini, C. Ravazzi, M. Donegana, Pollen Stratigraphy, Vegetation and Climate History of the Last 215 ka in the Azzano Decimo Core (Plain of Friuli, North-eastern Italy), *Quaternary Science Reviews*, Vol. 28 (2009), pp. 1268-1290, IF 3.693.

## Geochemica

### Variazione della sostanza organica nei sedimenti del prodelta del Po

L'accumulo di carbonio organico (CO) nei sedimenti marini bilancia la degradazione del carbonio fossile nelle rocce sedimentarie, mantenendo stabile su scala geologica i livelli di CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> in atmosfera. Quasi la metà dell'accumulo di CO avviene nei prodelta antistanti la foce dei fiumi. Per questo i prodelta giocano un ruolo fondamentale nel ciclo globale del carbonio, nonostante occupino un'area modesta degli oceani.

Per comprendere i meccanismi che guidano la deposizione e preservazione del CO nei prodelta è necessario un approccio composito che tenga conto dell'alta variabilità spaziale e temporale degli input di sostanza organica. Particolari biomarker, quali la lignina, accoppiati a isotopi stabili e contenuto di carbonio, permettono di caratterizzare la sostanza organica dei sedimenti, distinguendo la frazione marina da quella terrestre, se quest'ultima proviene

da un suolo o da frustoli vegetali.

Nel prodelta del Po, per effetto della piena del 2000, si è accumulato uno strato di sedimenti spesso fino a 36 cm in prossimità della bocca principale. Gran parte della sostanza organica nello strato di piena era adsorbita alla frazione minerale delle particelle, con una sorgente secondaria terrestre costituita da detrito vegetale. A causa del rimaneggiamento fisico e biologico nei 2 anni successivi le caratteristiche del CO sedimentario sono cambiate. I processi post-deposizionali hanno rimosso in modo selettivo la frazione minerale fine, determinando l'aumento relativo della frazione vegetale grossolana più ricca in lignina. La sostanza organica associata alla frazione minerale consisteva in materiale degradato e quindi più vecchio. La rimozione selettiva della frazione minerale fine ha determinato un'apparente ringiovanimento della sostanza organica dei sedimenti.

T. Tesi, L. Langone, S. Miserocchi, Changes in the Composition of Organic Matter from Prodeltaic Sediments after a Large Flood Event (Po River, Italy), *Geochemica et Cosmochimica acta*, Vol. 72, n.8 (2008), pp. 2100-2114.

## Medicina

### Tre promettenti approcci per la cura del cancro

**N**uovi potenziali approcci anti-cancro arrivano dall'Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare di Milano (Icmm-Cnr). Uno studio in collaborazione con l'Unesco – per il quale l'autrice ha vinto una borsa di studio L'Oréal - mira a chiarire il funzionamento di Hsp90, proteina coreponsabile dello sviluppo incontrollato e della sopravvivenza delle cellule maligne. Applicando il metodo della dinamica molecolare ad una porzione di Hsp90, sarà possibile scoprire quali zone sono implicate nella sua azione e ottenere informazioni utili a definire degli inibitori per farmaci antitumorali mirati.

Nuove prospettive terapeutiche anche per il melanoma. Uno studio condotto da ricercatrici dell'Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare (Ibim) del Cnr di Palermo ha dimostrato che alcuni derivati della porfirina sono in grado di accumularsi in grande quantità e per lunghi periodi di tempo solo nelle lesioni tumorali e quindi costituiscono degli ottimi candidati per la progettazione di agenti ed approcci terapeutici. La ricerca è stata pubblicata su *Oncology Reports*.

Nel campo della fotonica infine, l'Istituto di Fisica Applicata di Sesto Fiorentino sta mettendo a punto nuove tecniche per la sintesi di nanosfere d'oro che, riscaldate, aggrediscono il tumore senza ledere le cellule sane. I ricercatori stanno sviluppando anche sistemi laser per diagnosi e terapia.

## Dipendenze

### 300.000 italiani sono consumatori abituali di cocaina

**L**e indagini epidemiologiche Ipsad (Italian Population Survey on Alcohol and Drugs) ed Espad (European school project on alcohol and other drugs), effettuate dall'Istituto di Fisiologia Clinica del Cnr, stimano che gli italiani che hanno fatto uso di cocaina almeno una volta nel corso dell'anno sono passati dai circa 400.000 del 2001 (l'un per cento della popolazione fra 15 e 64 anni) al 2,2%, circa un milione di persone del 2008. Oltre 300.000 i consumatori abituali. Le prevalenze più alte si registrano fra i 15-35enni, aumentati dall'1,7 al 3,3%. Cresce anche l'assunzione di tranquillanti e sedativi senza prescrizione medica: con il 10%, i sedicenni italiani si collocano al quarto posto tra i centomila giovani europei che ne fanno uso. Neanche la febbre del gioco risparmia i ragazzi, con il 40% di diffusione: sono circa 15 milioni, il 38,3%, gli italiani che almeno una volta nella vita hanno giocato d'azzardo.

## Ambiente

### Quando l'asfalto peggiora il clima urbano

**L'**attività di ricerca condotta dal Laboratorio Ambientale (Lara-Cnr), tramite l'elaborazione di dati telerilevati Mivis acquisiti sulla città di Roma, ha permesso di individuare e caratterizzare alcuni materiali di rivestimento ed elementi naturali, realizzando mappe tematiche dove discriminare le aree permeabili, quali suolo nudo, prati e alberi, da quelle impermeabili (edificato e strade), che superano spesso il 90% delle superfici. Ne emerge la diversa risposta alla radiazione solare dei materiali utilizzati nelle coperture urbane: in particolare, per asfalto e basalto, molto usati per pavimentazioni stradali, sono stati misurati incrementi di 10-20 gradi rispetto alla temperatura dell'aria.



La stazione di Seui in Ogliastra.

## Genetica

### Le basi genetiche dell'osteoartrite scoperte in Sardegna

**N**ell'ambito di Progenia, progetto finanziato dal National Institute of Health americano che studia il DNA di 6.000 abitanti dell'Ogliastra, i ricercatori dell'Istituto di Neurogenetica e Neurofarmacologia di Cagliari hanno dimostrato per la prima volta la connessione tra basi genetiche della statura e osteoartrite, malattia di cui soffre quasi un italiano su dieci. In particolare, il team ha individuato le nuove varianti genetiche nel gene GDF5, che regola lo sviluppo e la crescita delle ossa. Sempre all'interno di Progenia, i ricercatori dell'INN hanno realizzato altri due studi. Il primo, pubblicato sulla rivista *Circulation Cardiovascular Genetics*, riguarda l'individuazione di un gene ritenuto responsabile della regolazione della rigidità arteriosa, il COL4A1, aprendo così la strada a nuove strategie di trattamento e prevenzione delle malattie cardiovascolari.

## Scienze Marine

### Una stazione abissale per prevedere maremoti provocati da un sisma

**S**i chiama Geostar ed è una stazione abissale che è stata installata nel Golfo di Cadice, a oltre 3.200 metri di profondità, per il rilevamento preventivo dei maremoti conseguenti a sismi. Sviluppato nell'ambito del progetto europeo Nearest, coordinato dall'Istituto di Scienze Marine del Cnr con la partecipazione tra gli altri di Ingv, Inaf e Tecnomare-Eni Spa, lo tsunamometro si basa su un doppio controllo del segnale sismico e di pressione. Inoltre rileva, misura, registra ed elabora i cambiamenti che avvengono sul fondo del mare, riconoscendo variazioni dell'ordine del centimetro nella colonna d'acqua. L'esperimento è un primo passo verso l'installazione di un osservatorio permanente nel golfo di Cadice, nodo della futura rete sottomarina Emso, che la Comunità Europea intende sviluppare dall'Artico al Mediterraneo, fino al Mar Nero.

A prevedere le onde anomale ci pensa invece Nettuno. Il sistema realizzato in cooperazione fra Ismar-Cnr e Servizio meteorologico dell'Aeronautica militare italiana, si è rivelato sinora il miglior modello disponibile su tutto il bacino del Mediterraneo. Operativo da quasi due anni, emette giornalmente una previsione completa ad altissima risoluzione, per le 72 ore successive, specificando altezza, periodo e direzione delle onde, intensità e direzione del vento.

## Chimica

### Polisaccaridi dagli scarti di pomodoro

**G**li Istituti di Chimica Biomolecolare (Icb) e di Chimica e Tecnologie dei Polimeri (Ictp), entrambi di Pozzuoli, hanno messo a punto metodi rapidi per estrarre, dagli scarti della lavorazione del pomodoro, polisaccaridi a basso impatto ambientale da uti-

lizzare in differenti settori agricoli. Il progetto per la realizzazione di plastica bio ha destato notevole interesse all'estero ed è stato presentato a Toronto, in occasione della Conferenza mondiale sul pomodoro.

Ma dalle bucce del pomodoro, attraverso l'impiego di solventi organici non tossici, sono state recuperate anche sostanze ad attività antiossidante da utilizzare come potenziali integratori alimentari.

## Climatologia

### Una stazione per monitorare l'Everest

**A** 8.000 metri di quota, sul Colle Sud dell'Everest, è stata installata la più alta stazione meteo al mondo per lo studio dei cambiamenti climatici. A compiere l'impresa, il Comitato Ev-k2-Cnr, che da oltre vent'anni si occupa di ricerca scientifica in alta quota. «Auguro pieno successo a questa spedizione, una nuova sfida che porterà il sapere italiano in prima linea negli studi climatici a livello internazionale», ha dichiarato il Presidente della Repubblica, Giorgio Napolitano, in occasione dell'incontro con la spedizione alpinistico-scientifica.

Le montagne sono infatti le prime testimoni dei cambiamenti climatici, su cui possono fornire importanti dati. L'impianto di monitoraggio meteorologico installato a Colle Sud è in grado di fornire dati su temperatura, umidità, pressione, radiazione solare, direzione e velocità del vento. Gli alpinisti hanno inoltre collocato sulla vetta dell'Everest un sensore che consente di conoscere in tempo reale la temperatura sul punto più alto del pianeta.

La stazione è l'ultimo terminale di una rete di osservatori per il monitoraggio climatico e ambientale che ha il suo fulcro a 5.050 metri nel Laboratorio Piramide, realizzata da Ev-K2-Cnr nell'ambito del progetto Share (Stations at High Altitude for Research on the Environment) in collaborazione con Unep, Wmo, Nasa, Esa e Iucn.



## Inquinamento

### Il CNR garantisce la qualità dell'aria alle Olimpiadi di Pechino

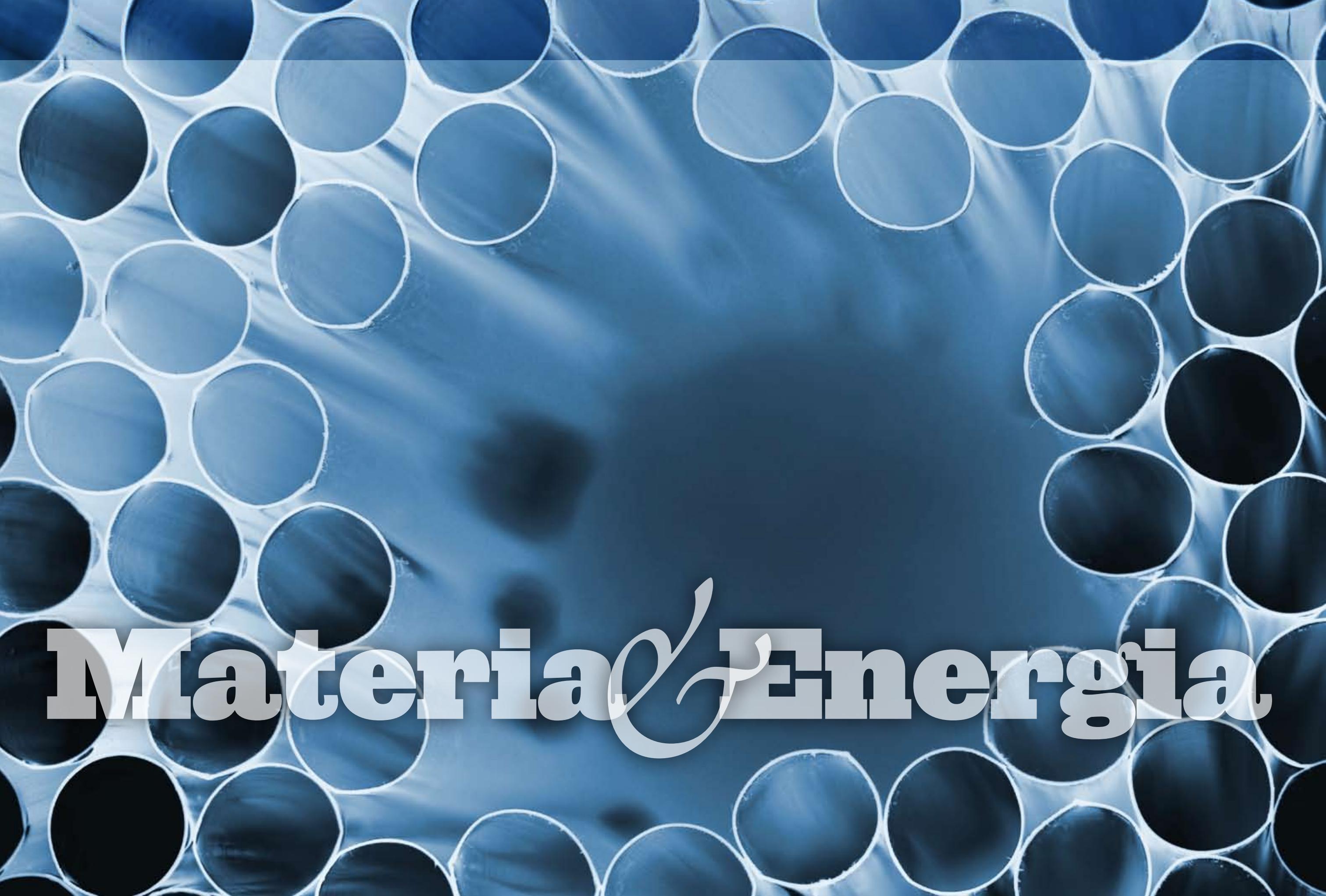
**L'**Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA) del Cnr ha effettuato il monitoraggio sulla qualità dell'aria di Pechino durante le Olimpiadi. L'attività, svolta in collaborazione con Università locali e statali, ha garantito le condizioni necessarie alle gare con stazioni e mezzi mobili di monitoraggio e misure di controllo sulle fonti industriali. L'IIA ha continuato ad assistere nella lotta all'inquinamento la municipalità di Pechino e di Shanghai, in occasione dell'Expo.

## Neurologia

### Le differenze nelle reazioni agli stimoli sociali

**L'**Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare Ibfm-Cnr e l'Università Milano-Bicocca hanno condotto alcuni studi su particolari dinamiche cerebrali. Il primo, pubblicato sulla rivista *Biological Psychology*, mette in luce come l'attività elettrica del cervello riveli la lingua nativa di una persona. In particolare, una prima onda d'attività chiamata N170, osservabile in una regione localizzata nel giro fusiforme sinistro della corteccia occipito-temporale, riconosce la forma delle lettere e delle parole in 150-200 milisecondi.

Nel secondo, pubblicato su *PlosOne*, i ricercatori hanno registrato potenziali bioelettrici notando un'intensa attività dei neuroni specchio soprattutto nel cervello maschile. In quello femminile, invece, emerge una minore differenza di interesse tra immagini che denotano sforzo muscolare intenso e debole. Il terzo studio rivela una differenza di genere anche nella reazione agli stimoli sociali. Per entrambi i sessi, la vista di immagini che raffigurano esseri umani stimola l'attivazione bilaterale del giro fusiforme della corteccia occipito-temporale. Nella donna, però, si attiva il giro temporale superiore destro e negli uomini l'area paraippocampale, legata alle componenti spaziali non-umane del paesaggio. La scoperta è stata pubblicata sulla rivista *BMC Neuroscience*.



# **Material & Energia**

**Ottica**

## Laser a cascata quantica per misure ultraprecise

L'interesse applicativo verso la rivelazione di molecole in tracce attraverso l'uso di tecniche spettroscopiche nell'infrarosso – regione ideale per lo studio delle molecole – ha reso di grande utilità i laser a cascata quantica, la più versatile tra le sorgenti coerenti nel medio infrarosso: le loro dimensioni estremamente

compatte li rendono, infatti, adatti per applicazioni sul campo, mentre la potenza (fino ad alcuni watt per emissione continua) e purezza spettrale consentono una gamma potenzialmente molto ampia di impieghi. Collegando tali laser ai moderni riferimenti di frequenza (pettini, «comb» di frequenza), è possibile ottenere

misure ultraprecise di frequenza assoluta: è questo il risultato innovativo di una ricerca dell'Istituto Nazionale di Ottica del CNR, che ha permesso misure assolute di frequenza nel medio infrarosso con una precisione di pochi kHz (qualche parte su 100 miliardi). La possibilità di stabilizzare la frequenza del laser su un riferimento stabile permette di studiare la larghezza di riga del laser su scale di tempo diverse, con una caratterizzazione completa delle fluttuazioni della

frequenza, e di stringere la riga del laser fino al suo limite minimo, la cosiddetta larghezza intrinseca. Lo studio della larghezza di riga del laser è culminato nel recente risultato che sta avendo grande risonanza internazionale: la prima misura diretta della larghezza intrinseca della riga di un laser a cascata quantica, che, per la prima volta, evidenzia la possibilità di superare il limite previsto di purezza spettrale, misurando una emissione intrinsecamente oltre mille volte più pura dei laser a diodo convenzionali.

S. Borri, S. Bartalini, I. Galli, P. Cancio, G. Giusfredi, D. Mazzotti, A. Castrillo, L. Gianfrani e P. De Natale, Lamb-dip-locked Quantum Cascade Laser for Comb-referenced IR Absolute Frequency Measurements. *Opt. Express* 16, 11637 (2008).

**Fotonica**

## Laser a itterbio per la generazione di impulsi ultrabrevi

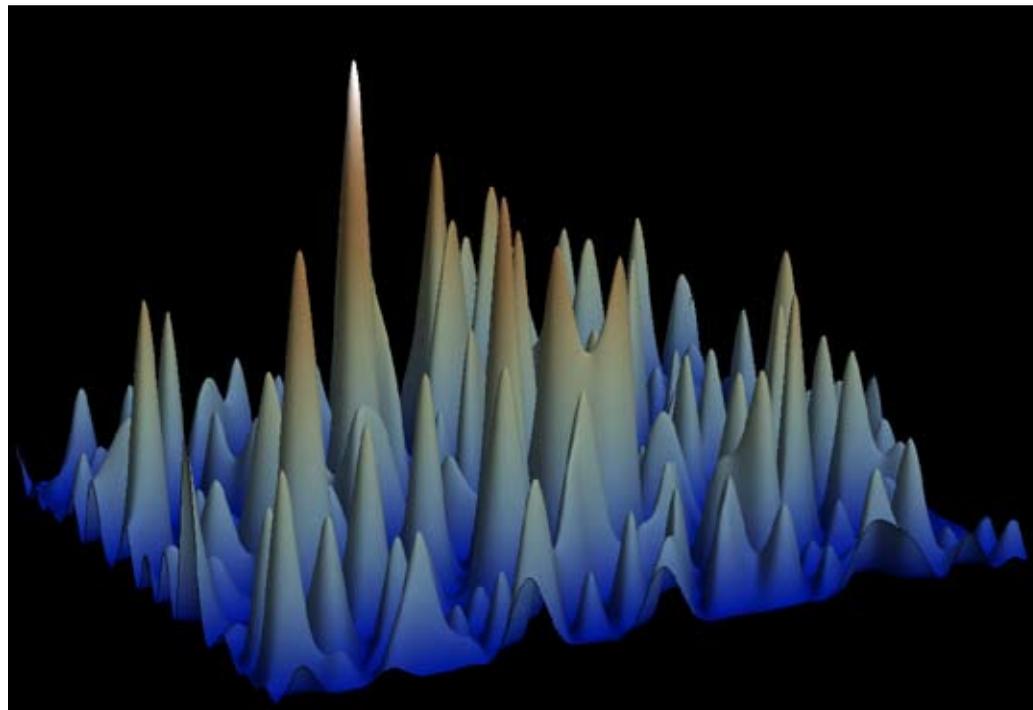
I laser con emissione a lunghezza d'onda di  $1\ \mu\text{m}$  – un micrometro, cioè un milionesimo di metro – si applicano nelle telecomunicazioni, nel telerilevamento atmosferico, nella medicina, nella metrologia di frequenza. Tra questi ci sono i laser a itterbio (Yb), dispositivi fotonici che generano radiazione elettromagnetica coerente altamente direzionale alla lunghezza d'onda tipica di  $\sim 1\ \mu\text{m}$ , in cui l'azione laser ha origine da ioni di  $\text{Yb}^{3+}$  introdotti sotto forma di impurità in materiali trasparenti quali vetri o cristalli. Questi laser trovano applicazione

in sistemi LIDAR (Light Detection and Ranging) di monitoraggio ambientale, come i Lidar-Doppler coerenti per la misura della velocità dei venti e i DIAL (Differential Absorption Lidar) per la misura della concentrazione di specifici componenti atmosferici, come vapore acqueo e anidride carbonica.

In condizioni di mode-locking passivo, i laser a Yb possono generare impulsi elettromagnetici ultrabrevi con durate di 100 femtosecondi ( $1\ \text{fs} = 10^{-15}\ \text{s}$ ). L'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR e il National Enterprise for

Nano Science and Technology INFN-CNR hanno sviluppato una sorgente laser basata su un cristallo sintetico di  $\text{YLiF}_4$  (YLF) drogato con ioni di  $\text{Yb}^{3+}$  operante in regime di mode-locking passivo. Il cristallo di Yb:YLF è stato cresciuto in un apparato detto Fornace di Czochralski e sottoposto a una analisi spettroscopica che ne ha dimostrato le eccellenti proprietà di emissione. Con un processo che ha permesso di inserire il cristallo stesso in una cavità risonante, è stato poi implementato il dispositivo laser che ha generato impulsi laser ultrabrevi. Con la tecnica dell'autocorrelazione non-collineare è stata misurata, per la prima volta in un laser a Yb:YLF, una durata minima degli impulsi in uscita dal risonatore pari a 196 fs.

N. Coluccelli, G. Galzerano, L. Bonelli, A. Di Lieto, M. Tonelli, e P. Laporta, Diode-pumped passively mode-locked Yb:YLF laser, *Optics Express*, 16 (2008), pp. 2922-2927.



Distribuzione dell'intensità di luce diffusa da un materiale disordinato. Le enormi fluttuazioni, chiamate «laser speckle», sono dovute all'interferenza fra onde luminose diffuse molte volte all'interno della struttura.

## Fotonica

### Disordine ingegnerizzato ad arte per creare nuove funzionalità

**R**ecenti studi nel campo della micro e nano fotonica a cura di ricercatori del Laboratorio Lens e dell'Istituto Nazionale di Ottica del CNR hanno dimostrato che è possibile usare il disordine che è presente in molti materiali fotonici per creare delle strutture nuove con funzionalità sorprendenti. Un bellissimo esempio è quello di un random laser, un laser basato su materiali semplici come polveri e vetri porosi. Se da un lato questi materiali sono convenienti e relativamente facili da realizzare, è solo di recente che la comunità scientifica ha cominciato a capire veramente la fisica del multiple scattering con guadagno ottico, il meccanismo sul quale si basa il random laser. Ma che cos'è esattamente un random laser?

Un laser normalmente consiste in due elementi principali:

un materiale che offre guadagno ottico tramite emissione stimolata e una cavità che intrappola parzialmente la luce. Quando il guadagno totale nella cavità è maggiore delle perdite, il sistema raggiunge una soglia laser. È la cavità che determina i modi di emissione di un laser, ovvero determina la direzionalità della luce emessa e il suo colore. I random laser funzionano con lo stesso principio, ma l'emissione è determinata dalla diffusione multipla nel materiale disordinato anziché da una cavità. La diffusione di onde luminose in materiali disordinati è un processo complesso, ma completamente coerente: ciò significa che anche in questo ambito possono verificarsi fenomeni d'interferenza quali l'effetto di «laser speckle», la struttura granulare che si osserva quando

luce laser viene diffusa da un foglio di carta bianca (vedi figura sopra). Il fenomeno del multiple scattering è intrinsecamente presente anche in materiali fotonici creati artificialmente, come ad esempio i cristalli fotonici che costituiscono la base dei dispositivi fotonici: in queste strutture – dove la diffusione è sempre stata considerata una proprietà non desiderata – l'utilizzo del disordine appositamente ingegnerizzato crea nuove funzionalità e apre prospettive completamente nuove. Una delle applicazioni molto promettenti di materiali fotonici diffusivi è nel settore dell'energia solare, per migliorare l'assorbimento in celle fotovoltaiche di terza generazione. Nel random laser, poi, la diffusione multipla porta a dispositivi con proprietà nuove: random laser potrebbero essere usati per l'illuminazione di ambienti ma anche, ad esempio, per display attivi e altri dispositivi fotonici, con enormi vantaggi di semplicità di realizzazione e di basso costo.

D.S. Wiersma, The Physics and Applications of Random Lasers, *Nature Physics* 4, 359 (2008).

**Nano Ottica**

## Matrici di lenti liquide per i futuri dispositivi ottici

**L**e lenti liquide avranno un ruolo importante nei futuri dispositivi ottici, grazie alla loro applicabilità in telefonia mobile, fotografia, telecamere, imaging biologico in microscopia, endoscopia in medicina, telecomunicazioni e scrittura/lettura di dati con metodi ottici (DVD). Il loro principale vantaggio è la possibilità di variarne la focale cambiando la curvatura del menisco liquido di cui sono costituite. Esistono diverse configurazioni di singola lente liquida, ma sono pochissimi gli studi su matrici di lenti liquide (liquid microlens array) di dimensioni micrometriche e a focale variabile. Di recente sono state realizzate matrici di lenti liquide variando la pressione su membrane deformabili o attraverso il controllo della elettro-bagnabilità di superfici (*electro-wetting*, metodo che consente di manipolare liquidi nei sistemi microfluidici). L'Istituto Nazionale di Ottica del CNR (UOS di Napoli) ha sviluppato un concetto di elettrobagnabilità basato sull'effetto piroelettrico denominato «pyro-electro-wetting» (PEW). Se un sottile film liquido è disteso su un wafer di niobato di litio, l'effetto piroelettrico può creare distribuzioni di cariche elettriche all'interfaccia liquido-solido, per effetto di variazioni di temperatura, che procurano una variazione della bagnabilità superficiale, generando configurazioni geometriche di cariche elettriche: a seconda dei liquidi e della temperatura, il sottile strato di liquido evolve in una matrice di gocce sessili. La variazione di temperatura permette di impiegare le gocce come microlenti a lunghezza focale variabile. Si sono realizzate anche lenti con geometria cilindrica e toroidale, per future applicazioni nel self-assembling e nella manipolazione elettrodinamica di proteine e DNA.

Liquid Micro-lens Array Activated by Selective Electrowetting on Lithium Niobate Substrates, S. Grilli, et al., *Optics Express*, 16, 8084-8093 (2008); P. Ferraro, et al., *Optics & Photonics News*, 19(12), 34 (2008); L. Miccio, et al., *Optics Express*, 17, 2487-2499 (2009).

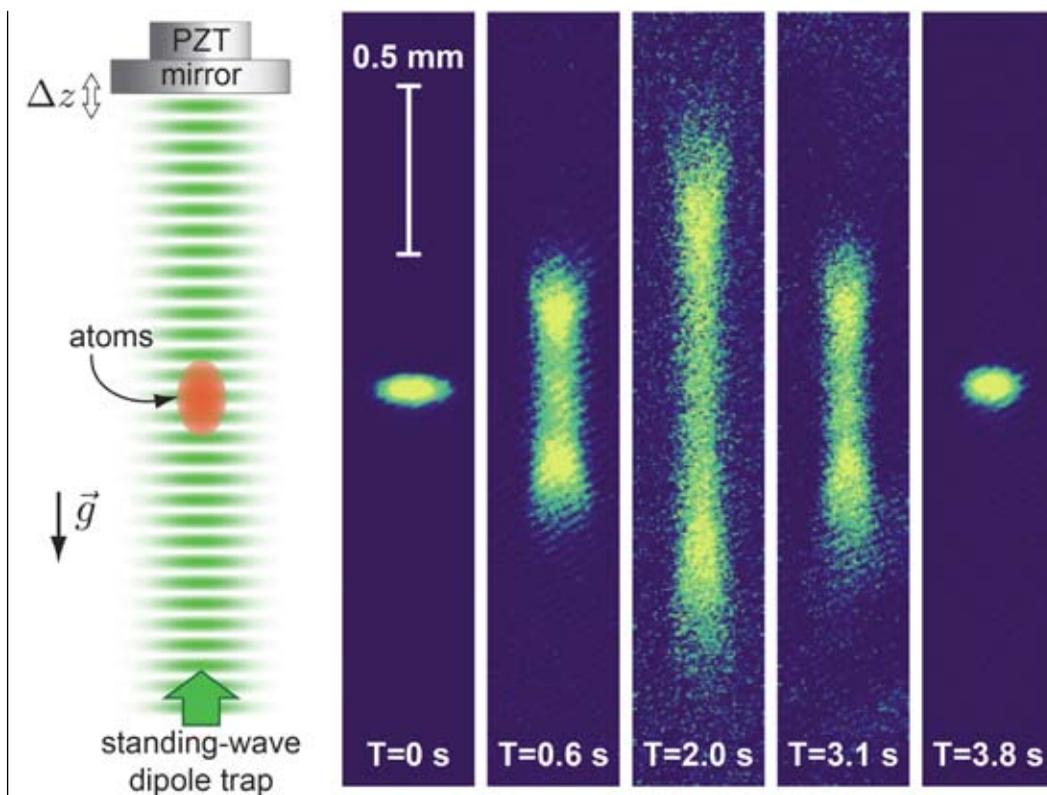
**Conservazione**

## Un sensore ottico salverà gli organi storici

**G**li organi storici, oltre 10.000 esemplari, sono un patrimonio europeo a rischio: gli acidi organici volatili (VOC) emessi dal legno dell'organo, con elevati livelli di umidità, specie in presenza di acqua di condensa, corrodono le canne metalliche. La formazione di cristalli di ghiaccio, poi, aumenta il danno: basta che un solo componente venga intaccato che l'organo perde la funzionalità. Il progetto europeo Sensorgan, a cui hanno preso parte il CNR e la Conferenza Episcopale Italiana, ha avuto l'obiettivo di sviluppare sensori per il controllo in tempo reale delle condizioni ambientali di rischio. Gli

istituti di Fisica Applicata e di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR hanno sviluppato un sensore per rilevare condensa o cristalli di ghiaccio nelle canne d'organo che deve resistere all'ambiente acido, rilevare quanto avviene sulla superficie metallica corrosa, essere così miniaturizzato da potersi inserire nelle canne senza alterare il suono. Esso si basa sulla variazione di intensità della luce riflessa alla terminazione di una fibra ottica, quando su questa si formano micro goccioline d'acqua o cristalli di ghiaccio. La radiazione luminosa emessa da un diodo laser viene accoppiata alla fibra ottica e il monitoraggio continuo della luce riflessa dalla terminazione della fibra stessa permette di misurare in tempo reale la formazione di uno strato d'acqua o di ghiaccio sulla fibra. Il diametro molto piccolo della fibra ottica (0,5 mm) le permette di posizionarsi nella canna dell'organo senza alterarne il funzionamento, mentre la strumentazione optoelettronica è esterna all'organo. Lo strumento è stato utilizzato in organi a Goteborg (Svezia) e Olkuz (Polonia).

F. Baldini, R. Falciai, A. Mencaglia, F. Senesi, D. Camuffo, A. della Valle e Bergsten, C.J., Miniaturised Optical Fibre Sensor for Dew Detection inside Organ Pipes, *Journal of Sensors*, Vol. 2008, Article ID 321065, 5 pages doi: 10.1155/2008/321065.



Distribuzione atomica spaziale di atomi di Stronzio durante il controllo reversibile del trasporto.

### Sensori

## Una tecnica per estendere la funzione d'onda di atomi raffreddati con tecniche laser

La funzione d'onda spaziale di atomi è una delle proprietà più importanti nella realizzazione di nuovi dispositivi, o sensori, basati sulla natura quantistica della materia: dalla capacità della funzione di manipolare la natura della materia dipende, infatti, la capacità di realizzare applicazioni che potrebbero surclassare l'attuale stato dell'arte di giroscopi, accelerometri, orologi, fino ad arrivare ai calcolatori quantistici. Tale funzione è generalmente una grandezza molto fragile rispetto a perturbazioni esterne: per quanto concerne le particelle atomiche, la sua estensione va dalla frazione di nanometro per sistemi a tempera-

tura ambiente, fino a qualche decina di micrometri per gas ultrafreddi alla degenerazione quantistica. Volendone modificare le proprietà, la probabilità di rottura, ovvero di perderne le proprietà di coerenza quantistica, aumenta in modo critico all'aumentare della sua estensione. Attraverso le ricerche condotte presso l'Istituto Nazionale di Ottica del CNR, in collaborazione con il Laboratorio LENS di Firenze, si è individuato un nuovo metodo sperimentale per estendere e manipolare la funzione d'onda di atomi raffreddati con tecniche laser e intrappolati in potenziali periodici realizzati attraverso figure d'interferenza di fasci luminosi.

Applicando un'accelerazione assiale periodica al potenziale reticolare di intrappolamento, si attiva dinamicamente il trasporto (tunneling) fra siti reticolari, per cui la funzione d'onda atomica inizialmente estesa su meno di 500 nano metri, ovvero circa due siti reticolari, viene allungata fino a oltre un millimetro, quindi delocalizzandola su più di 4.000 siti reticolari. L'aspetto innovativo risiede nel fatto che il processo di allungamento mantiene le caratteristiche di coerenza della funzione d'onda atomica e, agendo sui parametri di modulazione facilmente controllabili, è possibile renderlo totalmente reversibile. Inoltre, questo metodo di controllo del trasporto quantistico ha utilizzato come specie atomica lo stronzio, uno dei candidati più promettenti per la realizzazione di dispositivi e sensori quantistici di nuova generazione.

A. Alberti, V. V. Ivanov, G. M. Tino e G. Ferrari, Engineering the Quantum Transport of Atomic Wavefunctions over Macroscopic Distances. *Nature Physics*, Letters Published online: 28 June 2009, doi: 10.1038/nphys1310.

**Fotonica**

## Un generatore di segnali ottici che opera ad altissima frequenza

**L**a plasmonica è una branca della fotonica molto promettente per le sue applicazioni in elettronica, chimica, biologia e informatica: si basa sui plasmoni superficiali, onde elettromagnetiche generate dall'interazione di campi elettromagnetici esterni con il plasma di elettroni liberi dei metalli. Il gruppo Plasmonica e Nano Materiali del CNR, impegnato in diagnostiche ad alta risoluzione e dispositivi ottici per elaborazione dati, ha messo a punto una base per un generatore di segnali digitali ottici ad altissima frequenza: uno strato metallico sagomato, contenuto fra due mezzi con uguali proprietà rifrattive, trasforma la luce incidente in un'onda elettromagnetica che si propaga sulla sua superficie grazie all'interazione con il plasma di elettroni liberi del metallo. Quest'onda, detta plasmone superficiale, si disaccoppia per simmetria dalla parte opposta, generando un fascio di luce

trasmesso. Lo strato di metallo – di norma altamente riflettente – diventa trasparente, fenomeno che si può attenuare scegliendo opportunamente i mezzi ai lati del metallo e alterando le loro proprietà rifrattive tramite irraggiamento con una sorgente luminosa esterna di opportuna potenza. Il fascio ottico trasmesso può essere spento o acceso in risposta ad una eccitazione luminosa esterna, realizzando così la base per un generatore di segnali digitali ottici ad altissima frequenza, utilizzando volumi attivi 100 volte minori rispetto a quelli esistenti, basati sull'uso di cristalli che permettono di modulare il segnale ottico con segnali a radiofrequenza su distanze centimetriche. L'aumento previsto della velocità di elaborazione dati rispetto ai sistemi esistenti è di circa un fattore 10, per cui tali dispositivi possono avere un impatto notevole sul volume di scambio dati, quindi in tutte le attività socio-economiche.

G. Margheri, T. Delrosso, S. Sottini, E. Giorgetti, S. Trigari, All Optical Switches Based on the Coupling of Surface Plasmon Polaritons, *Optics Express*, Vol. 16 (2008), n. 13, p. 9869.

**Dispositivi Ottici**

## Verso reti di comunicazione completamente ottiche

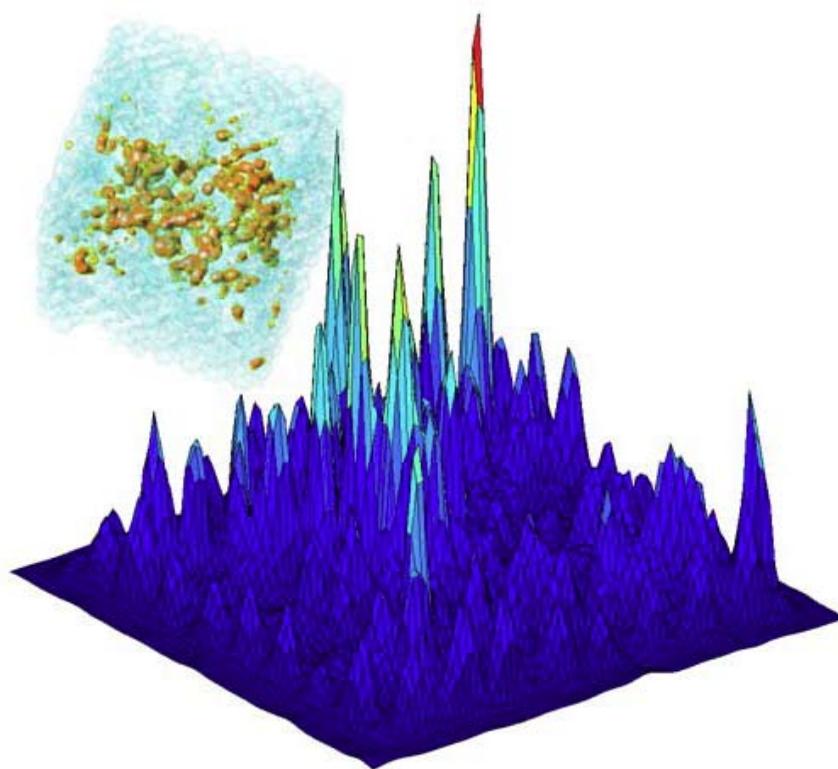
**L**e attuali reti di comunicazione, basate sul processing elettronico del segnale da trasmettere, usano la fibra ottica solo come mezzo trasmissivo, mentre il passaggio a sistemi

di comunicazione completamente ottici aumenterebbe la velocità e il volume di dati trasmessi. Questa evoluzione si basa sullo sviluppo di elementi di rete che operano al livello ottico, come

i convertitori di lunghezza d'onda del tipo dei WDM (Wavelength Division Multiplexing), che permettono la trasmissione di molti canali su ogni singola fibra, utilizzando una lunghezza d'onda diversa per ognuno di essi e innescando un processo di crescita esponenziale del traffico dati. In tale categoria rientrano i dispositivi ottici non lineari con genera-

zione di seconda armonica, che, partendo da un segnale fondamentale in ingresso, fanno sì che questo possa sdoppiarsi (o «multiplarsi») in due segnali distinti in lunghezza d'onda, un fenomeno reso possibile dalle proprietà non-lineari dei materiali utilizzati. In questo contesto si inserisce il lavoro del National Nanotechnology Laboratory del CNR-INFM di Lecce, che ha ingegnerizzato un dispositivo ottico non lineare per l'amplificazione del segnale di seconda armonica, con una buona convergenza della soluzione e basso costo computazionale. Si sono progettati dispositivi in guida d'onda a semiconduttore e si è implementata la tecnica di «quasi phase matching» con l'introduzione di una struttura dielettrica periodica progettata nel mezzo non lineare: questo ha permesso di accoppiare e trasferire energia dal segnale fondamentale al segnale di seconda armonica incrementando così l'energia della seconda armonica.

A. Massaro, V. Tasco, M. T. Todaro, R. Cingolani, M. De Vittorio, e A. Passaseo, Scalar Time Domain Modeling and Coupling of Second Harmonic Generation Process in GaAs Discontinuous Optical Waveguides, *Optics Express*, September 2008, vol.16, no. 19, pp.14496-14510.



Una rappresentazione tridimensionale della luce localizzata in un opale nano-strutturato.

### Nano Strutture

## Come intrappolare la luce in dispositivi miniaturizzati

La possibilità di intrappolare la radiazione luminosa in un dispositivo miniaturizzato apre affascinanti prospettive per la realizzazione di circuiti tutto-ottici, in cui i fotoni sostituiscano gli elettroni nell'elaborazione dell'informazione. A tal fine è necessario studiare i processi di localizzazione e intrappolamento della luce in nuovi tipi di dispositivi nano-strutturati, oggi resi possibili dalle più avanzate tecniche di fabbricazione, processi che richiedono lo sviluppo di tecniche di calcolo che permettano sia di migliorare la comprensione del comportamento della luce in questo tipo di strutture, sia di progettare delle nuove e ottimizzare

specifiche funzionalità.

Lo studio condotto da fisici dell'Istituto per i Sistemi Complessi del CNR in collaborazione con colleghi del Dipartimento di Fisica dell'Università La Sapienza di Roma – finanziato da due istituzioni internazionali, lo European Research Council e la KAUST University – ha permesso di dimostrare, attraverso le più avanzate tecniche di calcolo parallelo sviluppate nell'ambito di un progetto con il Consorzio CINECA, i meccanismi di localizzazione della luce in opali artificiali che sono oggi allo studio in vari laboratori internazionali. Per studiare come la luce si propaga all'interno delle nano-

strutture, i ricercatori hanno sviluppato un programma di calcolo che utilizza migliaia di processori contemporaneamente: è stato così evidenziato come – per effetto di un certo quantitativo di imperfezioni nella struttura – è possibile intrappolare la radiazione elettromagnetica in opali (processo noto come «localizzazione di Anderson» della luce), e i risultati conseguiti – che hanno ottenuto anche la copertina di *Nature Physics* di Ottobre 2008 – ne rappresentano la prima simulazione numerica in tre dimensioni. Oltre a costituire un significativo passo in avanti nelle tecniche di progettazione di circuiti tutto-ottici e quantistici, tali risultati aprono la strada alla progettazione di nuovi tipi di materiali nano-strutturati con possibili applicazioni nella realizzazione di innovativi schermi luminosi e celle solari.

C. Conti e A. Fratalocchi, Dynamic Light Diffusion, Three-Dimensional Anderson Localization And Lasing In Inverted Opals, *Nature Physics*, vo. 4., October 2008.

## Microscopia

### Cosa accade quando si sutura una cornea con il laser

La cornea è uno dei tessuti più trasparenti del nostro organismo, grazie alla struttura ordinata delle fibrille di collagene che la costituiscono, equispaziate e disposte in piani lamellari regolari. Se si distrugge questo ordine, si perde la trasparenza e quindi si riduce la vista. L'Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» del CNR ha approntato una tecnica di sutura a mezzo laser della cornea, detta saldatura laser, che permette la chiusura di tagli corneali con il riscaldamento controllato del tessuto della cornea: la tecnica si applica ora in interventi di trapianto di cornea.

Ma cosa accade a livello microscopico alla struttura corneale colpita da irraggiamento laser durante il processo di saldatura? Per rispondere a questo quesito si è stabilita una stretta collaborazione tra il CNR e il Laboratorio Europeo di Spettroscopie Nonlineari: si deve a quest'ultimo, infatti, una tecnica di microscopia innovativa, detta di «seconda armonica», applicata su altri tipi di tessuto biologico. Applicando tale tecnica al tessuto corneale, si vede che la struttura ordinata del collagene risponde all'irraggiamento laser come un cristallo non lineare, in grado di dimezzare la lunghezza d'onda della radiazione laser che illumina il tessuto: ciò permette di mappare precisamente la distribuzione delle fibre collagene. Nel caso della saldatura laser, si è verificato che le singole fibre non vengono completamente denaturate, ma mantengono un grado di integrità, cosa che favorisce una rapida guarigione del taglio, con minore reazione cicatriziale. Dato il successo di questa tecnica di microscopia corneale, se ne prospetta l'impiego per l'analisi *in vivo* di patologie corneali non rilevabili con tecniche diagnostiche oggi disponibili.

P. Matteini, F. Ratto, F. Rossi, R. Cicchi, C. Stringari, D. Kapsokalyvas, F. S. Pavone, e R. Pini, Photothermally-induced Disordered Patterns of Corneal Collagen Revealed by SHG Imaging. *Optics Express*, n. 17 (2009), pp. 4868-4878.

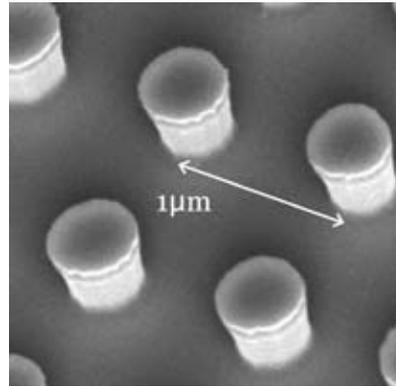


Foto al microscopio elettronico del dispositivo a punti quantici utilizzato nell'esperimento.

## Nanoscienze

### Manipolare con la luce i bit quantistici

La possibilità di manipolare con raggi di luce sia il numero che lo *spin* di elettroni confinati in nanostrutture a semiconduttore apre nuove prospettive di applicazione di tecniche ottiche nell'informazione quantistica. Lo *spin* di un elettrone – quella proprietà intrinseca dell'elettrone che obbedisce alle leggi della fisica quantistica – è infatti poco influenzabile dal mondo esterno e, in linea di principio, potrebbe mantenere il proprio valore per un tempo molto lungo, rivelandosi candidato ideale come bit di un computer quantistico.

Tuttavia, proprio a causa di questa sua «imperturbabilità», è difficile controllarlo. L'Istituto di Nanoscienze del CNR, insieme al Centro S3-Istituto di Nanoscienze di Modena e alla Columbia University, ha dimostrato che si può manipolare un numero molto piccolo di elettroni

confinati in una nanostruttura a semiconduttore, utilizzando fasci di luce laser visibili, e modificare in modo controllato il valore dello spin, aprendo così la strada a una nuova metodologia ottica con potenziali ricadute sulla tecnologia dell'informazione. I ricercatori, partiti da un cristallo purissimo di Arseniuro di Gallio e tramite processi chimico-fisici, hanno ottenuto una matrice composta da minuscole regioni di spazio, i punti quantici, larghi pochi nanometri (miliardesimi di metro). Dopo aver illuminato il materiale con luce laser, hanno captato e identificato la debole luce degli elettroni che hanno mutato il valore dello spin. Con un secondo fascio laser ad una frequenza opportuna, hanno modificato il numero di elettroni confinati nel punto quantico con la precisione del singolo elettrone.

S. Kalliakos, V. Pellegrini et al., Optical Control of Energy Level Structure of Few Electrons in AlGaAs/GaAs Quantum Dots, *Nanoletters*, 8 (2008), p. 577.

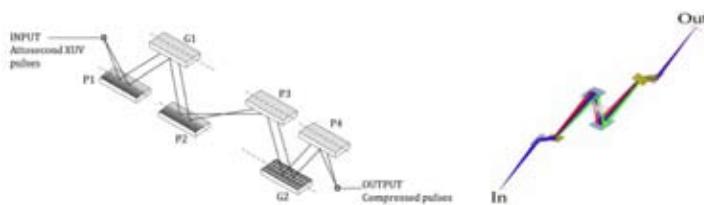
**Ottica**

## Un lidar a fluorescenza per monitorare i monumenti storici

**C**onoscere lo stato di conservazione dei monumenti, nonché la natura degli interventi applicati su di essi, richiede controlli sistematici, costosi in termini di strutture e personale e tecnicamente basati su prelievi dai monumenti stessi, necessari per la comprensione dei meccanismi di degrado e per la scelta delle soluzioni conservative da adottare. In questo contesto il lidar a immagini di fluorescenza – tecnica non invasiva che impiega un laser per indagare e mappare a distanza le proprietà di fluorescenza di oggetti – si rivela uno strumento alternativo di valutazione: la sua applicazione nel settore dei beni culturali, proposta già negli anni '90 dall'Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» del CNR, ha infatti permesso la caratterizzazione di materiali lapidei, la rivelazione e caratterizzazione di patine e croste nere, di biodeteriogeni come alghe e cianobatteri, di trattamenti protettivi, fino ad ottenere mappe tematiche su ampie porzioni di monumenti.

Nel caso del Colosseo, cui si riferisce questo articolo, studi condotti con colleghi svedesi su interventi conservativi del passato hanno permesso di individuare blocchi inseriti in epoca moderna e blocchi originali - alcuni dei quali tuttora di difficile identificazione perché rilavorati sulla superficie senza documentazione - di mappare le strutture di rinforzo e di rivelare trattamenti protettivi. Il lidar a fluorescenza ha ampie potenzialità anche per screening veloci di monumenti, senza l'impiego di infrastrutture, e apre la strada a un controllo continuato e puntuale del patrimonio lapideo con impatto minimo sulla sua fruibilità.

L. Palombi, D. Lognoli, V. Raimondi, G. Cecchi, J. Hällström, K. Barup, C. Conti, R. Grönlund, A. Johansson, S. Svanberg, Hyperspectral Fluorescence Lidar Imaging at the Colosseum, Rome: Elucidating Past Conservation Interventions. *Optics Express*, 16 (2008), pp. 6794-6808.



**Fotonica**

## Un compressore temporale per manipolare la luce nel regime degli attosecondi

**O**ggi siamo in grado di controllare tutti i parametri della radiazione prodotta nell'arco di 50 anni di vita dei laser grazie alle innovazioni che la fotonica ha introdotto nelle comunicazioni e nelle nanotecnologie. Negli anni Sessanta si è assistito a una progressiva discesa della durata minima degli eventi luminosi, negli anni Ottanta si è passati dai milionesimi di secondo (microsecondi) ai miliardesimi di milionesimo di secondo (femtosecondi), nell'ultimo decennio si è giunti all'ultravioletto estremo o XUV (radiazione che si propaga solamente in vuoto), il che ha permesso di abbassare ulteriormente la durata degli impulsi a livello di un centinaio di attosecondi (miliardesimi di miliardesimi di secondo). Questo regime temporale ha introdotto però nuovi problemi, come la perdita di sincronizzazione delle differenti componenti spettrali dell'impulso, con il conseguente allungamento della sua durata. Il

contributo dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR di Padova è l'introduzione del concetto di uno strumento che permette di controllare la fase spettrale di un impulso ad attosecondi nell'XUV: un compressore temporale. Con esso è possibile manipolare l'andamento temporale dell'impulso e accorciarne la durata. L'idea del compressore è l'evoluzione di uno strumento introdotto da oltre dieci anni dallo stesso gruppo, funzionale in esperimenti in Italia e in Inghilterra. Come mostrato in figura, lo strumento prevede quattro specchi (P1...P4) e due reticoli (G1-G2): sfruttando il fenomeno della diffrazione conica ad incidenza radente della luce, esso presenta un'efficienza molto elevata, nettamente superiore a tecniche alternative. La sua versatilità consente l'applicazione in regioni spettrali diverse, in previsione di un maggiore sviluppo delle applicazioni degli impulsi luminosi ad attosecondi.

F. Frassetto, P. Villorois e L. Poletto, Optical Concept of a Compressor for XUV Pulses in the Attosecond Domain, *Optics Express*, 28 Aprile 2008, Vol. 16, n. 9.

## Beni Culturali

### Un laser per restaurare anche i dipinti murali

Si sa che laser di alta potenza possono rimuovere selettivamente e in completa sicurezza sporco e altre stratificazioni che deturpano il patrimonio culturale esposto all'inquinamento urbano. Nell'ultimo decennio l'Istituto di Fisica Applicata del CNR, leader riconosciuto di questa applicazione, ha lavorato su grandi capolavori lapidei e metallici rinascimentali, ultimo tra tutti il David di Donatello, il cui restauro si è concluso a fine 2008. Ora si può estendere la tecnica di pulitura laser anche ai dipinti murali. Il risultato applicativo più significativo si è ottenuto in un cubicolo dipinto nelle Catacombe di Santa Tecla a Roma: dopo mesi di lavoro, le restauratrici erano riuscite solo ad assottigliare le tenaci formazioni calcaree che coprivano le pareti dipinte, ma senza raggiungere i delicatissimi strati pittorici sottostanti, per mancanza di un metodologia che consentisse una rimozione selettiva. Dopo la messa a punto del processo, la pulitura laser è risultata risolutiva, permettendo l'eliminazione delle stratificazioni calcaree e di mettere in luce motivi decorativi di circa 1700 anni fa, perfettamente leggibili. Nel corso dell'intervento l'archeologa responsabile della Pontificia Commissione di Archeologia Sacra, (Barbara Mazzei) ha fatto un'eccezionale scoperta, riconoscendo in una delle figure dipinte l'icona più antica di San Paolo.

M. Mascalchi, A. Scala, S. Siano, *Optimal Laser Parameters for Wall Paintings Cleaning: Study on Laboratory Samples*, in: E.A. Varella e E. Caponetti (eds.), *Chemistry and Conservation Science, Proceedings of the 2nd Residential Summer School (Palermo 20-27 July, 2008)*, European Chemistry Thematic Network (ECTN) and University of Palermo (Italy), 2009; S. Siano, L. Appolonia, A. Piccirillo, A. Brunetto, *Castle of Quart, Aosta Valley: Laser Uncovering of Medieval Wall Paintings*, *Lasers in the Conservation of Artworks*, in: M. Castillejo et al (eds.), CRC Press, Balkema, The Netherlands, 2008, pp. 191-198.

## Beni Culturali

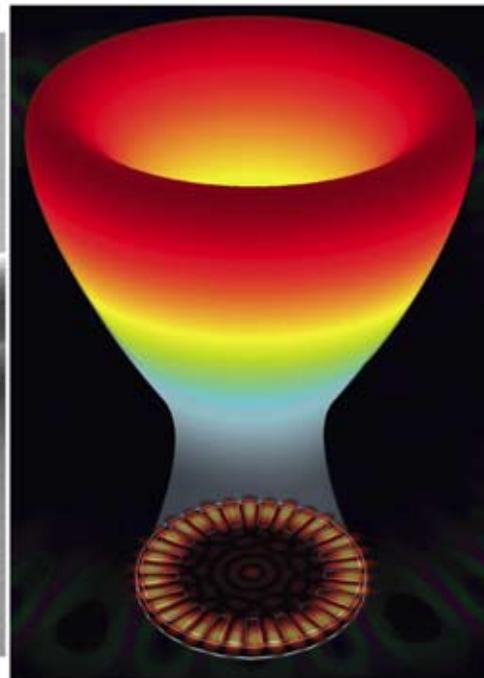
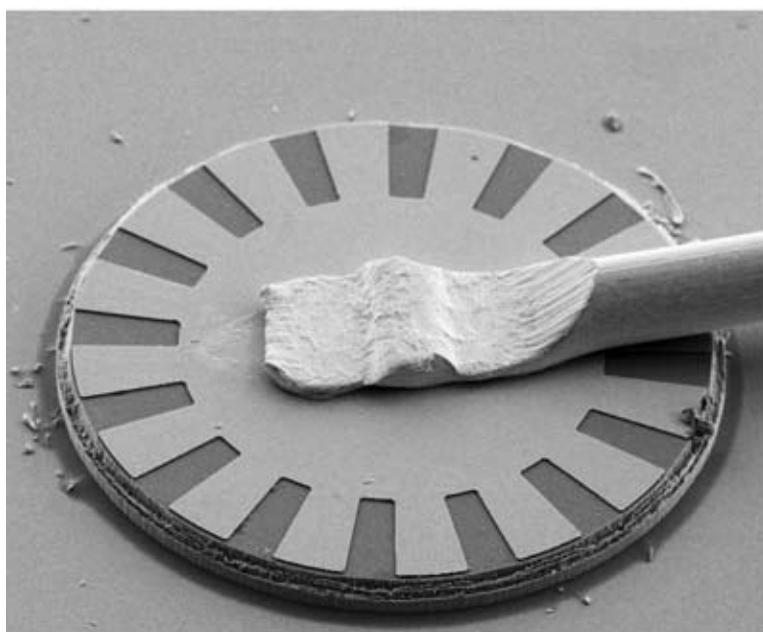
### Uno strumento per autenticare reperti antichi su basi oggettive

È possibile autenticare una scultura, una moneta o altri manufatti metallici apparentemente antichi su basi puramente oggettive? Oggi sì. Lo conferma l'Istituto di Fisica Applicata del CNR, che ha messo a punto uno strumento ad hoc basato su spettroscopia di plasma indotto da laser (LIPS, laser induced plasma spectroscopy), in grado di analizzare in modo non invasivo i profili di composizione chimica dei primi strati materici di un manufatto e di discriminare tra tipiche composizioni date da fenomeni di alterazione naturale e patinature fraudolente. L'opportuna interpretazione dei dati LIPS in un approccio integrato – che tenga anche conto degli aspetti storici, tecnologici e

microstrutturali del manufatto stesso – permette un altissimo grado di attendibilità dello studio di autenticazione: da un lato l'esame storico-stilistico formula il problema di autenticazione attraverso un'ipotesi attributiva, dall'altro la caratterizzazione materica verifica se quest'ultima è compatibile con gli aspetti composizionali.

Questo approccio innovativo all'autenticazione, basato interamente su tecniche analitiche non invasive, è in fase di applicazione sulle collezioni antiquarie di statuette e monete del Museo Archeologico Nazionale di Firenze. L'autenticazione e l'attribuzione di manufatti sono fondamentali per l'identità culturale delle diverse civiltà e si rivelano utili per il Nucleo Tutela del Patrimonio Culturale del Corpo dei Carabinieri ed altre forze dell'ordine che combattono l'enorme problema del traffico illecito.

S. Siano, L. Bartoli, A.A. Mencaglia, M. Miccio, J. Agresti, *Use of Neutron Diffraction and Laser Induced Plasma Spectroscopy in Integrated Authentication Methodologies of Copper Alloy Artefacts*, *Il Nuovo Cimento B*, 124 (2009), pp. 671-686; J. Agresti, A. A. Mencaglia, e S. Siano, *Development and Application of a Portable LIPS System for Characterising Copper Alloy Artefacts*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395 (2009), pp. 2255-2262.



## Nanoscienze

### Microlaser a disco per i sensori del futuro

I laser a semiconduttore sono tra le tecnologie che hanno avuto più impatto nella vita quotidiana degli ultimi anni; basti pensare ai lettori di CD e DVD e alle telecomunicazioni in fibra ottica. La ricerca in questo campo prosegue serrata e una delle sfide più rilevanti è la miniaturizzazione sempre più spinta, sia per ridurre i consumi, sia per consentire l'impiego di un numero sempre maggiore di laser in parallelo.

In questa direzione si inserisce l'invenzione riferita nel presente lavoro dai ricercatori del centro NEST dell'Istituto Nanoscienze.

Tramite tecniche di litografia elettronica, è stato realizzato un microlaser a disco in cui la radiazione, per riflessione interna totale, è costretta a viaggiare lungo il perimetro circolare del dispositivo (in maniera analoga al noto fenomeno delle onde acustiche che si propagano lungo le superfici ricurve, ad esempio nelle absidi delle chiese). Questo tipo di laser a semiconduttore era già noto, ma i ricercatori sono riusciti a risolvere il problema fondamentale di come estrarne in maniera utile la luce emessa. Normalmente, infatti, in questa classe di

dispositivi, la radiazione è fortemente confinata all'interno del laser e la debole emissione è distribuita uniformemente su tutto il piano del disco. Tramite uno speciale reticolo metallico posto sulla superficie del laser e composto da un numero primo di aperture, la radiazione laser viene estratta e collimata verticalmente rispetto al disco, grazie ad uno speciale effetto di interferenza. Questa innovazione è stata qui applicata con successo su laser detti «a cascata quantica», che emettono radiazione a frequenze tra 1 a 10 THz (THz, un milione di milioni di oscillazioni al secondo), una regione spettrale tra infrarosso e microonde ancora oggi abbastanza inutilizzata per la mancanza di componenti a

stato solido compatti e di basso consumo.

Nella figura che correde questo articolo è mostrata una foto al microscopio elettronico di un dispositivo realizzato e il profilo calcolato dell'emissione. Già in questa prima implementazione si sono ottenute efficienze record e dispositivi ad alta potenza sono ora possibili con geometrie ad anello e diametri maggiori. L'invenzione consente la realizzazione di microchip con una molteplicità di laser in parallelo, aprendo le porte all'implementazione delle tecnologie THz in diversi settori industriali, per esempio come sensori biomolecolari, o nell'*imaging* per controlli di sicurezza, o nel monitoraggio di determinati processi industriali.



La sala metrologica dell'Istituto Nazionale di Ottica.

## Ottica

### L'approccio dell'INO per ottenere superfici campione con planarità assoluta

La forma geometrica degli oggetti – il grado di planarità di un piano, la rotondità di una sfera, il parallelismo tra superfici meccaniche, ecc. – è importantissima per il loro impiego funzionale.

Le misure più accurate di forma geometrica si eseguono oggi con strumenti ottici in luce laser (interferometri), per confronto con oggetti di forma campione: dischi piani, sfere, blocchetti: da qui la necessità di produrre tali campioni, tararli e renderli disponibili a laboratori di ricerca, industrie meccaniche e manifatturiere come riferimento primario per la produzione di componenti e di sistemi ad alto contenuto tecnologico, nel contesto della metrologia e dell'assicurazione di qualità.

L'Istituto Nazionale di Ottica del CNR ha una lunga tradizione nel campo delle misure ottiche di precisione e dispone di competenze e risorse strumentali che rappresentano lo stato dell'arte del settore, a partire dalla sala

metrologica recentemente costituita, in cui sono assicurate le condizioni ambientali standard, e dall'introduzione di un sistema qualità a norma con le direttive vigenti. Il laboratorio svolge inoltre servizi di consulenza, misure e collaudi per l'utenza esterna, ed è accreditato come Centro del Servizio di Taratura in Italia (SIT) per quanto riguarda la misura e la certificazione della planarità. In tale contesto è stato sviluppato un procedimento innovativo per la taratura dei dischi ottici che servono come campioni di planarità assoluta. Il procedimento mette a confronto tre dischi ottici a due a due, e fornisce le mappe interferometriche degli scostamenti relativi: da queste, con metodi matematici ed elaborazioni numeriche di tipo iterativo, si estrae la forma assoluta di ciascun disco. La taratura che si ottiene raggiunge un'accuratezza migliore di 1 nm, al più alto livello in ambito internazionale.

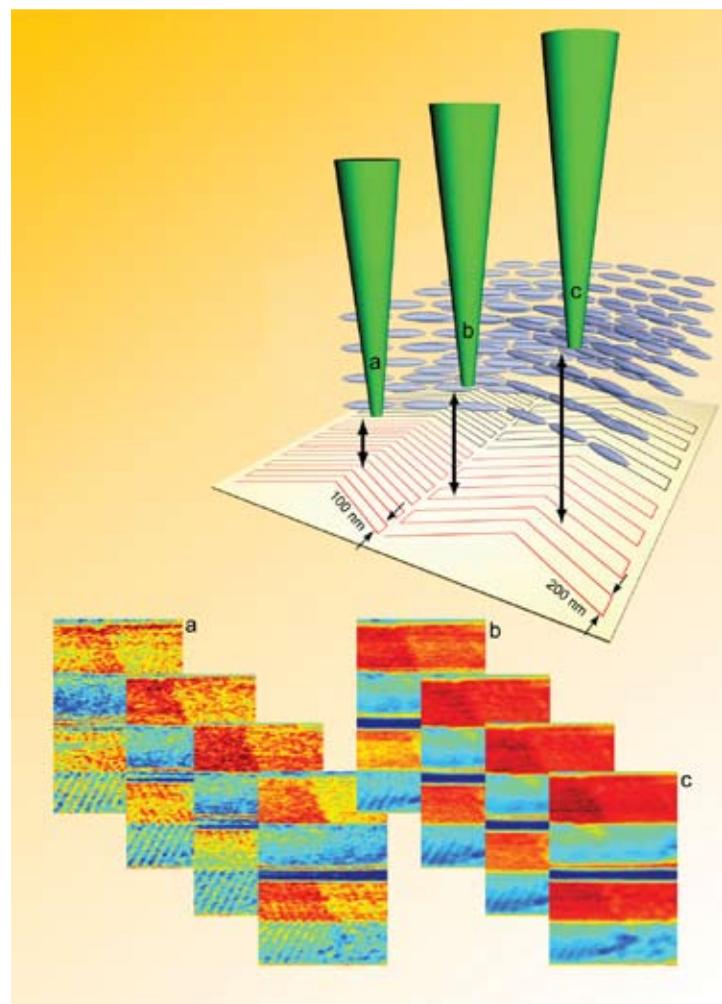
M. Vannoni e G. Molesini, Absolute Planarity with Three-flat Test: an Iterative Approach with Zernike Polynomials, *Optics Express*, Vol. 16 (2008), pp. 340-354.

## Algoritmi

### Stabilito un nuovo limite di risoluzione tramite cristallografia

La posizione dei singoli atomi di una proteina può essere determinata con la cristallografia: un fascio di raggi X generato da sorgenti di luce di sincrotrone colpisce un cristallo di proteina e le intensità diffratte, elaborate utilizzando metodologie cristallografiche, portano alla risoluzione strutturale attraverso un processo di assegnazione di fase di tipo *ab initio*. Tale processo è limitato da due fattori: la quantità dei dati ottenibili sperimentalmente (risoluzione e completezza dei dati) e il numero di posizioni atomiche da determinare (complessità strutturale). Ricerche condotte presso l'Istituto di Cristallografia del CNR di Bari hanno dimostrato che è possibile estendere i limiti di applicabilità della faseazione *ab initio* utilizzando due nuovi algoritmi: il primo, basato sull'interpretazione automatica della funzione di autocorrelazione ottenuta dalle intensità misurate, consente l'assegnazione iniziale delle fasi riducendo la dipendenza dalla complessità strutturale, il secondo, basato sull'estrapolazione dei dati di diffrazione non misurati a partire da quelli misurati, permette di affinare le fasi riducendo la dipendenza dalla risoluzione dei dati. Il metodo, applicato a proteine legate ad atomi pesanti, permette di ottenere un'efficienza di risoluzione dell'80% e di determinare la struttura di una proteina di 984 residui (corrispondente a 7890 atomi diversi dall'idrogeno indipendenti per simmetria) utilizzando dati a risoluzione di 1.7Å: un risultato che rappresenta il nuovo limite per le strutture risolvibili per via cristallografica con metodo *ab initio*, superando di ben 2000 atomi non-idrogeno il limite precedente, ottenuto solo nel 2006.

R. Caliendo, B. Carrozzini, G.L. Cascarano, L. De Caro, C. Giacobbo, A. Mazzone, D. Siliqi, Ab Initio Phasing of Proteins with Heavy Atoms at Non-atomic Resolution: Pushing the Size Limit of Solvable Structures up to 7890 non-H Atoms in the Asymmetric Unit. *J. App. Cryst.* (2008) 41, 548-553.



nire un potente ausilio alle scienze biochimiche, farmacologiche, elettroniche e chimiche nelle quali i cristalli liquidi, ed in generale i fluidi anisotropi, svolgono un ruolo essenziale: sono cristalli liquidi, infatti, tanto il DNA e le membrane cellulari quanto i componenti degli schermi di televisori e computer moderni.

Grazie ad un sofisticatissimo microscopio ottico a scansione a campo vicino, SNOM (Scanning Near Field Optical Microscope, uno strumento in grado di effettuare scansioni ottiche di superfici con risoluzione di pochi nanometri) alcuni ricercatori del laboratorio Licryl CNR, in collaborazione con colleghi italiani e stranieri, sono riusciti a osservare una goccia di cristallo liquido nematico (simile a quelli presenti nei televisori LCD), realizzando delle vere e proprie istantanee della sua struttura interna ad altezze diverse. Come nel caso della TAC usata per scopi medici, queste sezioni del campione, registrate a soli 10 nanometri in verticale l'una dall'altra, sono state poi utilizzate per ricostruire una immagine tridimensionale che descrive l'orientazione molecolare del liquido anisotropo (vedi figura in pagina). La punta del microscopio SNOM è stata immersa all'interno della goccia di cristallo liquido da analizzare, mentre luce polarizzata è stata inviata attraverso il sottile strato di materiale. Un secondo polarizzatore, posto al di sotto del campione, ha permesso di analizzare lo stato di polarizzazione modificato dal materiale nell'intera superficie larga 30x30 micron, ottenendo in questo modo un'immagine locale molto precisa, riferita alla struttura di quello strato molecolare. Sollevando quindi la punta, si è potuto acquisire un'altra superficie, fino ad un'altezza di circa 500 nm dal substrato, per poi ricostruire in 3D l'orientazione molecolare dell'intera goccia. Rispetto alle tecniche concorrenti (microscopio confocale, risonanza magnetica nucleare), che eseguono analisi solo dall'esterno e sull'intero campione, la possibilità di operare dentro il campione ha rappresentato una delle più importanti innovazioni rese possibili dallo SNOM.

## Microscopia Ottica

### Una nano tomografia per materiali anisotropi come il DNA

La nanotomografia ottica sviluppata per la prima volta alla Case Western Reserve University di Cleveland (Ohio, USA), è stata definita la prima TAC al mondo per cristalli liquidi e fluidi biologici anisotropi, in grado di visualizzarne in tre dimensioni struttura e orientazione molecolare. Circa 500 volte più precisa degli strumenti di analisi attuali, questa tecnica potrà for-

A. De Luca, V. Barna, T.J. Atherton, G. Carbone, M.E. Sousa, C. Rosenblatt, Optical Nanotomography of Anisotropic Fluids. *Nature Physics*, 4, 869-872 (01 Nov 2008), doi: 10.1038/nphys1077 e *Phys. Rev. Lett.*, 102, 167801 (2009).

Scienza dei Materiali

## Metodi di chimica quantistica per lo studio dei legami dell'oro

Nell'immaginario comune, l'oro è l'elemento chimico inerte per antonomasia, prezioso anche per questo. Tuttavia, la chimica dell'oro si è rivelata ricca e versatile e la ricerca ad essa dedicata ha subito uno sviluppo notevole. L'oro trova importanti applicazioni in settori ad alta tecnologia, quali la microelettronica e la scienza dei materiali nanostrutturati. I suoi complessi, in particolare quelli della sua forma monovalente (in cui esso ha formalmente una singola carica positiva) sono catalizzatori di facile impiego, versatili e selettivi, specie in un settore cruciale quale l'attivazione chimica del triplo legame carbonio-carbonio. Ciò che resta insoddisfacente è la scarsa comprensione della natura e delle proprietà dei legami chimici formati dall'oro, che più manifestano fenomeni associati alla teoria della

relatività: gli studi dell'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari del CNR si sono concentrati sulla natura del legame fra oro e gas nobili (anch'essi prototipo di specie chimiche inerti), utilizzando i più sofisticati metodi teorici che la chimica quantistica relativistica mette a disposizione. Grazie all'analisi dello spostamento degli elettroni durante la formazione del legame, si è stabilito che l'interazione fra oro e gas nobili dà luogo a un legame che, per quanto debole (qualche decina di kJ/mol), presenta marcate caratteristiche covalenti, con un piccolo ma significativo trasferimento di carica verso l'oro. Tale metodo ha permesso di mettere in luce l'origine della tendenza tipica dell'oro monovalente a formare complessi di struttura lineare, quali quelli osservati come intermedi catalitici.

L. Belpassi, I. Infante, F. Tarantelli e Lucas Visscher, The Chemical Bond between Au(I) and the Noble Gases. Comparative Study of NgAuF and NgAu+ (Ng = Ar, Kr, Xe) by Density Functional and Coupled Cluster Methods, *Journal of the American Chemical Society*, 9 Vol. 130, No. 3, 2008, pp. 1048-1060.

Nuovi Materiali

## Una tecnica innovativa per realizzare nanosistemi

La comunità scientifica internazionale è molto interessata allo sviluppo e all'ottimizzazione di tecniche sostenibili di sintesi per la realizzazione di

nanosistemi a base di ossidi di rame ( $\text{Cu}_2\text{O}$  e  $\text{CuO}$ ), alla base di molte applicazioni tecnologicamente avanzate in vari settori, a partire dalla rivelazione di inquinanti

gassosi fino alla possibilità di determinarne la conversione in prodotti a ridotto impatto ambientale. L'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari del CNR ha dato un significativo contributo mettendo a punto una metodologia innovativa di sintesi basata sulla deposizione chimica da vapore (CVD, Chemical Vapor Deposition) a partire da un innovativo precursore molecolare mai utilizzato in precedenza per simili processi,  $\text{Cu}(\text{hfa})_2 \cdot \text{TMEDA}$  (hfa = 1,1,1,5,5,5-esafluoro-2,4-pentandione; TMEDA = N,N,N',N'-tetrametiletilediammina).

Il processo CVD consiste nel depositare su supporto solido un film sottile di un composto dal precursore molecolare in questione, inizialmente introdotto in forma gassosa e lasciato poi decomporre sulla superficie del supporto stesso, ottenendo così alta velocità di deposizione, omogeneità e purezza dello strato distribuito sul supporto stesso: i risultati ottenuti hanno mostrato che variazioni controllate nella temperatura di crescita da 250 a 550°C consentono un accurato controllo della composizione di fase del materiale (da  $\text{Cu}_2\text{O}$ , a  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CuO}$ , a  $\text{CuO}$ ) – un importante prerequisito per applicazioni funzionali – rivelando anche una progressiva evoluzione morfologica del materiale stesso, dallo stato di film con porosità modulabile in funzione delle condizioni di sintesi a sistema costituito da nanofili interconnessi con elevato rapporto lunghezza/diametro.

D. Barreca, A. Gasparotto, C. Maccato, E. Tondello, O. I. Lebedev e G. Van Tendeloo, CVD of Copper Oxides from a Diketonate Diamine Precursor: Tailoring the Nano-Organization. *Crystal Growth & Design*, 2009, 9 (5), 2470-2480.

## Chimica

### Microcapsule catalitiche rispettose dell'ambiente

Le microcapsule sono applicate in vari settori: farmaceutico, chimico, tessile, biomedico, ambientale. In ambito chimico, in particolare, vengono utilizzate anche nei processi di catalisi: se un catalizzatore omogeneo è incapsulato, infatti, oltre a creare un'alta area specifica interfacciale, permette un agevole recupero e riciclo, con notevole abbassamento dei costi. L'Istituto per la Tecnologia delle Membrane del CNR ha investigato un processo di preparazione, caratterizzazione e applicazione di nuove microcapsule catalitiche, in particolare per l'ossidazione di alcoli primari e secondari nelle corrispondenti aldeidi. Tali reazioni sono condotte con solventi dal difficile smaltimento, pertanto poco desiderabili sotto il profilo ambientale: la ricerca ha permesso di preparare microcapsule con la tecnica dell'inversione di fase indotta da un non-solvente, riuscendo a intrappolare il catalizzatore all'interno durante la loro preparazione, senza necessità di additivi per innescare il processo di disattivazione. La struttura di tali microcapsule è porosa e presenta numerosi microcanali all'interno: in questo modo la struttura cava fornisce ampi spazi per l'immobilizzazione del catalizzatore e i microcanali riducono significativamente la resistenza al trasferimento di massa durante la reazione. Si è quindi valutata l'attività catalitica senza l'impiego di solventi organici, in cui ciascuna microcapsula funziona come reattore catalitico a membrana con funzione catalitica e di contattore: le microcapsule polimeriche, con dentro il catalizzatore eterogeneizzato, mantengono in contatto le due fasi immiscibili tra loro: la fase organica, contenente l'alcol e il prodotto dell'ossidazione, e la fase acquosa con l'ossidante, acqua ossigenata.

M.G. Buonomenna, A. Figoli, I. Spezzano, M. Davoli, E. Drioli, New PVDF Microcapsules for Application in Catalysis. *Applied Catalysis B: Environmental*, 80 (2008) 185-194.

## Materiali

### Nuove proprietà dei nanofili controllandone la crescita

Nanofili a semiconduttore sono tra i sistemi più innovativi per le applicazioni nella nanoelettronica e fotonica, sia per l'evoluzione delle tecnologie dei dispositivi elettronici per l'informatica che del fotovoltaico per la produzione di energia. I nanofili sono sistemi unidimensionali, in quanto il movimento delle cariche è possibile solo longitudinalmente. Negli ultimi anni, gli sviluppi nel controllo della crescita dei nanofili hanno permesso di ottenere sistemi con nuove proprietà. Ad esempio, ricoprendo il nanofilo con materiali diversi, si possono creare degli strati, tipo pelli, attorno al filo in cui le cariche sono intrappolate su una superficie curva, a forma pressoché tubolare.

Grazie all'equazione teorica da noi ricavata per la dinamica quantistica su superfici curve, abbiamo studiato le proprietà di trasporto elettronico in questi innovativi sistemi bidimensionali.

Innanzitutto, abbiamo evidenziato come la forma prismatica dei nanofili modifichi il comportamento delle cariche ed inoltre abbiamo esplorato gli stati elettronici in presenza di un campo magnetico. Questa opportunità è molto interessante dal punto di vista delle applicazioni, in quanto permette di controllare il trasporto nel sistema. Infatti, agendo dall'esterno sulla direzione ed intensità del campo magnetico, è possibile, ad esempio, selezionare la zona della superficie del nanofilo su cui avviene il trasporto oppure l'energia delle cariche.

L'articolo esplora anche due fenomeni fondamentali nel campo della fisica quantistica: l'effetto Aharonov-Bohm, oggi sempre più usato per verificare lo stato di coerenza del trasporto di cariche, e la formazione dei livelli di Landau, un chiaro segnale della quantizzazione dovuta ai campi magnetici in sistemi bidimensionali

G. Ferrari, G. Goldoni, A. Bertoni, G. Cuoghi, and E. Molinari, Magnetic States in Prismatic Core Multishell Nanowires. *Nano Lett.*, 2009, 9(14);1631-1635.

**Conduttori**

## Nanofili di silicio altamente metallici e atomicamente ordinati

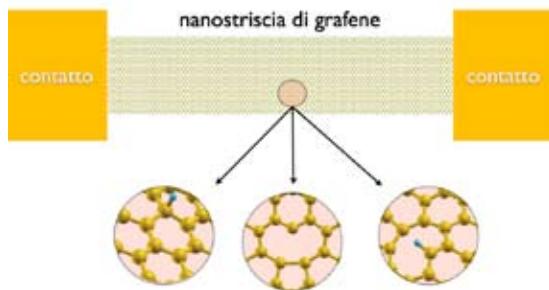
**L**e dimensioni atomiche o macroscopiche hanno una forte influenza sulle proprietà fisiche della materia. In particolare, i nanofili di silicio sono un'alternativa ai nanotubi di carbonio, più studiati, per applicazioni elettroniche a scala nanometrica.

L'Istituto di Struttura della Materia e quello di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR hanno stabilito il carattere metallico di nanofili di silicio sintetizzati sulla superficie (110) di un monocristallo di argento, su aree di dimensioni macroscopiche in forma di reticolo lineare di altissima densità. Dallo studio della forma di riga del livello di core 2p del silicio – il livello di elettroni più interni che è una delle

strutture spettrali più investigate nella spettroscopia di fotoemissione nei raggi x molli (20-1000 eV) – questi nanofili risultano conduttori, rivelando la più stretta forma di riga mai misurata in fase solida, contrariamente a quanto avviene a scala macroscopica per il silicio, noto semiconduttore. Il carattere metallico di questa forma di silicio è stato confermato da una misura di conducibilità a livello microscopico effettuata direttamente sui nanofili, caratterizzati da dimensioni laterali di 1,6 nm: misure ottenute con un microscopio a scansione ad effetto tunnel (STM) e misure di spettroscopia di fotoemissione hanno rivelato una struttura atomica altamente ordinata.

vedi figura) per interconnessioni di nuova generazione e nano-transistor: questi sistemi mostrano proprietà di trasporto di notevole interesse, in quanto la struttura elettronica tipica del grafene si combina con il confinamento dei portatori di carica nella direzione laterale, dando origine a un sistema quasi unidimensionale. Uno studio teorico a livello atomistico delle proprietà elettroniche e di trasporto su larga scala di nanostrisce di grafene è stato condotto da studiosi del Centro Coerentia del CNR di Napoli: uno dei risultati più rilevanti riguarda la possibilità di realizzare una valvola di spin, cioè un dispositivo che consenta il trasporto selettivo di elettroni con un definito spin in nanostrisce con definita orientazione cristallografica. Il meccanismo suggerito si basa sull'introduzione controllata di difetti tramite idrogenazione o esposizione a fasci ionici o elettronici, tale da indurre un'asimmetria nel trasporto quantistico di elettroni con spin opposti. Questo *disordine* (inteso come distribuzione casuale di difetti all'interno della struttura) e l'interazione con specie chimiche opportune (o *funzionalizzazione*) sono strumenti importanti per modificare in modo desiderato le proprietà di tale straordinario materiale.

P. De Padova, C. Quaresima, P. Perfetti, B. Olivieri, C. Leandri, B. Aufray, S. Vizzini, G. Le Lay, Growth of Straight, Atomically Perfect, Highly Metallic Silicon Nanowires with Chiral Asymmetry. *Nano Letters*, Vol.8 n1, 2008 pag. 271-275



**Nanoelettronica**

## Nuovi studi sul grafene il materiale del futuro

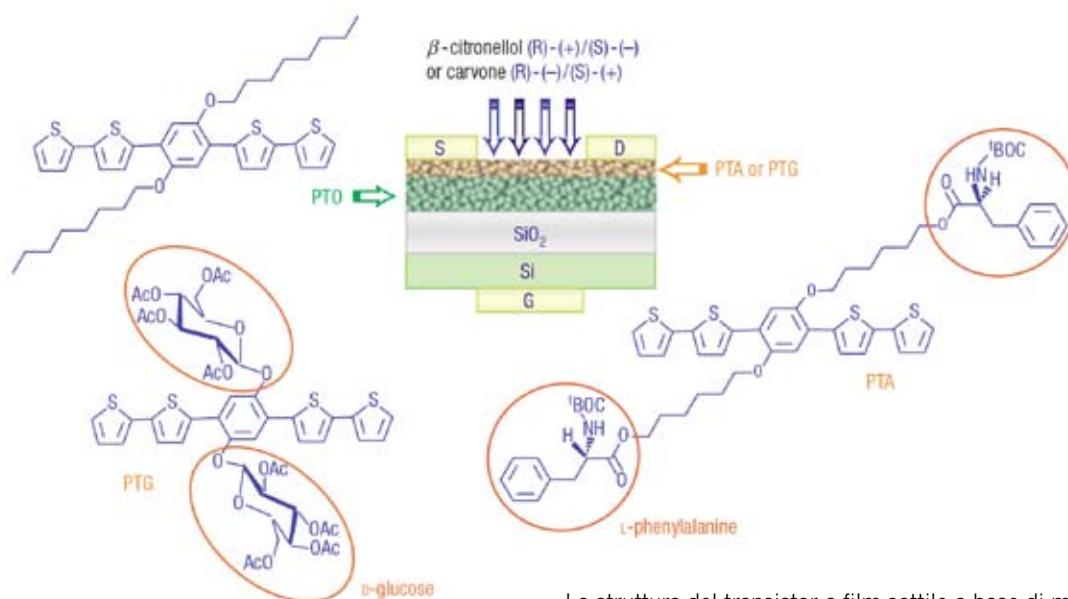
**D**a quando venne sintetizzato per la prima volta in laboratorio dai due fisici dell'Università di Manchester, Andre Geim e Kurt Novoselov nel

2004, il grafene – materiale composto da un singolo piano di atomi di carbonio – è diventato uno dei candidati più promettenti per applicazioni futuristiche nel campo

della nanoelettronica e non solo.

Le sue proprietà senza precedenti, a partire dall'elevata mobilità dei portatori, hanno reso possibile lo sviluppo di tecniche di sintesi che hanno portato, ad esempio, alla fabbricazione di nano strisce di grafene (strisce di larghezza nanometrica,

G. Cantele, Y.S. Lee, N. Domenico e N. Marzari, Spin Channels in Functionalized Graphene Nanoribbons. *Nano Letters*, Vol. 9, No. 10, 2009 3429.



La struttura del transistor a film sottile a base di materiale organico.

### Semiconduttori Organici

## Un naso elettronico per analisi chimiche che individua molecole di particolari patologie

Il recente sviluppo di semiconduttori organici, in grado di sostituire quelli convenzionali a base di silicio, ha consentito di costruire sensori elettronici per identificare un largo spettro di gas e composti organici volatili nell'aria. Il principio su cui funzionano questi «nasi elettronici» è la modifica delle proprietà elettriche del semiconduttore per effetto dell'interazione a livello molecolare con i vapori di una specifica sostanza: variando la struttura molecolare del materiale attivo nel sensore è possibile ottenere dispositivi in grado di valutare qualitativamente e quantitativamente in maniera selettiva una determinata sostanza volatile presente nell'ambiente.

È anche possibile costruire, su substrati di dimensioni estremamente ridotte, una serie (array) di

dispositivi con differenti materiali attivi per la rivelazione simultanea di più sostanze insieme.

L'Unità di Bari dell'Istituto di Chimica dei Composti Organo-Metallici (ICCOM) del CNR, insieme al Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Bari e un ricercatore del Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento, ha realizzato un dispositivo elettronico, un OTFT (Organic Thin Film Transistor), in grado di effettuare una discriminazione ancora più selettiva rispetto ai semplici sensori di gas. Il prototipo è in grado di rispondere in maniera differenziata ai vapori di due enantiomeri (molecole identiche in tutto e speculari) di una sostanza chirale volatile. Ciò è possibile perché il materiale semiconduttore, specifi-

catamente sintetizzato per tale applicazione, contiene nella struttura molecolare singoli enantiomeri derivanti da semplici e poco costose molecole naturali (zuccheri e aminoacidi). Questi dispositivi presentano potenziali applicazioni in campo analitico: tra queste, ad esempio, la determinazione rapida della presenza di un eccesso di un enantiomero di una sostanza chirale rispetto all'altro in una miscela che li contiene entrambi, operazione che attualmente può essere effettuata con tecniche analitiche che richiedono una strumentazione costosa e tempi di analisi relativamente lunghi. Questo tipo di analisi è di notevole importanza nell'industria farmaceutica, considerando che l'attività di un farmaco è spesso correlata ad uno specifico enantiomero. Questi dispositivi potranno essere applicati nell'analisi clinica, per una determinazione rapida in fluidi biologici di specifiche molecole indicanti la presenza di particolari patologie.

## Microelettronica

### Nuove strategie per migliorare la qualità del materiale di dispositivi performanti

L'elettronica in grafene si prospetta molto più veloce di quella attuale, basata sul silicio, in virtù della struttura intrinseca di questo materiale. Il grafene – materiale isolato solo nel 2004, e più recentemente ottenuto in fogli di grandi dimensioni – è come un foglio di esagoni, con ai vertici atomi di carbonio, che si ripetono formando una struttura a nido d'ape dello spessore di un solo atomo. Impacchettati l'uno sopra l'altro, tali fogli formano la grafite, il minerale delle matite. I portatori di carica in grafene, muovendosi, perdono una quantità di energia molto limitata per diffusione o

collisione con gli atomi del reticolo, ne consegue una mobilità maggiore che nel silicio, con una bassissima produzione di calore e una densità di corrente estremamente più elevata.

L'Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del CNR, impegnato nello sviluppo dell'elettronica in grafene, è stato tra i primi a misurarne le proprietà localmente con risoluzione nanometrica: mediante un microscopio a scansione capacitiva si sono potute misurare le variazioni locali della lunghezza di diffusione, ottenendo quindi mappe

locali della densità locale degli stati e della capacità quantistica. La capacità a livello macroscopico misura la capacità di un elettrodo di immagazzinare cariche per unità di tensione; tuttavia nei nanomateriali i posti disponibili (densità degli stati) sono limitati e quindi anche la capacità assume comportamenti quantistici.

Tali studi si sono dimostrati propedeutici per ulteriori recentissimi sviluppi, quali la misura locale della mobilità dei portatori e la correlazione con i difetti presenti, aprendo la strada a nuove strategie per il miglioramento della qualità del materiale e per dispositivi particolarmente performanti.

F. Giannazzo, S. Sonde, V. Raineri and E. Rimini, Screening Length and Quantum Capacitance in Graphene by Scanning Probe Microscopy. *Nano Letters*, vol. 9 (2009), n.1, pp. 23-29.

## Semiconduttori

### Nanocristalli colloidali i mattoni del nanotech

Tra le varie famiglie di «mattoncini» di dimensioni nanometriche con le quali oggi è possibile realizzare microdispositivi per applicazioni nelle nano e bio-tecnologie, i nanocristalli colloidali, sintetizzati attraverso metodologie chimiche in soluzione, trovano diverse applicazioni: marcatura biologica, dispositivi elettro-ottici, memorie magnetiche, eccetera. I recenti progressi nella sintesi chimica consentono di creare nanocristalli robusti e facilmente maneggevoli per un'am-

pia serie di materiali, dimensioni e forme: in questo contesto si situa la tecnica di sintesi sviluppata presso il CNR di Lecce, per cui un nanocristallo sferico di un dato materiale semiconduttore (CdSe, selenurio di cadmio oppure ZnSe, selenurio di zinco) viene ricoperto con una shell (una sorta di guscio) asimmetrica a forma di bastoncino, di un altro materiale semiconduttore, nello specifico CdS.

Questi sistemi core-shell sono particolarmente interessanti, in quanto emettono luce linearmente

polarizzata e possono quindi essere facilmente assemblati fra di loro su dei substrati: mentre ad oggi la loro struttura elettronica risultava ancora poco chiara, il lavoro di ricerca CNR – svolto nell'ambito del Progetto europeo SANANO, cui hanno partecipato anche gruppi della Hebrew University of Jerusalem – ha permesso di chiarire attraverso misure effettuate con il microscopio ad effetto tunnel sul singolo nanocristallo l'esatta distribuzione degli elettroni. Attraverso un confronto con simulazioni teoriche è stato possibile ottenere esattamente il valore dell'allineamento delle bande fra i due materiali (CdSe e CdS, solfuro di cadmio) all'interno del nanocristallo.

D. Steiner, D. Dorfs, U. Banin, F. Della Sala, L. Manna e O. Millo, Determination of Band Offsets in Heterostructured Colloidal Nanorods Using Scanning Tunneling Spectroscopy. *Nano Letters*, 2008, 8 (9), pp. 2954-2958.

## Materiali

### Un nuovo approccio per svelare i segreti delle nanoparticelle

**L**e particelle metalliche nanometriche (o nanoparticelle, cioè aggregati di dimensioni comprese fra 1 e 100 nanometri) hanno caratteristiche che evolvono al variare delle dimensioni. Sono utilizzate in numerose applicazioni tecnologiche, dai sensori chimici (nasi artificiali) ai catalizzatori eterogenei (ad es. le marmitte catalitiche delle automobili), dalla registrazione magnetica ai dispositivi optoelettronici. Nanoparticelle molto interessanti sono le nanoleghe, composte da due o più specie metalliche diverse che hanno gradi di libertà – parametri che possono variare – sia nella composizione che nell'ordinamento chimico (la disposizione delle diverse specie metalliche nella particella), il che permette di modularne le caratteristiche. Questa libertà rende però difficile teorizzare la loro struttura – ovvero prevedere come gli atomi si disporranno nello spazio – il che è fondamentale per comprendere il loro comportamento. Uno studio congiunto dell'Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR di Pisa e dell'Istituto dei Materiali per l'Elettronica e il Magnetismo del CNR di Genova ha permesso di mettere a punto una strategia efficiente per prevedere la struttura di nanoleghe, basata sul riconoscimento dei motivi strutturali e su una combinazione di calcoli quantomeccanici e simulazioni che utilizzano forme analitiche empiriche: dal calcolo più sofisticato si estraggono informazioni necessarie per formulare espressioni empiriche con cui condurre simulazioni successivamente verificate a livello quantomeccanico in maniera autoconsistente. Questo approccio ha permesso di ampliare in maniera decisiva l'insieme dei sistemi accessibili a simulazioni rigorose e predittive, i cui risultati possono essere direttamente confrontati con le strutture di nanoleghe prodotte negli esperimenti in laboratorio.

R. Ferrando, A. Fortunelli e R. L. Johnston, Searching for the Optimum Structures of Alloy Nanoclusters. *Physical Chemistry, Chemical Physics*, 2008, 10, pp. 640-649.

## Materiali Compositi

### Scaffolds innovativi per la rigenerazione delle ossa

**U**n efficace processo di rigenerazione dei tessuti richiede un'adeguata progettazione di architetture micro/nanostrutturate (scaffolds) atte a veicolare la formazione del neotessuto. In questa prospettiva, una ricerca dell'Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici del CNR ha permesso di realizzare – attraverso la combinazione delle più avanzate tecniche nella produzione di scaffold porosi e tecniche di avvolgimento filamentare largamente impiegate nella produzione industriale di materiali compositi convenzionali – matrici porose innovative in policaprolattone (PCL) rinforzate con fibre di acido polilattico (PLA). Il dispositivo promette di essere un ottimo aiuto per la crescita di osso ex novo: l'in-

tegrazione delle fibre di acido polilattico rigidamente organizzate nella matrice di policaprolattone (distribuzione elicoidale) garantisce infatti un adeguato supporto meccanico nelle prime fasi della rigenerazione, mentre le cinetiche di degradazione dei materiali su scale temporali differenti consentono di guidare la formazione di nuovo osso attraverso una modifica progressiva della microstruttura dello scaffold e la definizione di vie preferenziali di crescita. Un accurato controllo della morfologia viene inoltre garantito dall'ottimizzazione dei parametri di processo, che promuovono la creazione di un ambiente ideale per l'attivazione e la corretta evoluzione dei processi biologici coinvolti nella rigenerazione ossea. Attraverso la combinazione di cinetiche di degradazione differenziate e requisiti di porosità tailor-made si realizzano vere e proprie guide morfologiche per la rigenerazione del tessuto osseo.

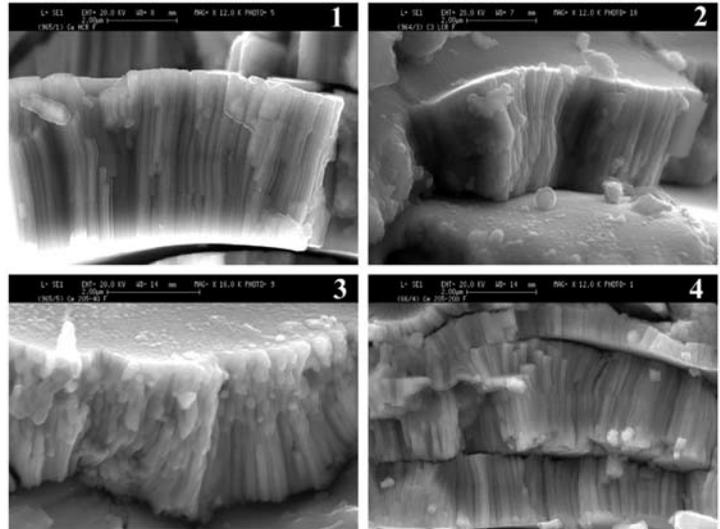
V. Guarino, F. Causa, P. Taddei, M. di Foggia, G. Ciapetti, D. Martini, C. Fagnano, N. Baldini, L. Ambrosio, Poly(lactic Acid) Fibre-Reinforced Polycaprolactone Scaffolds for Bone Tissue Engineering. *Biomaterials*, 29 (2008), pp. 3662-3670.

**Ottica**

## Nanotubi intrappolati per sensori di forza al femtonewton

**D**all'avvento del laser in poi, i progressi in campo ottico hanno generato una rivoluzione in fisica, biologia e nanotecnologia. Le pinzette ottiche (PO) sono tra gli strumenti più avanzati che l'attuale tecnologia ha reso possibile: basate su un fascio laser focalizzato, sono usate per intrappolare, manipolare e assemblare particelle dielettriche, cellule, nano strutture, nonché come trasduttori di forza, essendo in grado di misurare forze nell'ordine dei piconewton. L'intrappolamento ottico di particelle è una conseguenza della forza di radiazione che deriva dalla conservazione del momento del campo elettromagnetico: quando un fascio laser è focalizzato da una lente di elevata apertura numerica, la configurazione del campo è tale che la radiazione esercitata sulle particelle le intrappola entro la regione focale. È nata poi la microscopia a forza fotonica (Photonic Force Microscopy, PFM), grazie a una scansione di una sferetta dielettrica intrappolata su superfici in liquido e misurando la forza di interazione. L'Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR di Messina ha dimostrato l'intrappolamento di nanotubi di carbonio dispersi in acqua; è stata approfondita la dinamica e l'idrodinamica dei nanotubi in soluzione, misurando le fluttuazioni posizionali e angolari nella trappola e dimostrando che la risoluzione spaziale nanometrica e in forza al femtonewton si raggiunge con un'analisi delle tracce del moto browniano nella trappola. La geometria quasi-lineare dei nanotubi, con sezione nanometrica e lunghezze micrometriche, è la chiave per mantenere un intrappolamento stabile e una risoluzione spaziale nanometrica. Si eseguirà la selezione e la manipolazione ottica di nanotubi con la combinazione delle tecniche fornite dalle PO con quelle di spettroscopia ultrasensibile (Raman e fotoluminescenza).

O.M. Maragò, P.H. Jones, F. Bonaccorso, V. Scardaci, P.G. Gucciardi, A.G. Rozhin e A.C. Ferrari, Femtonewton Force Sensing with Optically Trapped Nanotubes. *Nano Letters*, Vol. 8 (2008), pp. 3211-3216.



Immagini di microfratture al microscopio elettronico a scansione.

**Materiali**

## Barriere termiche per isolare componenti critici dei motori avio

**I**n ambito aeronautico vengono ampiamente utilizzate barriere termiche in zirconia stabilizzata con ossidi ceramici (Thermal Barrier Coatings, prodotte utilizzando tecniche quali air plasma spray e low pressure plasma spray) per proteggere e isolare termicamente alcune componenti critiche dei motori aeronautici, permettendo così una temperatura di lavoro e rendimenti superiori, oltre a una migliore affidabilità in fase di esercizio. Indagini condotte dall'Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati del CNR hanno per la prima volta messo in luce che la composizione chimica di tali barriere può variare in funzione dei parametri e delle tecniche di deposizione, influenzando le proprietà termomeccaniche dei rivestimenti (resistenza allo shock termico, fatica) così da determinarne il ciclo di vita e la sicurezza. I fenomeni di superficie che possono

modificare la natura chimica delle barriere termiche riguardano ad esempio la diminuzione degli ossidi stabilizzanti, o variazioni di stato chimico tali da generare piccolissime destabilizzazioni strutturali (a livello micro o addirittura nano) e segregazioni di impurità su superfici esterne ed interne (bordo grano), con la pericolosissima conseguenza di rendere il materiale suscettibile di fratture. Le informazioni ottenute forniscono quindi indicazioni estremamente utili per la definizione della natura composizionale-morfologica dei materiali utilizzati e delle tecniche di deposizione più idonee, in modo da progettare barriere termiche più durevoli ed efficienti, con l'obiettivo di dare un significativo contributo al miglioramento della sicurezza di uno dei mezzi di trasporto più utilizzati, la cui affidabilità è un fondamentale fattore di fiducia per lo sviluppo economico.

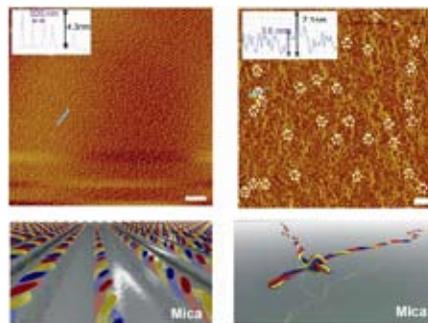
G. M. Ingo e T. de Caro, Chemical Aspects of Plasma Spraying of Zirconia-based Thermal Barrier Coatings. *Acta Materialia*, 2008 (56), pp. 5177-5187.

**Materiali**

## Giunzioni a singolo filo per dispositivi sempre più nano

L'interesse scientifico e tecnologico verso sistemi nanostrutturati a ridotta dimensionalità, i cosiddetti nanotubi, nanofili o nanonastrì, stimola la ricerca sulle potenziali applicazioni di tali strutture, ideali per una nuova generazione di componenti elettronici ed optoelettronici di dimensioni nanometriche. In particolare, lo studio delle proprietà funzionali di nanostrutture monodimensionali di ossidi metallici è tanto interessante quanto quello dedicato ai solidi covalenti a base di silicio o dei composti dei gruppi III e V. Una delle sfide tecnologicamente più affascinanti e dalle ricadute più promettenti è la fabbricazione di giunzioni di tipo p-n a singolo filo, ovvero cristalli semiconduttori composti da due zone di geometria tipicamente radiale (struttura di tipo *core-shell*) o longitudinale, in base all'applicazione cui esse sono dedicate. La ricerca condotta dal Laboratorio Sensor del CNR, ora parte dell'Istituto di Acustica Orso Mario Corbino ha permesso di ottenere per la prima volta due differenti tipologie di eterogiunzioni, utilizzando l'ossido di stagno e l'ossido di indio per costituire ciascuna parte dell'eterostruttura. Lo studio illustra il meccanismo di nucleazione e autoassemblaggio che regola l'intero processo di fabbricazione, dimostrando la possibilità di ottenere giunzioni differenti – di tipo *core-shell* o di tipo longitudinale – attraverso il controllo dei parametri di deposizione: risultati che contribuiscono significativamente alla ricerca nel settore dei nano dispositivi per applicazioni in campo dell'energetica, della fotonica, e della sensoristica.

A. Vomiero, M. Ferroni, E. Comini, G. Faglia, and G. Sberveglieri, Preparation of Radial and Longitudinal Nanosized Heterostructures of  $\text{In}_2\text{O}_3$  and  $\text{SnO}_2$ . *Nano Letters*, Vol. 7 (2007), pp. 3553-3558.



Strutture allungate in soluzione che precipitano in forma di lunghe fibre.

**Materiali**

## Superfici strutturate ottenute con l'aggregazione molecolare

La progettazione e lo studio di sistemi sopramolecolari che simulano strutture biologiche rappresentano la nuova frontiera della scienza dei materiali e delle nanotecnologie. La costruzione di strutture predefinite su superficie è uno degli aspetti più complessi nello sviluppo di nuovi materiali per applicazioni tecnologiche: se fino ad oggi era possibile annoverare un numero esiguo di esempi di superfici strutturate, spesso di piccole dimensioni, ottenute con procedimenti non litografici, nuove prospettive derivano dallo studio dell'aggregazione di sopramolecole otticamente attive, capaci cioè di ruotare il piano di polarizzazione della luce e di formare strutture anche periodiche, e del ruolo del solvente in tale processo.

L'Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR di Messina ha dimostrato – mediante un approccio spettroscopico, di dicroi-

simo circolare, scattering statico e dinamico di luce ed emissione di fluorescenza risolta nel tempo – che il processo aggregativo dipende in maniera determinante dal solvente e dalla concentrazione. Sopramolecole in idrocarburi, quali n-esano e cicloesano, danno luogo a strutture allungate in soluzione che precipitano sotto forma di lunghe fibre già a basse concentrazioni, mentre in cloroformio l'aggregazione avviene solo quando la soluzione viene depositata, in seguito all'evaporazione del solvente. Durante l'evaporazione, infatti, il flusso del solvente (*dewetting*) e l'aumento di concentrazione formano strutture micrometriche costituite da aggregati lineari ordinati ed equidistanti su scala nanometrica. Controllare e modulare queste strutture rende i sistemi auto-aggregati più versatili, sia nella progettazione che nell'impiego in dispositivi optoelettronici.

R. van Hameren, A. M. van Buul, M. A. Castriciano, V. Villari, N. Micali, P. Schön, S. Speller, L. Monsù Scolaro, A. E. Rowan, J. A. A. W. Elemans, e R. J. M. Nolte, Supramolecular Porphyrin Polymers in Solution and at the Solid-Liquid Interface. *Nano Letters*, Vol. 8 (2008), n. 1.

## Materiali

### Nuove connessioni tra il nanotech e le scienze molecolari

**L**e tecnologie basate su processi catalitici chimici sono oggi al centro dell'attenzione: si stima che almeno il 60% di tutte le sostanze oggi in commercio richiedano l'uso di catalizzatori in qualche stadio della loro sintesi.

Comprendere i meccanismi molecolari di tali processi è importantissimo per migliorare le attuali tecnologie e aprire nuovi scenari.

L'Istituto CNR di Scienze e Tecnologie Molecolari dell'Università degli Studi di Milano ha

contribuito a comprendere il meccanismo di attivazione dell'ossigeno mediante catalisi eterogenea: si è osservato il decadimento dell'attività di un catalizzatore eterogeneo costituito da particelle d'oro in seguito all'aggiunta progressiva di opportune molecole sonda (avvelenamento selettivo), comprendendo il meccanismo molecolare del processo secondo

cui gli attori principali – ossigeno e glucosio – reagiscono sulla superficie del catalizzatore, ove subiscono l'effetto positivo (promotore) o negativo (veleno) causato dai composti introdotti nell'ambiente di reazione (attori secondari) in base alla loro natura chimica (hard e soft). Il modello si basa su un catalizzatore costituito da sferoidi di oro assimilabili a molecole metalliche giganti (ad es. la macromolecola Au<sub>800</sub> contiene 800 atomi e ha un diametro di circa 3 nanometri), che hanno proprietà chimiche, fisiche e catalitiche condizionate dalla loro dimensione: il trasferimento di elettroni tra i reagenti è mediato dall'intera macromolecola d'oro e, perturbando il catalizzatore con minime quantità di molecole capaci di aumentarne o diminuirne la densità elettronica, aumenta o diminuisce l'attività catalitica. Oltre a descrivere il meccanismo di catalisi in maniera innovativa, lo studio apre nuove connessioni tra nanotecnologie e scienze molecolari, che possono aiutare a progettare materiali con particolari proprietà elettroniche.

C. Della Pina, E. Falletta, M. Rossi, A. Sacco, Selective Deactivation of Gold Catalyst. *Journal of Catalysis*, Vol. 263, Issue 1, 1 April 2009, pp. 92-97.

## Nanotecnologie

### Approcci innovativi per la realizzazione di lab-on-chip di nuova concezione

**L**e tecnologie nano e micro fluidiche trovano applicazione in diversi campi, in particolare nelle biotecnologie. La possibilità di controllare e manipolare volumi di fluido fino a decine di picolitri in canali nano e micro strutturati, e di realizzare chip multitasking in grado di integrare numerose funzioni diagnostiche o analitiche ha aperto un intero mercato, quello dei dispositivi microfluidici lab-on-a-chip. Si stima che questo possa raggiungere i 3 miliardi di dollari nel 2014, prevedendo l'applicazione di questi dispositivi non solo nei settori della biodiagnostica o drug discovery/delivery, ma anche in altri campi, dalla chimica all'agro-

alimentare. Nello sviluppo delle applicazioni e del mercato di tali chip, le tecnologie nano e micro litografiche su polimeri (come le litografie soffici) rivestono notevole importanza, perché permettono di produrre dispositivi altamente flessibili con bassi costi e con facilità di realizzazione. Il gruppo di ricerca CNR di Nanotecnologie della Materia Soffice, attivo presso il Laboratorio Nazionale di Nanotecnologie di Lecce, sviluppa tecnologie litografiche avanzate su materia soft, organica e biologica, realizzando nuovi nanomateriali polimerici biocompatibili e dispositivi microfluidici: recentemente esso ha dimostrato nuovi approcci a basso costo per la realizzazione di microcanali compatibili con l'impiego di solventi organici, basati su materiali polimerici di nuova concezione (Solway-Solexis, Dr. A. Zompatori). Queste tecnologie consentono di conservare le proprietà di flessibilità strutturale dei polimeri e di produrre connessioni di alta qualità tramite cui iniettare o aspirare i liquidi e gli analiti di interesse nei dispositivi.

C. De Marco, S. Girardo, E. Mele, R. Cingolani, D. Pisignano, Ultraviolet-based Bonding for Perfluoropolyether Low Aspect-ratio Microchannels and Hybrid Devices. *Lab on a Chip*, Vol. 8 (2008), p. 1394.

## Nanotecnologie

### Lab-on-chip integrati con tecniche avanzate di analisi ottica

Un dispositivo lab-on-a-chip intende replicare un vero e proprio laboratorio biologico su un chip: uno straordinario risultato reso possibile grazie a tecniche di microfluidica per cui minime quantità di liquidi fluiscono lungo canali microscopici. Questo approccio ha portato a enormi progressi, basti pensare alla possibilità di separare campioni a livello molecolare in un chip delle dimensioni di un francobollo. I vantaggi di tali dispositivi lab-on-a-chip sono però frustrati dalla necessità di strumentazione esterna ingombrante per l'identificazione delle molecole che fluiscono nei chip stessi. Oggi, grazie alle competenze di microfabbricazione con laser a femtosecondi dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR è possibile progettare lab-on-a-chip in grado di integrare la rivelazione ottica: è possibile cioè utilizzare il fascio laser come un microscopico pennino in grado di tracciare nel volume del materiale strutture fisiche in 3-dimensioni. Con questa tecnica è stato possibile scrivere guide d'onda in lab-on-a-chip di vetro che convogliano la luce necessaria all'analisi ottica delle molecole nel microcanale.

Recenti sviluppi applicativi di questi risultati hanno portato alla rivelazione integrata di frammenti di DNA per una diagnosi rapida della predisposizione a malattie genetiche, che in prospettiva potrà essere decentrata nei singoli studi medici. Lo studio – frutto di un progetto finanziato dalla Comunità Europea e svolto in collaborazione con partner accademici ed industriali – è riportato anche in un articolo divulgativo nella pagina ICT results della Comunità Europea.

R. Martinez Vazquez, R. Osellame, D. Nolli, C. Dongre, H. van den Vlekkert, R. Ramponi, M. Pollnau, and G. Cerullo, Integration of femtosecond laser written optical waveguides in a lab-on-chip. *Lab on a Chip*, 9 (2009), pp. 91-96.

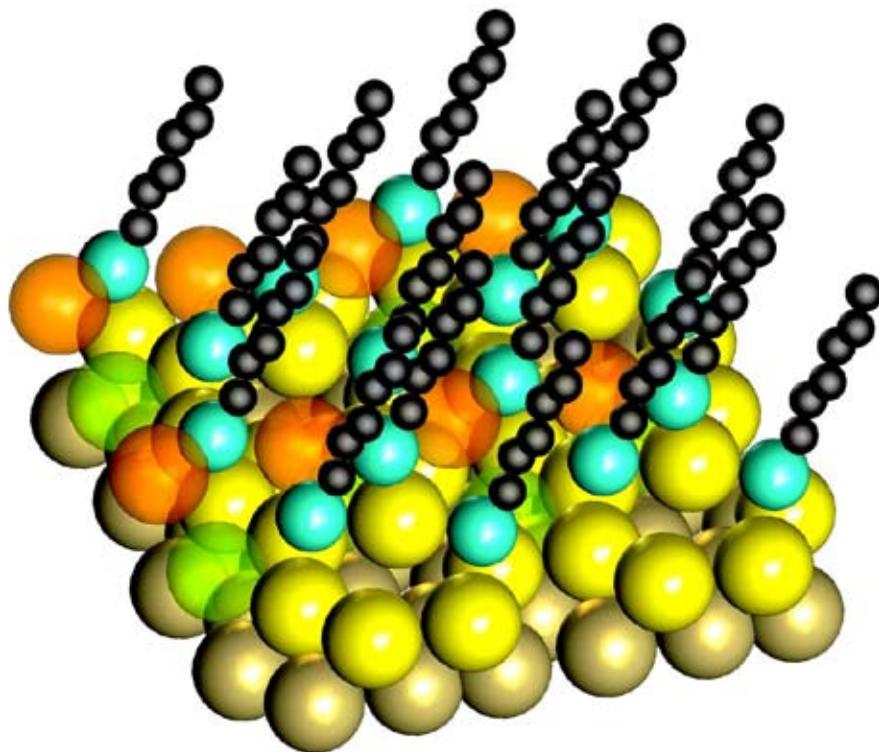
## Materiali

### Microbiosensori sferici per rilevare marcatori molecolari

L'attuale ricerca biomedica ha tra gli obiettivi quello di sviluppare sensori in grado di indicare la presenza di marcatori specifici per la diagnosi di patologie degenerative o tumorali, anche in uno stadio molto precoce. Un approccio innovativo allo sviluppo di sensori optoelettronici è rappresentato dall'impiego di microsferi di vetro, opportunamente funzionalizzate: una sfera è un risonatore in cui la luce continua a propagarsi per tempi e lunghezze molto grandi, limitate solo dall'assorbimento del materiale che costituisce la sfera o dalla diffusione della luce causata da imperfezioni della superficie. Tale capacità di intrappolare a lungo la luce è espressa numericamente dal fattore di qualità del ri-

sonatore: una microsfera in vetro (con diametro di 50-200 micron, circa il diametro di un capello) costituisce un dispositivo miniaturizzato con un fattore di qualità estremamente alto, molto maggiore rispetto ai risonatori convenzionali già usati in ottica. Un tale microrisonatore è un sensore ideale: qualsiasi cambiamento sulla sua superficie e nel materiale circostante provoca una diminuzione del fattore di qualità; la sensibilità a tali cambiamenti è elevatissima, potenzialmente in grado di rivelare una singola molecola che si deposita sulla superficie. L'Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara del CNR – che ha già sviluppato tecniche efficienti di fabbricazione delle microsferi e di iniezione della luce, nonché altri biosensori ottici – ha dimostrato le potenzialità di un microbiosensore sferico, verificando la possibilità di rivestire la microsfera, senza limitarne il fattore di qualità, con film polimerici recanti elementi per riconoscere i marcatori molecolari.

S. Soria, F. Baldini, S. Berneschi, F. Cosi, A. Giannetti, G. Nunzi Conti, S. Pelli, G. C. Righini, e B. Tiribilli, High-Q polymer-Coated Microspheres for Immunosensing Applications. *Optics Express*, Vol. 17 (2009), Issue 17, pp. 14694-14699.



Modello atomico di Alcantioli su Oro. Gli Alcantioli (zolfo in azzurro) scalgano dal substrato degli atomi (in arancione) lasciando dei buchi su una superficie altrimenti compatta.

## Materiali

### Risolto il mistero degli Alcantioli le molecole organiche del futuro

Una questione che per molto tempo ha diviso scienziati sperimentali e teorici è quella relativa al comportamento di un'importante classe di molecole organiche, gli alcantioli, largamente impiegati per modificare le caratteristiche fisiche, elettroniche e chimiche della superficie dei metalli.

Oggi, cinque anni di

ricerche e il lavoro di un team internazionale coordinato dal Laboratorio TASC dell'Istituto per l'Officina dei Materiali del CNR hanno posto fine alla controversia, individuando e spiegando il meccanismo con cui queste molecole – composte da un atomo di zolfo legato a una catena di carboni idrogenati – si legano alla super-

ficie dell'oro ricoprendolo omogeneamente. Lo studio ha rivelato in particolare come lo zolfo del tiolo scaldi gli atomi di oro dalla superficie, innescando un processo di scambio degli atomi scaldati tra le molecole che genera uno stato di disordine dinamico, da cui la passata difficoltà nel risolvere il sistema.

Solo l'interazione elettrostatica tra le catene alchiliche di carbonio si oppone alla dinamica del disordine: lo strato organico può quindi essere congelato in una fase ordinata

incrementando la lunghezza delle catene alchiliche.

Fondamentale nel risolvere la questione è stato il lavoro sperimentale svolto presso la linea di luce Aloisa, una stazione sperimentale multitecnica (spettroscopie e diffrazione con raggi X) del Laboratorio TASC (IOM-CNR) ad Elettra (Trieste). Le misure strutturali hanno infatti permesso di individuare gli ingredienti per migliorare le capacità predittive dei modelli teorici, capacità che permettono ora di prevedere già in fase di progettazione le caratteristiche dei diversi prototipi per applicazioni in campo elettronico, sensoristico e biomedicale.

Nella sensoristica e nella biomedicina, le catene dei tioli vengono modificate chimicamente in modo da legare e immobilizzare specifiche molecole (anche proteine) sulla superficie dei metalli. In elettronica organica, il rivestimento degli elettrodi con alcantioli permette invece di aumentare l'efficienza dei dispositivi organici, ormai avviati a sostituire quelli al silicio per i costi di produzione inferiori e il minor impatto ambientale.

Il risultato è frutto di una collaborazione internazionale tra gruppi sperimentali e teorici, che ha coinvolto anche Sincrotrone Trieste, Sissa, ICTP, Università di Trieste, Università di Pennsylvania e Università di Princeton.

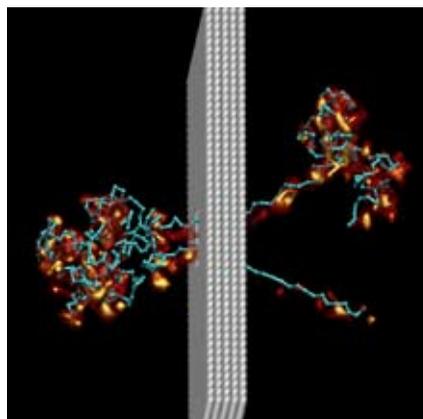
A. Cossaro, R. Mazzarello, R. Rousseau, L. Casalis, A. Verdini, A. Kohlmeyer, L. Floreano, S. Scandolo, A. Morgante, M.L. Klein, G. Scoles, X-ray Diffraction and Computation yield the Structure of Alkanethiols on Au(111). *Science*, 321 (2008) 943.

**Spettroscopia**

**L'impronta digitale degli alimenti OGM**

**G**li alimenti geneticamente modificati sono alimenti nel cui DNA sono state introdotte dall'esterno modifiche per conferire loro nuove proprietà e abilità. Si può accorciare il tempo di maturazione di una pianta, o la si può rendere meno attaccabile da agenti patogeni o più resistente alle basse temperature. Modifiche genetiche possono avere diversi effetti sulla pianta e indurre modifiche sul suo metabolismo: è quindi importante sviluppare metodologie in grado di rilevare possibili effetti indesiderati dovuti alle modifiche stesse. La spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) utilizzata dai ricercatori dell'Istituto di Metodologie Chimiche del CNR è una metodologia in grado di fornire una vera e propria impronta digitale dell'alimento, ossia il suo profilo metabolico, e individuare i diversi metaboliti presenti nel prodotto. Nel caso di prodotti OGM, il protocollo messo a punto prevede un confronto tra il profilo metabolico del prodotto geneticamente modificato e il profilo metabolico del prodotto di controllo non GM: sono stati così effettuati studi su pomodori, lattughe e mais GM. Lo studio ha riportato il confronto tra il profilo metabolico di alcuni campioni di mais transgenico (gene Cry1A-b) e alcuni di mais non transgenico: i risultati mostrano che i campioni di mais GM contengono gli stessi metaboliti dei campioni non GM ma in quantità diversa. Nei campioni di mais transgenico è maggiore il contenuto di acido citrico, glicina-betaina, trealosio ed etanolo: questa diversità permette – grazie ad opportune elaborazioni statistiche – di distinguere campioni OGM e non OGM e di avere informazioni sul tipo e sulle quantità dei metaboliti.

F. Piccioni, D. Capitani, L. Zolla, L. Mannina, NMR Metabolic Profiling of Transgenic Maize with the Cry1A(b) Gene. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 6041-6049 (2009).



Due segmenti di DNA in fase di traslocazione attraverso una membrana cellulare.

**Modelli Multiscala**

**Come identificare la composizione genetica di molecole biopolimeriche**

**L** passaggio attraverso la membrana cellulare di biopolimeri rappresenta un meccanismo fondamentale in molti processi biologici e di interesse nano-tecnologico quali le infezioni virali, il sequenziamento del DNA, o lo sviluppo di terapie geniche. Molti gruppi di ricerca sono impegnati nella messa a punto di esperimenti volti a identificare la composizione genetica di molecole biopolimeriche, come il DNA, attraverso la rilevazione del segnale elettrico generato al passaggio delle stesse attraverso nanocanali sintetici. Tecniche di questo tipo offrono una prospettiva di processamento ultraveloce, nell'ordine di un milione di basi al secondo, permettendo, per dare un'idea, la decodifica di un intero genoma umano in circa un'ora.

Lo studio sperimentale dei processi di traslocazione biomolecolare è

però molto complesso e costoso e richiede l'ausilio di avanzate tecniche di modellistica matematico/fisica e di calcolo numerico. La figura in alto, ad esempio, risultato di una simulazione realizzata con il codice di calcolo multiscala MUPHY, sviluppato dall'Istituto Applicazioni del Calcolo e dalla School of Engineering and Applied Sciences di Harvard, mostra due segmenti di DNA in fase di traslocazione attraverso una membrana cellulare, sotto l'effetto di un campo elettrico esterno. La nuvola colorata intorno alla molecola rappresenta la cosiddetta sinergia idrodinamica, una misura quantitativa del moto orchestrato delle circostanti molecole di solvente (principalmente acqua), che accompagnano e facilitano il processo di traslocazione stesso.

M. Bernaschi, S. Melchionna, S. Succi, M. Fyta and E. Kaxiras, Quantized Current Blockade and Hydrodynamic Correlations in Biopolymer Translocation Through Nanopores: Evidence from Multiscale Simulations. *Nano Letters*, 8 (2008), p. 1115.

## Spettroscopia

### La struttura elettronica delle molecole chirali

**L**e molecole chirali, dal greco *cheir* (mano), non sono sovrapponibili alla loro immagine speculare. Sono tali gli aminoacidi, le proteine, gli zuccheri e circa il 50% dei principi attivi dei medicinali. Lo studio della struttura elettronica delle molecole chirali si effettua per mezzo della luce polarizzata circolarmente: una sonda non simmetrica per riflessioni speculari. Esse rispondono diversamente alle due polarizzazioni circolari, ed è proprio la differenza (dicroismo) a fornire informazioni sulle proprietà strutturali ed elettroniche delle molecole. Con lo sviluppo delle sorgenti di luce di sincrotrone si è esteso il dicroismo all'emissione di elettroni per fotoionizzazione – una molecola, dopo avere assorbito un fotone ultravioletto, emette un elettrone (spettroscopia di fotoemissione) – unendo così le proprietà di studio degli orbitali molecolari alle proprietà strutturali di carattere chirale. È emerso che la probabilità di emettere un elettrone dalla molecola chirale dipende dalla polarizzazione della luce e la differenza tra queste probabilità genera una modulazione oscillante del numero degli elettroni fotoemessi in funzione dell'energia cinetica dell'elettrone. Questo segnale è una vera e propria impronta digitale dell'orbitale molecolare e della struttura di una molecola chirale. Mediante questa spettroscopia e opportuni calcoli di natura quanto-meccanica, l'Istituto di Struttura della Materia del CNR di Roma ha evidenziato l'influenza delle conformazioni di una molecola chirale sugli orbitali molecolari, contribuendo allo studio delle proprietà elettroniche delle conformazioni stesse, rilevante per il controllo della loro differente reattività in ambiente biologico, nella produzione di farmaci e nelle nanotecnologie.

S. Turchini, D. Catone, G. Contini, N. Zema, S. Irrera, M. Stener, D. Di Tommaso, P. Decleva, e T. Prosperi, Conformational Effects in Photoelectron Circular Dichroism of Alaninol. *ChemPhysChem*, 10 (2009), pp. 1839-1846.

## Bioinformatica

### Nuovi modelli computazionali a sostegno della ricerca biomedica

**L**e attuali tecnologie utilizzate in genomica e proteomica permettono di ottenere grosse quantità di dati sperimentali a livello molecolare. D'altra parte, in biologia matematica, la maggioranza dei modelli numerici descrive la dinamica del sistema a livello cellulare. Nello studio di fenomeni biologici complessi con metodi quantitativi è quindi cruciale la questione di come integrare i due livelli di rappresentazione in un modello computazionale in grado di sfruttare pienamente i dati di genomica e proteomica e, allo stesso tempo, di prendere in considerazione i meccanismi rilevanti a livello sistemico. A tal proposito, la modellistica basata su agenti (Agent-based Modeling) sta emergendo come uno dei più utili paradigmi computazionali

nella systems biology.

Ricercatori dell'Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone del CNR hanno descritto un modello ad agenti per la simulazione multi-livello di meccanismi intra-cellulari (microscopici) e inter-cellulari (mesoscopici) che sottendono fenomeni di ipersensibilità (i.e., allergie). Il lavoro suggerisce l'uso combinato di dati microarray di espressione genetica e della modellistica multi-livello ad agenti. I dati microarray permettono di tradurre le caratteristiche fenotipiche in una rete di regolazione genica (Genetic Regulatory Network, GRN), mentre la modellistica ad agenti viene usata nella simulazione della cinetica macroscopica della risposta del sistema immunitario.

Questo approccio fornisce uno strumento di simulazione per esperimenti virtuali di knockouts, dove l'espressione di uno o più geni viene inibita per osservare l'effetto a livello sistemico.

D. Santoni, M. Pedicini, F. Castiglione, Implementation of a Regulatory Gene Network to Simulate the TH1/2 Differentiation in an Agent-based Model of Hypersensitivity Reactions. *Bioinformatics*, 2008 (IF=4,328).

Chimica

## Farmaci anti-tumorali più efficaci grazie a nuove sintesi molecolari

**E**stratta per la prima volta nel 1966 da un albero cinese, la *Camptotheca acuminata* è un alcaloide chinolinico naturale con proprietà anti-tumorali. La statunitense Food and Drug Administration, l'agenzia che detta le linee guida per l'approvazione e l'impiego di nuovi farmaci, ha autorizzato l'utilizzo di due suoi derivati semi-sintetici per il trattamento dei tumore alle ovaie, ai polmoni ed al colon retto: il topotecan e l'irinotecan. La loro efficacia sull'uomo è tuttavia limitata per alcuni inconvenienti, quali la scarsa solubilità in acqua della camptotecina e il fatto che, a PH fisiologico, essa forma un suo carbossilato che, a contatto con la sieralbumina umana – proteina presente in muscoli, latte e plasma sanguigno – forma un complesso altamente tossico che si accumula nei reni. La comunità chimica internazionale si è quindi sforzata di realizzare un derivato della camptotecina senza tali inconvenienti.

L'Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività del CNR, ha studiato modifiche ad un particolare anello dello scheletro molecolare della camptotecina, mettendo a punto un processo di sintesi che dia accesso in modo semplice ed efficiente a una nuova gamma di derivati. Tali composti sono stati studiati in vitro per valutarne l'efficacia anti-tumorale in rapporto ai farmaci attualmente in uso, rivelando che, nonostante una generale diminuzione dell'attività biologica, il grado di entità e persistenza del danno causato al DNA della cellula malata da parte del farmaco rimane inalterato rispetto ai composti di riferimento (test di cleavage): ciò è vero in particolare per uno dei composti sintetizzati, il 18b, che è quello con maggiore stabilità del complesso molecolare.

C. Samori, A. Guerrini, G. Varchi, G. Fontana, E. Bombardelli, S. Tinelli, G. Luca Beretta, S. Basili, S. Moro, F. Zunino, e A. Battaglia, Semisynthesis, Biological Activity, and Molecular Modeling Studies of C-Ring-Modified Camptothecins. *J. Med. Chem.*, 2009, 52 (4), pp. 1029-1039.

Biomateriali

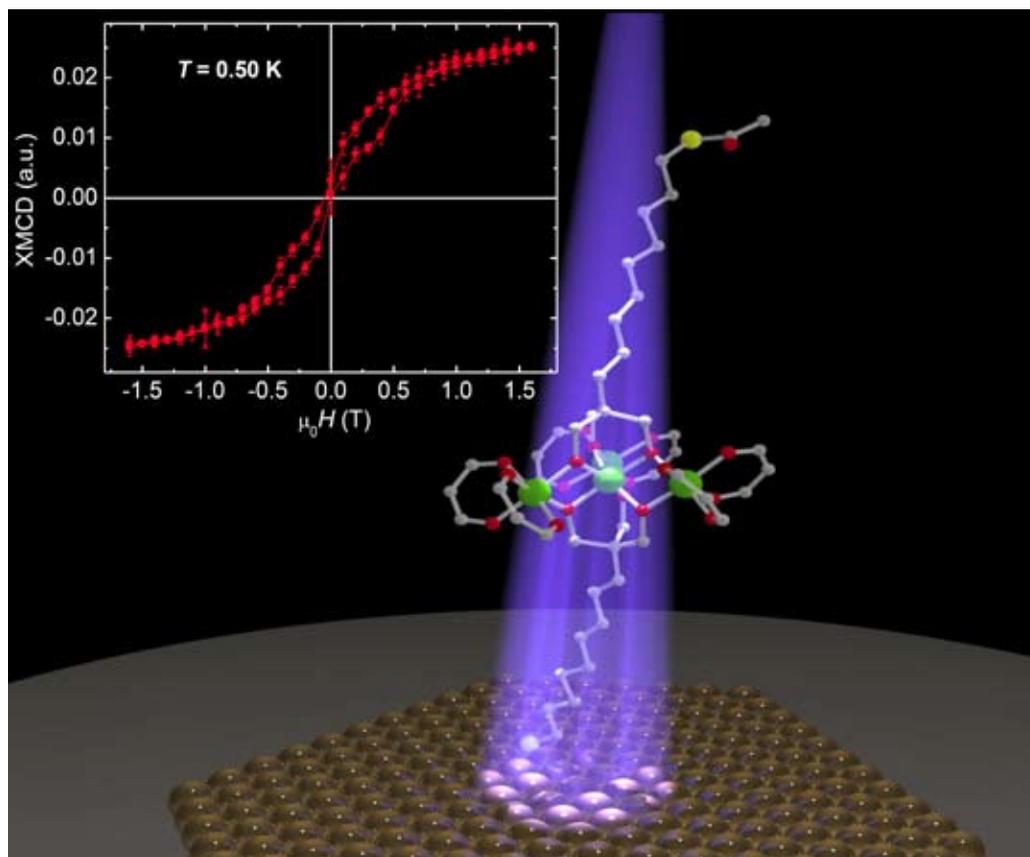
## Test farmacologici alternativi con un bioreattore a membrana

**L'**Istituto per la Tecnologia delle Membrane del CNR ha sviluppato un bioreattore a membrana epatico con le stesse funzioni di sintesi, detossificazione ed escrezione del fegato in vivo, che testa la tossicità e il metabolismo epatico di farmaci, in alternativa alla sperimentazione animale, e accelera lo sviluppo di nuove molecole e nuove terapie; esso classifica, inoltre, la tossicità delle sostanze che l'UE regola nel *Reach* – Registrazione, Valutazione, Autorizzazione e Restrizione delle sostanze chimiche.

Il bioreattore è costituito da membrane polimeriche artificiali a forma di fibre cave e da cellule epatiche umane isolate da biopsie e da organi non idonei al trapianto: le membrane fanno da supporto per l'adesione delle cellule epatiche, facilitando l'organizzazione spaziale delle cellule in vitro, e consentono il trasporto selettivo di molecole da e verso le cellule, necessario per l'equilibrio del

microambiente cellulare. Il bioreattore ha due fasci di fibre polimeriche con diverse caratteristiche di permeabilità, assemblate in maniera alternata e perpendicolare per svolgere funzioni diverse: fibre in polietereeterchetone modificato trasportano ossigeno, sostanze nutritive e molecole da metabolizzare, mentre fibre in polietersulfone allontanano i prodotti di sintesi e di scarto dal compartimento cellulare simulando così le funzioni del nostro sistema arterioso e venoso. Le fibre nel bioreattore formano un network che fornisce un'ampia superficie per l'adesione delle cellule e assicura un trasporto efficiente di nutrienti e di metaboliti. Le cellule epatiche nel bioreattore rimangono vitali per lungo tempo, con funzioni di sintesi di proteine plasmatiche come l'albumina, di urea e di biotrasformazione di farmaci agli stessi livelli del fegato in vivo.

L. De Bartolo, S. Salerno, E. Curcio, A. Piscioneri, M. Rende, S. Morelli, F. Tasselli, A. Bader, E. Drioli, Human Hepatocyte Functions in a Crossed Hollow Fiber Membrane Bioreactor. *Biomaterials*, 2009, 30, pp. 2531-2543



Rappresentazione della struttura finale del materiale nanostrutturato e (in alto) il risultato ottenuto mediante le misure di dicroismo circolare magnetico con raggi X.

## Nanotecnologie

### Molecole magnetiche per le memorie del futuro

Una delle maggiori sfide scientifiche di questi anni è la miniaturizzazione delle memorie dei calcolatori, i bit. Andando sempre avanti negli studi, sarà possibile mettere a punto memorie magnetiche molecolari, che si svilupperanno attraverso la progettazione e la sintesi di molecole magneticamente attive, la loro organizzazione in strutture nanometriche e il perfezionamento di tecniche di lettura e scrittura dell'informazione

che esse possono contenere.

Una delle classi più note di molecole funzionali sono i cosiddetti Magneti a Singola Molecola, che a bassa temperatura si comportano come magneti nanometrici: una molecola, un bit. Questo tipo di molecole è attualmente studiato in tutto il mondo grazie all'impulso dato negli anni '90 dal gruppo fiorentino di Dante Gatteschi e Roberta Sessoli, che ha scoperto il primo sistema di questo

tipo. Recentemente, grazie agli studi di questo gruppo, che ha collaborato con colleghi dell'Università di Modena e dell'Università Pierre et Marie Curie di Parigi, è stato possibile ottenere una nanostrutturazione su una superficie di una classe di queste molecole magnetiche: si è riusciti cioè ad ancorare, in maniera controllata, un singolo strato di molecole su una superficie d'oro sfruttando il metodo di auto-assemblaggio molecolare. Il team si è avvalso poi di una tecnica di indagine basata sull'uso di raggi X circolarmente polarizzati per rilevare le proprietà magnetiche di

quantità infinitesimali di queste molecole: lavorando a temperature prossime allo zero assoluto, è stato possibile dimostrare, per la prima volta, che le sorprendenti caratteristiche dei magneti a singola molecola si conservano anche una volta che le molecole si trovano isolate su una superficie e ancorate a un materiale conduttore. Questo risultato ha segnato un passo importante verso la realizzazione di dispositivi di tipo molecolare, suggerendo il *modus operandi* corretto per controllare e studiare singole molecole dalle proprietà così complesse.

M. Mannini, F. Pineider, Ph. Sainctavit, C. Danieli, E. Otero, C. Sciancalepore, A.-M. Talarico, M.-A. Arrio, A. Cornia, D. Gatteschi, R. Sessoli, Magnetic Memory of a Single-Molecule Quantum Magnet Wired to a Gold Surface. *Nature Materials*, 8, pp. 94-197 (2009)

**Nanotecnologie**

**Polimeri conduttori di materiali organici**

**P**er realizzare dispositivi elettroluminescenti come gli Organic Light Emitting Diodes (OLED) ci si avvale sempre di più di polimeri coniugati – o polimeri conduttori elettronici – di materiali organici semiconduttori, facilmente modificabili attraverso l'utilizzo di gruppi funzionali.

Il National Nanotechnology Laboratory del CNR-INFN di Lecce ha studiato il processo di fluorurazione – trattamento per cui atomi di fluoro sono introdotti nel polimero stesso – come strategia per spostare l'emissione nel blu, colore necessario per realizzare OLED bianchi per illuminazione. Sono state analizzate le proprietà vibrazionali di uno dei polimeri coniugati più utilizzati, il polifenilenevinilene (PPV), confrontando le proprietà di un PPV fluorurato sui doppi legami con quelle del corrispondente polimero non fluorurato, con tecniche di spettroscopia Raman e calcoli teorici. Si è visto che la principale differenza fra gli spettri Raman dei polimeri fluorurati e non è dovuta ai modi di elongazione del legame carbonio-carbonio dei gruppi vinili. Da un confronto con le simulazioni teoriche degli spettri Raman su oligomeri modello, si è dimostrato che queste differenze si originano dalla grande distorsione molecolare presente nei polimeri fluorurati, dovuta alla repulsione degli atomi di fluoro sui doppi legami con gli atomi di ossigeno del polimero: questo stesso effetto di distorsione è responsabile anche dello spostamento nel blu della luce emessa. Questa ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto Fibr Sinergy, finanziato dal MIUR, che ha coinvolto strutture nazionali di ricerca specializzate in diverse discipline (sintesi chimica, tecniche di spettroscopia, approccio teorico) a Bari, Genova, Lecce e Pavia.

M. Piacenza, D. Comoretto, M. Burger, V. Morandi, F. Marabelli, C. Martinelli, G. M. Farinola, A. Cardone, G. Gigli, e F. Della Sala, Raman Spectra of Poly(p-phenylenevinylene)s with Fluorinated Vinylene Units: Evidence of Inter-ring Distortion. *ChemPhysChem*, 10 (2009), pp. 1284-1290.

**Conservazione**

**Risonanza magnetica per i manufatti lapidei**

**L'**acqua condiziona molto la conservazione di manufatti lapidei e litoidi, entrandovi in contatto attraverso la pioggia, la risalita capillare dal terreno o per condensazione dell'umidità atmosferica. Questa è influenzata dall'umidità, dalla temperatura ambiente, dalle caratteristiche del materiale (architettura dello spazio poroso) e dai sali deliquescenti, come il nitrato di calcio. Lo studio della cinetica di condensazione del vapore in strutture porose con sali deliquescenti permette di capire alcuni fenomeni che causano il degrado di opere d'arte in ambienti confinati e di indi-

viduare le condizioni di vulnerabilità di materiali come pietre e intonaci. L'analisi delle distribuzioni dei tempi di rilassamento ( $T_1$  e  $T_2$ ) del nucleo di idrogeno ( $^1\text{H}$ ) dell'acqua mediante Risonanza Magnetica Nucleare è una tecnica d'indagine molto utile per determinare il contenuto d'acqua, seguire la cinetica di condensazione del vapore in strutture porose con nitrato di calcio, valutare la distribuzione dimensionale dei pori contenenti acqua liquida. Con tale tecnica, l'Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali del CNR ha studiato tre litotipi, simili ma con struttura porosimetrica diversa, evidenziando due comportamenti: l'acqua condensata in un mezzo poroso contenente sali deliquescenti è maggiore della somma dell'acqua assorbita dalla stessa quantità di sale posto su una superficie piana e di quella assorbita dalla pietra non contaminata; la diversa architettura dello spazio poroso regola sia la condensazione di vapore e la migrazione dell'acqua in determinate classi dimensionali di pori che la cinetica di condensazione.

M. Gombia, V. Bortolotti, R. J. S. Brown, M. Camaiti, L. Cavallero e P. Fantazzini, Water Vapor Absorption in Porous Media Polluted by Calcium Nitrate Studied by Time Domain Nuclear Magnetic Resonance, *Journal of Physical Chemistry B*, Vol. 113, No. 31;10580-6, 2009

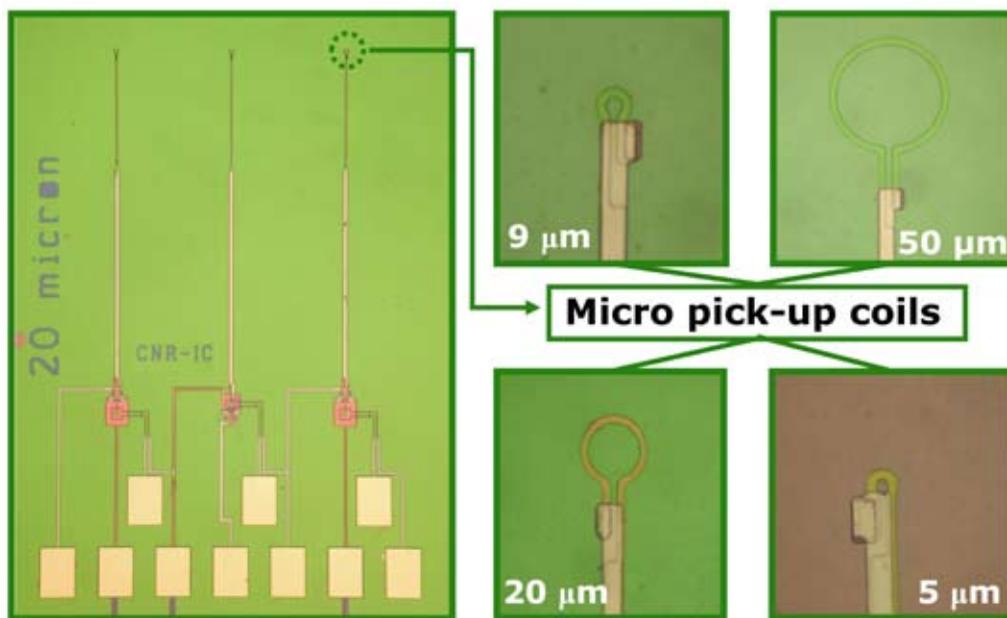


Foto di un chip contenente tre micro-SQUID (foto a sinistra). La bobina di cattura del flusso magnetico indicata con un cerchio verde in figura ha un diametro che varia da 5  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$  a seconda del tipo di misura che si intende fare. Per la misura delle correnti spontanee è stato impiegato il sensore con la risoluzione spaziale più alta ossia quello con la bobina di 5  $\mu\text{m}$  di diametro.

## Superconduttori

### Microsensori per rivelare correnti spontanee un passo avanti verso i computer quantistici

La realizzazione dei computer quantistici del futuro – che effettueranno operazioni altrimenti impossibili con i computer classici – passa attraverso la capacità di disporre di elementi di base in cui immagazzinare l'informazione, i cosiddetti *quantum bit*. Tra i vari candidati alla realizzazione di questi elementi – si parla di fotoni nell'infrarosso, ioni o atomi intrappolati, spin nucleari di molecole in soluzione liquida, dispositivi a stato solido tali da costituire i mattoni di questi avanzatissimi pc – i dispositivi *superconduttori* a stato solido sono ritenuti i più promettenti in termini di affidabilità e prestazioni: un'ulteriore conferma in questo senso arriva dall'Istituto di Cibernetica del CNR, che ha progettato, fabbricato e caratterizzato specifici sensori (micro-SQUIDS, vedi figura

in alto) in grado di rilevare correnti spontanee persistenti che si creano proprio in questo tipo di dispositivi.

Secondo le previsioni delle più avanzate teorie di fisica moderna, infatti, in particolari strutture costituite da anelli superconduttori interrotti da un numero dispari di giunzioni (due superconduttori separati da una sottilissima barriera di materiale ferromagnetico), al di sotto di una certa temperatura detta di transizione si generano delle correnti spontanee circolanti all'interno degli anelli stessi (che nell'esperimento erano costituiti di niobio). Tali correnti generano un campo magnetico che può essere rilevato solo tramite dispositivi estremamente sensibili e dalla risoluzione spaziale adeguata (gli anelli in questione hanno un diametro

di appena qualche decina di micrometri): i microsensori SQUID realizzati presso l'Istituto di Cibernetica hanno permesso non solo di ottenere nitide immagini magnetiche delle strutture superconduttive, ma anche di confermare le previsioni – effettuate finora solo a livello teorico – per cui solo in campioni contenenti anelli con un numero dispari di giunzioni si osserva, in assenza di campo magnetico esterno, la formazione di correnti spontanee persistenti.

L'esperimento ha permesso inoltre di monitorare la transizione del fenomeno al variare della temperatura, acquisendo immagini magnetiche a varie temperature: come atteso, per temperature superiori a quella di transizione non sono state rilevate correnti spontanee, mentre appena al di sotto del valore atteso ( $\approx 3$  K) è stato chiaramente rilevato dallo SQUID un flusso magnetico generato dalle correnti spontanee.

C. Granata e M. Russo, Imaging Spontaneous Currents in Superconducting Arrays of pi-junctions. *Nature Physics* 4 (2008), pp. 32-36.

**Chimica-Fisica**

Le peculiari proprietà  
dei sali liquidi  
a temperatura ambiente

I sali liquidi a temperatura ambiente (SLTA) sono liquidi formati solo da ioni: la complessità della struttura e delle interazioni in questi materiali induce proprietà molto peculiari che sono di estremo interesse per molte applicazioni: sintesi, separazioni (bio)catalisi, elettrochimica, lubrificazione. Lo studio delle correlazioni tra le proprietà macroscopiche di tali elementi e le loro caratteristiche strutturali e dinamiche a livello microscopico rientra tra le attività dell'Istituto per i Processi Chimico-Fisici (Sezione di Messina) e di Struttura della Materia del CNR, che si avvale di tecniche di diffrazione di raggi X e neutroni presso sincrotroni e reattori nucleari.

Recentemente si è applicata la diffrazione di raggi X a basso angolo (SAXS, tecnica consolidata per caratterizzare la struttura dei materiali sulla scala nanometrica) a una serie di SLTA con diversa lunghezza della catena alchilica: i dati hanno messo in evidenza una caratteristica morfologica dei SLTA: essi, a causa della loro struttura chimica, danno luogo a fenomeni di auto-aggregazione, cioè presentano un elevato grado di ordine a lungo raggio non presente nei liquidi convenzionali, e la cui estensione spaziale dipende linearmente dalla lunghezza della catena alchilica. Tale organizzazione è la conseguenza della diversa natura delle interazioni tra le cariche (potenziali elettrostatici) e le catene alchiliche (potenziali Van der Waals) che coesistono nei SLTA. La copresenza di regioni polari e domini a composizione organica è quindi responsabile per le inusuali proprietà di questi materiali che sono in grado di solubilizzare sia composti polari che apolari. Tali risultati indicano che le catene tendono a segregare in domini nanometrici immersi in una matrice ionica.

A. Triolo, O. Russina, B. Fazio, R. Triolo, E. Di Cola, Morphology of 1-Alkyl-3-Methylimidazolium Hexafluorophosphate Room Temperature Ionic Liquids. *Chemical Physics Letters*, 457 (2008), pp. 362-365.



Ceramiche a punta policroma (A) e a fondo ribassato (B).

**Chimica**

Ricostruita le tecnologia utilizzata  
nelle ceramiche di Castelfiorentino

Recenti ricerche dell'Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici del CNR hanno permesso di ricostruire la tecnologia utilizzata a Castelfiorentino tra il XV e il XVII secolo per produrre ceramiche ingobbiate e graffite a punta policroma e a fondo ribassato. Tale produzione utilizzava argille plioceniche locali, impiegate fin dall'epoca etrusca, per la realizzazione dei corpi ceramici. Lo studio ha individuato due tipi di ingobbio, relativi a un approvvigionamento distinto di materia prima. Il primo deriva da un'argilla povera in ferro, contenente quarzo in un'abbondante matrice argillosa: in esso si riscontra un elevato grado di sinterizzazione e una forte interazione con il corpo ceramico durante la cottura; probabilmente deriva dalla Terra bianca di Vicenza citata anche nelle fonti che descrivono

la produzione della ceramica ingobbiate. Il secondo tipo, meno rifinito, è il più frequente nei reperti più recenti: deriva da un'argilla non caolinica contenente quarzo, feldspati, biotite e muscovite, con un elevato contenuto di Mg e K. La vetrina che ricopre l'ingobbio è trasparente, omogenea e realizzata miscelando due parti di sabbia ed una parte di piombo come riportato nei ricettari antichi. Le decorazioni verdi sono a base di rame(II), le gialle sono di due tipi: le più diffuse contengono ferro(III) al 2-3%, le altre contengono numerosi cristalli gialli di antimoniato di piombo ( $Pb_2Sb_2O_7$ ) meglio noto come Giallo di Napoli. Queste ricerche hanno fornito le indispensabili conoscenze per realizzare un percorso museale capace di legare i siti di produzione con i reperti trovati, le possibili fonti di approvvigionamento, le tecnologie e le vie commerciali utilizzate.

N. Brianese, U. Casellato, F. Fenzi, M. Mendera, B. Messiga, L. Nodari, M. P. Riccardi, P. A. Vigato, Incised Slipware Production at Castelfiorentino (Florence): the Via Bertini site (15th-17th Centuries), pp. 775-796, *Archaeometry* 50, 5 (2008) 775-796.

## Fusione Nucleare

### Nuovi traguardi nella comprensione dei fenomeni di turbolenza

**N**ei reattori a fusione termonucleare controllata, un problema chiave per il raggiungimento dell'ignizione è l'ottimizzazione del confinamento dell'energia termica, in particolare della specie ionica: per raggiungere le alte temperature necessarie per la produzione di potenza da fusione al centro del plasma, occorre infatti ridurre i processi che trasportano energia dal centro al bordo.

Il meccanismo di trasporto dominante in un tokamak – la macchina a confinamento magnetico più studiata, al centro del progetto internazionale Iter – è la turbolenza: alcune instabilità, eccitate dalla presenza di un gradiente di temperatura ionica, limitano il raggiungimento di gradienti elevati, bloccando il profilo di temperatura a un valore di gradiente critico. Di conseguenza, l'unico modo per avere temperature centrali alte sarebbe avere temperature elevate al bordo, con seri problemi di interazione con i materiali della prima parete. Si è teorizzato che un modo efficace di stabilizzare la turbolenza ionica sarebbe imporre al plasma un gradiente di rotazione, così da produrre un aumento del valore critico. Esperimenti – per ora unici al mondo – condotti sotto il coordinamento dell'Istituto di Fisica del Plasma del CNR di Milano su Jet, il tokamak (operato da EFDA in UK) più vicino a Iter per dimensioni e parametri, hanno sorprendentemente rivelato che la rotazione non solo aumenta il valore critico, ma diminuisce fortemente il tasso di crescita della turbolenza nella zona centrale, consentendo al plasma di raggiungere valori di gradiente ionico fino a tre volte superiori a quello critico. Questi risultati suggeriscono l'imposizione di un gradiente di rotazione anche in Iter, per raggiungere regimi stazionari con elevato confinamento ionico nella zona centrale a basse temperature periferiche.

P. Mantica et al., Experimental Study of the Ion Critical-Gradient Length and Stiffness Level and the Impact of Rotation in the JET Tokamak. *Physical Review Letters*, 102, 175002 (2009).

## Plasmi di Fusione

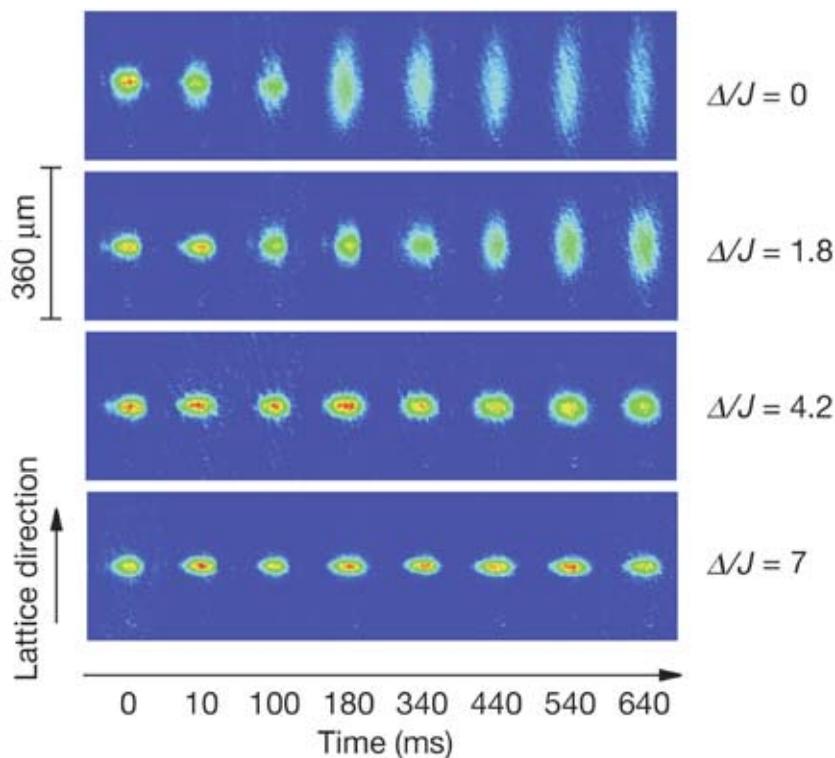
### Un modello per spiegare la formazione dell'idrogeno

**L**a formazione di molecole di idrogeno energeticamente attivate, dovuta all'adsorbimento di atomi su grafite, interessa tanto i fenomeni propri della chimica degli spazi interstellari, caratterizzati da temperature molto basse, quanto i processi di fusione termonucleare, che avvengono invece a temperature molto elevate. Su questo tema, infatti, si è focalizzato in questi ultimi anni l'interesse di diversi gruppi di ricerca internazionali attivi sia a livello applicativo nei settori dell'energetica (tecnologia dei reattori utilizzati nella fusione calda), sia a livello fondamentale nel campo dell'astrochimica. La formazione di idrogeno su grani di polvere interstellare, a temperature al di sotto dei 100K e costituiti prevalentemente da grani carbonacei, silicati e ghiaccio, è stata a lungo ipotizzata per spiegare l'abbondanza di idrogeno molecolare nell'universo. Alle alte tem-

perature ( $T \geq 500K$ ), invece, questa reazione è attivata sulle pareti interne dei reattori per la fusione (tokamaks) ricoperti da strati di grafite.

I ricercatori dell'UOS di Bari dell'Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi del CNR sono stati tra i primi a studiare, su basi atomiche, l'efficienza di questo processo, mettendo in evidenza la complessità della dinamica di reazione in un ampio range di temperature ed energie collisionali tipiche degli spazi interplanetari e dei plasmi di fusione: lo studio ha indagato in particolare la reattività del sistema H-grafite al variare delle combinazioni isotopiche degli atomi adsorbiti e al variare della temperatura della superficie. Il modello di dinamica molecolare *ab initio* utilizzato ha messo in evidenza effetti difficilmente indagabili sperimentalmente per la difficoltà di riprodurre in laboratorio le condizioni ambientali estreme (temperatura e densità di atomi) degli spazi interplanetari.

M. Rutigliano e M. Cacciatori, Isotope and Surface Temperature Effects for Hydrogen Recombination on a Graphite Surface. *ChemPhysChem*, Vol. 9, 2008, pp. 171-181.



Immagini in assorbimento del condensato di Bose-Einstein. All'aumentare del disordine (dall'alto verso il basso) l'estensione verticale della nuvola atomica rimane congelata al valore iniziale. Questa è la prova della localizzazione di Anderson, dovuta alla presenza del disordine.

### Fisica Quantistica

## Confermato il fenomeno della localizzazione di Anderson

Nel 1958 il fisico americano P. W. Anderson pubblicò un lavoro dal titolo *Absence of diffusion in certain random lattices*, in cui proponeva un modello per descrivere la conduzione di elettroni debolmente interagenti in un cristallo. Anderson dimostrava che, in presenza di disordine, la funzione d'onda

dell'elettrone risulta localizzata spazialmente con code esponenziali. Questa localizzazione è un effetto puramente quantistico e non ha eguali nella fisica classica. Successivamente, in diversi campi della fisica, dall'ottica allo stato solido, si è cercata la dimostrazione sperimentale di questo modello, ma con risultati non sempre

convincenti. In questo contesto interdisciplinare si inserisce il lavoro realizzato al Lens di Firenze, dove sono state studiate le proprietà di un condensato atomico di Bose-Einstein (BEC) ideale, intrappolato in un reticolo ottico disordinato.

L'interazione tra gli atomi è stata ridotta grazie ad una risonanza collisionale nota come risonanza di Fano-Feshbach. Nell'esperimento è stato quindi possibile controllare sia l'interazione tra le particelle che la quantità di disor-

dine: una versatilità che ha reso il sistema unico. Per dimostrare la localizzazione di Anderson, sono state studiate due diverse fenomenologie: dapprima è stata investigata la diffusione del condensato nel reticolo disordinato, simulando così la conduzione degli elettroni in un cristallo reale. Al crescere del disordine si osserva il passaggio da un regime diffusivo ad uno localizzato, in cui la nuvola non diffonde. Successivamente è stata studiata la distribuzione di momento del condensato, che fornisce informazioni sulla funzione d'onda della BEC: al crescere del disordine la distribuzione di momento si allarga. Anche questo risultato è in accordo con le previsioni del modello: per il condensato, oggetto puramente quantistico, deve infatti valere il principio d'indeterminazione di Heisenberg. Una distribuzione di momento larga corrisponde a una localizzazione spaziale della funzione d'onda. Oltre ad avere dimostrato in maniera inequivocabile la correttezza della previsione di Anderson, l'esperimento ha aperto anche nuove prospettive nel campo della simulazione quantistica con atomi ultrafreddi.

G. Roati, C. D'Errico, L. Fallani, M. Fattori, C. Fort, M. Zaccanti, G. Modugno, M. Modugno e M. Inguscio, Anderson Localization of a Non-Interacting Bose-Einstein Condensate. *Nature* 453, pp. 895-898 (12 June 2008).

## Energia

### Produrre idrogeno in modo efficiente e sostenibile

La produzione di idrogeno, vettore energetico del futuro, è oggi una delle maggiori sfide in termini di risparmio energetico e di qualità negli standard della sua produzione: solo un'alta purezza consente un suo utilizzo anche nelle celle a combustibile tipo PEM che tollerano solo piccole quantità di monossido di carbonio, meno di 10 parti per milione. Una maggiore efficienza del processo, inoltre, porta a un notevole risparmio di energia, rivelandosi cruciale per uno sviluppo sostenibile. In tale prospettiva, l'utilizzo di reattori catalitici a membrana – che fa da barriera per alcune sostanze e ne fa passare altre – basati sull'impiego di membrane selettive all'idrogeno, a base di palladio e sue leghe, può unire elevate prestazioni a un basso impatto ambientale, offrendo nuove opportunità nell'ottimizzazione di processi e prodotti. In pratica, si tratta di una classe innovativa di reattori, che, a differenza dei convenzionali, permettono di incrementare la conversione di equilibrio, rimuovendo in continuo l'idrogeno prodotto dall'ambiente di reazione.

Lo studio teorico e sperimentale condotto da ricercatori dell'Istituto per la Tecnologia delle Membrane del CNR ha permesso di ottimizzare il tipo di reattore a membrana da utilizzarsi nella produzione e purificazione dell'idrogeno, identificando le sue lunghezze ottimali e la superficie di membrana in palladio necessaria in relazione alla produttività richiesta e alla purezza dell'idrogeno stesso. Si sono identificate tutte quelle parti del reattore in cui la membrana, non svolgendo un ruolo ottimale, può essere eliminata, con significativi incrementi sia della produttività in idrogeno che dell'efficienza energetica complessiva del sistema.

G. Barbieri, A. Brunetti, G. Tricoli, E. Drioli, An Innovative Configuration of a Pd-based Membrane Reactor for the Production of Pure Hydrogen. Experimental Analysis of Water Gas Shift. *J. Power Sources*, 2008, 182(1), 160-167

## Energia

### Catalizzatori innovativi per la produzione di idrogeno

L'inquinamento dovuto all'uso del petrolio spinge sempre più la comunità scientifica verso l'utilizzo di tecnologie alternative per la produzione di energia: ad oggi l'idrogeno risulta uno dei più promettenti vettori di energia in applicazioni quali le celle a combustibile. Industrialmente, l'idrogeno è prodotto in larga parte dalla reazione di *steam reforming* del gas naturale, in cui, operando a elevata temperatura con l'aiuto di specifici catalizzatori, viene prodotta una reazione tale da generare idrogeno puro. Un'alternativa tecnologica agli attuali reformer sono i reattori inorganici a membrane a base di palladio, che essendo selettive alla permeazione dell'idrogeno rispetto a tutti gli altri gas sviluppano un'analoga reazione di *reforming* per produrre idrogeno ultrapuro, con conversioni maggiori dei reattori

convenzionali.

Uno studio condotto dall'Istituto per la Tecnologia delle Membrane del CNR e l'Università di Messina ha evidenziato che, con l'ausilio di catalizzatori innovativi a base di rame/zinco, si può condurre la reazione di *steam reforming* del metanolo al posto del gas naturale. A 300 °C e con una pressione di poco superiore a quella dell'ambiente (1,3 bar), si sono ottenute conversioni del metanolo del 100% e selettività di idrogeno quasi del 75%, in più con il vantaggio di recuperare una corrente di idrogeno CO-free, utile per essere alimentata direttamente a una cella a combustibile PEM. Tali risultati si sono raggiunti con un rapporto molare acqua/metanolo superiore a 5/1 e un gas di lavaggio all'interno del mantello del reattore a membrana, in modo da aumentare la forza spingente relativa alla permeazione dell'idrogeno attraverso la membrana e favorire la reazione verso una più alta conversione dei reagenti.

A. Basile a, A. Parmaliana, S. Tosti, A. Iulianelli, F. Gallucci, C. Espro, J. Spooren, Hydrogen Production by Methanol Steam Reforming Carried out in Membrane Reactor on Cu/Zn/Mg-based Catalyst. *Catalysis Today* 137 (2008), 17-22.

**Energia**

## Celle a combustibile alimentate con prodotti da biomasse vegetali

La conversione di risorse rinnovabili in prodotti a più alto valore aggiunto, senza utilizzo ma con produzione di energia, è un obiettivo primario per lo sviluppo sostenibile. Un obiettivo oggi realizzabile grazie alla studio dell'Istituto di Chimica dei Composti Organometallici del CNR, di celle a combustibile alimentate con composti organici (alcoli) ottenibili anche da residui urbani e forestali – etanolo, glicerolo o glicole etilenico – che non prevedono la formazione di CO<sub>2</sub> come sottoprodotto di reazione. L'innovazione introdotta trasforma una cella a combustibile in un reattore chimico che, in condizioni blande di reazione, rilascia corrente elettrica e composti chimici di interesse industriale, per esempio acido acetico da etanolo, acido ossalico da glicole etilenico e acido glicerico da glicerolo, altrimenti ottenibili da combustibili fossili mediante processi a maggior impatto ambientale. In tali dispositivi, un elettrocatalizzatore anodico (Pd/MWCNT) costituito da nanoparticelle di palladio supportato su nanotubi di carbonio, promuove l'ossidazione di (poli)alcoli ai corrispondenti (poli) carbossilati. Gli assemblati membrana-elettrodi (MEA) realizzati con anodi a base di Pd/MWCNT, con catodi a base di Fe-Co nanostrutturati, sviluppati dagli stessi autori, e con membrane a scambio anionico commerciali sono capaci di rilasciare elevate potenze anche a temperatura ambiente, quanto basta per alimentare dispositivi per l'elettronica portatile o per l'illuminazione. In lavori successivi, la stessa équipe di ricerca è stata capace di sviluppare catalizzatori e dispositivi ancora più efficienti.

V. Bambagioni, C. Bianchini, A. Marchionni, J. Filippi, F. Vizza, J. Teddy, P. Serp, Mohammad Zhiani, Pd and Pt-Ru Anode Electrocatalysts Supported on Multi-Walled Carbon Nanotubes and their Use in Passive and Active Direct Alcohol Fuel Cells with an Anion-Exchange Membrane (Alcohol = Methanol, Ethanol, Glycerol). *Journal of Power Sources* 2009, 190, 241.

**Energia**

## Solare organico per una tecnologia di terza generazione

La luce solare è una delle principali fonti di energia rinnovabile destinata a diventare una valida alternativa all'energia ricavata dai combustibili fossili. Negli ultimi 10 anni, la produzione mondiale di energia da celle solari al silicio è cresciuta del 25% l'anno. Tuttavia, gli elevati costi di realizzazione e installazione dei pannelli solari rendono il fotovoltaico ancora poco conveniente rispetto alle fonti energetiche tradizionali. In questo senso sta emergendo una tecnologia del solare organico, basata su composti di carbonio, studiata anche dall'Istituto per lo Studio delle Macromolecole del CNR di Milano. Le celle solari organiche hanno costi di produzione contenuti, sono flessibili, leggere e hanno aree elevate: si apre così la possibilità di avere sul mercato energia a basso costo, ecologicamente sostenibile, ottenuta con materiali riciclabili. Le celle solari organiche di terza generazione sono di due tipi: ibride a base di coloranti, e «bulk-heterojunction» a base polimerica. La distribuzione sul mercato di energia fotovoltaica organica sarà in futuro possibile se i dispositivi raggiungeranno alte efficienze di conversione della luce solare in energia elettrica e lunghi tempi di vita.

Lo sviluppo del solare organico passa attraverso lo studio di nuovi materiali e di nuove architetture dei dispositivi. Il presente lavoro riguarda il test in celle polimeriche di un nuovo polimero coniugato appositamente disegnato per ottenere un alto voltaggio a circuito aperto,  $V_{oc}$ . Lo strato attivo del dispositivo è formato dal polimero semiconduttore di tipo p e da un fullerene trasportatore di elettroni. I dispositivi possiedono  $V_{oc}$  superiore del 25% rispetto alle celle standard, ed efficienza di conversione di 0,83%. Celle più performanti si otterranno in futuro migliorando la morfologia.

S. Millefiorini, E. Kozma, M. Catellani, S. Luzzati, Dithienothiophene Based Polymers as Electron Donor in Plastic Solar Cells. *Thin Solid Films*, 516 (2008), pp. 7205-7208.

**Materiali**

## Leghe superelastiche per applicazioni biomediche

La lega NiTi (nichel-titanio) è di grande interesse tecnologico per le sue proprietà termomeccaniche, memoria di forma e superelasticità e viene impiegata anche nel settore biomedico per la realizzazione di stent vascolari, impianti ortopedici e ortodontici, strumenti chirurgici. Queste applicazioni richiedono trattamenti superficiali accurati per rimuovere ossidi e difetti di lavorazione e per conferire alle superfici peculiari caratteristiche. I trattamenti spesso comprendono la pulitura umida (etching) realizzata con soluzioni a

base di acido fluoridrico, una sostanza incolore, volatile (punto di ebollizione 19.5 °C) e molto pericolosa per l'operatore. Le soluzioni di fluoruri a pH neutro, assai meno pericolose, sono invece inefficaci. L'Istituto per l'Energetica e le Interfasi e l'Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici del CNR hanno proposto un trattamento elettrochimico di pulitura, basato sulla polarizzazione anodica dell'oggetto di NiTi in ambiente pH 6-7 contenente fluoruri. Il processo ossidativo anodico produce acidificazione della soluzione in contatto con

la superficie elettrodica, aumento della concentrazione locale di acido fluoridrico e dissoluzione sostenuta della lega via formazione intermedia di ossidi. Il processo di riduzione di acqua al contro elettrodo produce ioni ossidrilici che evitano la progressiva acidificazione della soluzione complessiva. La superficie che si ottiene mostra una finitura simile alla satinatura, con una morfologia microscopica che rispecchia la natura policristallina del materiale, idonea ad applicazioni in implantologia. La procedura proposta riduce nettamente il rischio per gli operatori e l'impatto ambientale delle sostanze utilizzate rispetto alle procedure tradizionali.

S. Cattarin, P. Guerriero, M. Musiani, A. Tuissi, L. Vázquez-Gómez, Electrochemical Etching of NiTi Alloy in a Neutral Fluoride Solution. *Journal of the Electrochemical Society*, 156 (2009), C428-C434.

**Materiali**

## Importanti risultati con le celle a elettrolita polimerico

Una cella a combustibile ad elettrolita polimerico (PEMFC) è un dispositivo rispettoso dell'ambiente in grado di convertire l'energia chimica dell'idrogeno (H<sub>2</sub>) e dell'ossigeno (O<sub>2</sub>) presente nell'aria in potenza elettrica, eliminando solo acqua. Tali dispositivi possono raggiungere rendimenti più che doppi rispetto ai motori a scoppio; ciò nonostante, essi non sono diffusi nel settore dell'autotrasporto – dove sono richiesti ca. 100 kW per auto – a causa del loro elevato

costo. Infatti, le PEMFC più efficienti producono 1 kW di potenza con 1,1 g di platino (Pt) usando elettro-catalizzatori di Pt su nano-particelle di grafite.

Una ricerca condotta da ricercatori dell'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari del CNR di Padova ha riportato, per la prima volta, le prestazioni in PEMFC di elettro-catalizzatori bimetallici (dove il Pt è stato combinato con ferro o nichel) su nano-particelle spugnose a base di carbonitruri. Questo nuovo tipo di materiali

elettro-catalizzatori consente di ottenere PEMFC dotate di prestazioni eccezionali e di un'ottima tolleranza verso gli inquinanti di solito riscontrati nell'idrogeno e nell'aria. I materiali sono stati preparati con un metodo innovativo già brevettato dagli autori (Italian Patent, PD2006A000141, 2006) e presentano un'efficienza paragonabile a quella dei sistemi di riferimento, utilizzando solamente la metà del platino. Tali risultati sono stati raggiunti grazie alla presenza negli elettro-catalizzatori di due metalli, uno nello stato di ossidazione ridotto (attivo) e l'altro ossidato (cocatalizzatore), supportati su nano-spugne carbonitriche con struttura tipo-grafite.

E. Negro, V. Di Noto, Polymer Electrolyte Fuel Cells Based on Bimetallic Carbon Nitride Electrocatalysts. *Journal of Power Sources*, 178 (2008) 634.

**Energia**

## Verso una nuova classe di catalizzatori eterogenei

Un'importante classe di catalizzatori eterogenei per applicazioni tecnologiche nei campi della produzione energetica e protezione ambientale è costituita da nanoparticelle di metallo supportate da ossidi ceramici, sistemi strategici per molteplici applicazioni quali la produzione e purificazione di idrogeno, o la purificazione dei gas di combustione delle automobili.

La reattività di questi sistemi è controllata da proprietà catalitiche intrinseche del metallo supportato (ad esempio Au, Pt, o Pd), ma può essere efficacemente aumentata dalla presenza di particolari supporti ossidi, quali ad esempio l'ossido di Cerio (CeO<sub>2</sub> o ceria) oggetto del presente lavoro di ricerca, che ha coinvolto ricercatori del centro Democritos del CNR-IOM di Trieste.

L'ossigeno reticolare di cui sono costituiti tali ossidi, infatti, può partecipare alle reazioni da catalizzare, rendendo possibili reazioni di ossidazione o riduzione anche in ambienti chimici in cui tali reazioni sarebbero sfavorite. I ricercatori, mediante simulazione numerica basata sulla teoria quantistica del funzionale densità, hanno fornito una descrizione su scala atomica dei meccanismi che governano la capacità dell'ossido di cerio di promuovere una reazione di ossidazione modello (l'ossidazione di CO a CO<sub>2</sub>): lo studio effettuato dimostra che l'adsorbimento dei reagenti (CO molecolare) è selettivo su particolari facce cristallografiche che non sono quelle termodinamicamente più stabili. Si è trovato inoltre che il chemisorbimento di CO molecolare sulla superficie di CeO<sub>2</sub> comporta una redistribuzione elettronica che riduce la superficie ed induce la formazione di carbonati superficiali. Questi sono precursori per il desorbimento di CO<sub>2</sub>, il quale avviene mediante la formazione di un difetto cristallino sulla superficie del catalizzatore (vacanza di ossigeno).

M. Huang e S. Fabris, CO Adsorption and Oxidation on Ceria Surfaces from DFT+U Calculations. *Journal of Physical Chemistry C*, Vol. 112, pp. 8643-8648 (2008).

**Materiali**

## Un nuovo sistema catalitico che polimerizza l'acido lattico

L'articolo descrive l'impiego di un nuovo sistema catalitico in grado di polimerizzare un composto derivante da fonti naturali (l'acido lattico) al fine di ottenere un polimero (una materia plastica). L'acido lattico si ottiene per fermentazione del mais, quindi da una fonte rinnovabile annualmente; pertanto il polimero deriva da un prodotto naturale. Si evita così l'impiego del petrolio o di qualsiasi combustibile fossile. La FDA (Federal Drug Administration-USA) ha ritenuto il prodotto ottenuto biodegradabile e non tossico, né per l'uomo né per l'ambiente.

Il sistema messo a punto è di notevole importanza in quanto utilizza un composto di un metallo non tossico, avente una elevata attività, per ottenere una materia plastica. Pertanto, anche se residui del composto metallico rimangono nel prodotto finito non cre-

ano problemi. Il processo ha luogo in assenza di solvente, il che lo semplifica per il fatto di non dover smaltire lo stesso solvente al termine del suo impiego. Il sistema catalitico descritto fornisce, in funzione delle condizioni di reazione adottate, polimeri aventi differenti caratteristiche, quali ad esempio il loro peso molecolare, e quindi idonei a vari impieghi. I polimeri derivanti dall'acido lattico sono utilizzati sia nel settore del packaging, in quanto sono biodegradabili e quindi facilmente smaltibili, che nell'ambito biomedico, perché hanno la caratteristica di essere innocui per l'uomo e l'ambiente. Il nostro interesse verso questi polimeri è dovuto ad un loro possibile impiego nel settore della protezione delle superfici e in particolare dei materiali lapidei di beni culturali quali statue, monumenti, edifici storici.

M. Frediani, D. Semeril, A. Mariotti, L. Rosi, P. Frediani, L. Rosi, D. Matt, L. Toupet, Ring Opening Polymerization of Lactide under Solvent-Free Conditions Catalyzed by a Chlorotitanium Calix[4]arene Complex. *Macromolecular Rapid Communications* (10602J0).

## Energia

### Nuovi catalizzatori a base di oro su ossidi di cerio e di cobalto

**A** causa dell'aumento di gas inquinanti e ad effetto serra nell'atmosfera, le attuali normative europee (Euro IV, Euro V) sono sempre più severe, soprattutto per gli autoveicoli a combustibili derivati dal petrolio, una delle principali fonti di inquinamento dell'atmosfera. La ricerca è sempre più orientata a ridurre la produzione di questi inquinanti e ad accrescere l'utilizzo di combustibili più puliti quali metano e GPL. Il metano è il più semplice degli idrocarburi: non deriva da processi di raffinazione del petrolio e non contiene sostanze estranee o nocive; tuttavia, essendo una molecola ad effetto serra trenta volte più potente dell'anidride carbonica nel trattenere il calore sulla terra, il suo utilizzo come combustibile necessita di un efficiente sistema catalitico in grado di abbattere le emissioni di metano incombusto provenienti dal motore. L'Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati (U.O.S. di Palermo), che vanta anni di esperienza nel settore oltre a collaborazioni con il Centro Ricerche Fiat, ha studiato sistemi catalitici a base di oro depositato su ossido di cerio ( $\text{CeO}_2$ ) ed ossido di cobalto ( $\text{Co}_3\text{O}_4$ ), capaci di abbattere a bassa temperatura  $-100^\circ\text{C}$  - il 100% delle emissioni di una miscela contenente l'1% in volume di monossido di carbonio (CO) e il 100% di una miscela contenente lo 0,3% in volume metano ( $\text{CH}_4$ ) entro i  $400-500^\circ\text{C}$  e in presenza di una quantità di ossigeno leggermente superiore rispetto alla concentrazione stechiometrica. I risultati ottenuti si inquadrano perfettamente nella promozione mondiale delle marmitte catalitiche di nanoparticelle di oro e si affiancano al recente brevetto statunitense della Nanostellar, che introduce l'utilizzo di catalizzatori a base di oro nei veicoli diesel.

L.F. Liotta, G. Di Carlo, A. Longo, G. Pantaleo, A.M. Venezia, Support Effect on the Catalytic Performance of  $\text{Au}/\text{Co}_3\text{O}_4\text{-CeO}_2$  Catalysts for CO and  $\text{CH}_4$  Oxidation. *Catalysis Today*, 139 (2008), pp. 174-179.

## Energia

### Biossido di titanio per convertire l'energia solare in idrogeno

**L**a produzione fotocatalitica di idrogeno mediante scissione dell'acqua indotta dalla luce solare presenta enormi potenzialità di trasformare e immagazzinare l'energia del sole sotto forma di energia pulita e totalmente rinnovabile. Il processo, analogo alla fotosintesi, ha tuttavia basse rese, poiché i materiali fotocatalitici disponibili assorbono solo una piccola porzione della luce solare, convertendola solo in parte in energia chimica (idrogeno).

L'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari del CNR ha contribuito a caratterizzare strutturalmente una serie di fotocatalizzatori a base di biossido di titanio, prodotti con la tecnica di pirolisi in fiamma a spruzzo (che consente la sintesi, in singolo stadio, di ossidi e ossidi misti anche contenenti particelle di metallo - nel caso

specifico oro - a partire da soluzioni organiche dei precursori), studiandone il comportamento sia nella reazione di fotoscissione dell'acqua, che in quella di photoreforming di alcoli (i reagenti sacrificali nella produzione di idrogeno da soluzioni acquose), in un sistema a ricircolazione allestito apposta, dotato di diversi sistemi di analisi della fase gassosa. I fotocatalizzatori sono stati utilizzati sia dispersi in acqua, osservando velocità di produzione di idrogeno dipendente dall'agitazione della sospensione, sia supportati su grani di quarzo in contatto con la fase gassosa, in sistemi riutilizzabili più volte, con rese in idrogeno più elevate. Si è rilevato che sia la presenza di nanoparticelle di metallo sul fotocatalizzatore - che facilitano la separazione di carica foto indotta - che l'aggiunta di alcoli nella fase acquosa fanno aumentare la velocità di produzione di idrogeno, fino a valori di conversione dell'energia luminosa molto promettenti per lo scaling up del processo.

G.L. Chiarello, E. Selli, L. Forni, Photocatalytic Hydrogen Production over Flame Spray Pyrolysis-synthesised  $\text{TiO}_2$  and  $\text{Au}/\text{TiO}_2$ , *Applied Catalysis B: Environmental*, 84 (2008) pp. 332-339; G.L. Chiarello, L. Forni, E. Selli, Photocatalytic Hydrogen Production by Liquid - and Gas - Phase Reforming of  $\text{CH}_3\text{OH}$  over Flame-made  $\text{TiO}_2$  and  $\text{Au}/\text{TiO}_2$ , *Catalysis Today*, 144 (2009), pp. 69-74.



Il Premio Nobel per la fisica Albert Fert.

### Magnet 2009

## Albert Fert e le prospettive delle nanotecnologie

**D**urante il suo intervento a Magnet 09, primo Convegno Nazionale di Magnetismo, svoltosi presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche a cura dell'Istituto di Struttura della Materia, il Nobel Albert Fert ha affrontato le prospettive della spintronica e illustrato gli ultimi sviluppi dei suoi studi sulle nanotecnologie. Fert, insignito del Premio Nobel per la Fisica nel 2007 per la scoperta dell'effetto della Magnetoresistenza Gigante (GMR), ha determinato una svolta nell'immagazzinamento magnetico delle informazioni: con l'introduzione di nuove testine di lettura nei dischi rigidi è stato possibile ottenere un fortissimo aumento nella densità dei dati registrati, aprendo la strada ad una nuova generazione di computer con maggiore memoria, più piccoli e veloci.

### Fisica della Materia

## Ruolo chiave di giovani ricercatori del CNR in due importanti lavori

**G**iovani ricercatori dell'Istituto di fisica della materia del Cnr hanno avuto un ruolo chiave in due studi pubblicati su *Nature*. Il primo, realizzato in collaborazione con il Lens dell'Università di Firenze, ha ottenuto la copertina della rivista e riguarda i vetri Lévy, materiali ottici innovativi in cui le particelle di luce, i fotoni, si diffondono con particolare efficienza, seguendo cammini ad hoc (i voli di Lévy) e propagandosi con una velocità maggiore rispetto ai mezzi ottici tradizionali. Tali materiali, ottenuti miscelando silicato di sodio, biossido di titanio e sfere di vetro, potranno essere utili per rivestimenti ottici e dispositivi d'avanguardia.

Il secondo lavoro, in collaborazione tra Centro Soft del CNR, Università Sapienza e Università di Harvard, chiarisce il processo di solidificazione dei colloidi, sostanze dalle proprietà intermedie tra solidi e liquidi, impiegati ad esempio nei dentifrici. I ricercatori hanno dimostrato come il passaggio dallo stato liquido allo stato di gel coincida con l'inizio di una transizione di fase, che favorisce la formazione di strutture filamentose che successivamente vetrificano. I risultati della ricerca potranno trovare applicazione nello studio degli aggregati di proteine, alla base di patologie come Alzheimer e anemia falciforme.

### Chimica

## Un elemento dalla doppia personalità

**N**uova luce sul boro arriva da un team composto da ricercatori americani, italiani e francesi. Lo studio, a cui ha partecipato l'Istituto di scienze e tecnologie molecolari del Cnr, ha svelato una fase del tutto nuova del diagramma di fase del più complicato tra gli elementi della Tavola Periodica, rimasto sostanzialmente ignoto sino ad oggi a ben duecento anni dalla sua scoperta, ovvero le diverse strutture che esso assume a seconda della temperatura

e della pressione. Il boro può infatti passare da una struttura non ionica a una ionica.

I libri di chimica classica ci dicono chiaramente che il trasferimento di carica avviene solo quando gli atomi hanno una diversa elettronegatività, il che escluderebbe a priori che gli elementi puri possano presentare una fase ionica. Ma il boro trova una soluzione sorprendente a questo problema: la sua nuova struttura contiene due diversi tipi di aggregati che, a loro volta, presentano una struttura elettronica significativamente diversa. La ricerca, pubblicata su *Nature*, potrà avere ricadute nel campo delle nanotecnologie.



Pannelli solari, a sinistra, e moduli DSC, a destra, in vari colori e substrati.

## Semiconduttori

### Celle solari che imitano la fotosintesi delle piante

**L**e celle solari a base di semiconduttori fotosensibilizzati (Dye Sensitized Solar Cells, DSC, o celle di Grätzel), rappresentano una valida alternativa alle celle fotovoltaiche al silicio per la conversione diretta dell'energia solare in corrente elettrica: i dispositivi DSC sono caratterizzati dall'utilizzo di materiali e procedimenti a basso costo e ridotto impatto ambientale, che rendono tale tecnologia altamente promettente anche per finalità commerciali

ed industriali. Tali dispositivi sfruttano un principio simile a quello utilizzato dalle piante nella fotosintesi: un colorante sensibilizzante (la clorofilla nelle piante) è utilizzato per assorbire luce solare, che promuove il trasferimento di un elettrone ad un semiconduttore inorganico, tipicamente  $TiO_2$ , generando corrente elettrica.

L'attività di ricerca svolta in questo ambito presso l'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari del CNR

di Perugia ha riguardato la modellizzazione e la simulazione computazionale di tali dispositivi: da un lato sono stati investigati vari coloranti organici, quali i fotosensibilizzatori, mettendo a punto una strategia computazionale di ausilio nella progettazione molecolare che ha permesso di effettuare uno screening predittivo delle proprietà elettroniche ed ottiche di vari coloranti; dall'altro sono state definite le relazioni tra proprietà strutturali, elettroniche ed ottiche dei componenti della cella stessa, con i parametri elettrici che definiscono l'efficienza fotovoltaica. Entrambi i lavori, condotti in collaborazione con l'ide-

atore e leader mondiale del settore Prof. M. Grätzel, rappresentano un esempio di come modelli teorici siano in grado di guidare la sintesi di nuovi e più efficienti dispositivi, contribuendo all'aumento del livello di conoscenza dei processi fondamentali, con conseguente impatto sull'efficienza e l'affidabilità a lungo termine. L'interesse industriale nelle DSC riguarda, tra l'altro, il loro utilizzo come elementi architettonici, quali facciate di edifici autonomi energeticamente, essendo esse fabbricate su supporto di vetro, quindi trasparenti, nonché realizzabili in diversi colori modificando le proprietà ottiche del colorante.

D. P. Hagberg, J. H. Yum, H. Lee, F. De Angelis, T. Marinado, K. M. Karlsson, R. Humphry-Baker, L. Sun, A. Hagfeldt, M. Grätzel, M. K. Nazeeruddin, Molecular Engineering of Organic Sensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells applications, *J. Am. Chem. Soc.*, 2008, 130, 6259.

S. J. Moon, J. H. Yum, R. Humphry-Baker, K. M. Karlsson, D. P. Hagberg, T. Marinado, A. Hagfeldt, L. Sun, M. Grätzel e M. K. Nazeeruddin, High Open-Circuit Voltage Solid-State Dye-Sensitized Solar Cells with Organic Dye, *Nano Lett.*, 2009, 9, 2487.

**Fotovoltaico**

## Materiali nanostrutturati per sfruttare meglio l'energia solare

**L**e attuali tecnologie fotovoltaiche – nate per trovare una risposta alternativa e rispettosa dell'ambiente al crescente fabbisogno energetico – non consentono di sfruttare pienamente l'energia solare: le celle oggi maggiormente in uso, a base di silicio, non si adattano perfettamente alla distribuzione spettrale dell'energia solare. Un utilizzo completo della radiazione solare si potrebbe ottenere con una tecnologia capace di convertire la distribuzione spettrale senza ridurne l'intensità. L'Istituto per lo Studio delle Macromolecole del CNR ha sviluppato materiali nanostrutturati in grado di convertire l'energia senza introdurre dissipazioni e di ricoprire aree estese con tecnologie a basso costo. Tali materiali si autoassemblano in strutture altamente ordinate a livello nanometrico, in cui molecole fortemente emissive e con elevati coefficienti di assorbimento si inseriscono nei nanocanali paralleli di cristalli organici (peridrotrifenilene e acido desossicolico).

Le distanze tra le molecole (1-2 nm) e la loro orientazione relativa (colineare) sono ottimali per sfruttare processi di trasferimento risonante di energia da una molecola all'altra, che avvengono senza dissipazioni. Scegliendo a proposito le molecole è possibile spostare l'energia in qualsiasi zona di interesse con processi a cascata. Un altro vantaggio di questi materiali è il basso costo, legato alla facilità di produzione, che li rende interessanti per piccole e medie imprese, che non possono permettersi ingenti investimenti finanziari, ma che sono alla base del contesto industriale italiano.

J. Moreau, U. Giovanella, J.P. Bombenger, W. Porzio, V. Vohra, L. Spadacini, G. Di Silvestro, L. Barba, G. Arrighetti, S. Destri, M. Pasini, M. Saba, F. Quochi, A. Mura, G. Bongiovanni, M. Fiorini, M. Uslenghi e C. Botta, Highly Emissive Nanostructured Thin Films of Organic Host-Guests for Energy Conversion, *ChemPhysChem*, 2009, 10, 647-653.

**Fotovoltaico**

## Coloranti estratti dalle arance per i pannelli biologici

**I**n questo periodo – complici da un lato i recenti disastri ambientali, dall'altro il rincaro del costo dell'energia – il problema delle fonti energetiche è molto pressante: il CNR, come altri enti di ricerca sensibili a queste problematiche, ha sviluppato un'intensa attività di ricerca nell'ambito delle energie rinnovabili.

L'IPCF di Messina ha iniziato nel 2007 uno studio sui coloranti estratti dalle arance e dalle melanzane, utilizzabili come fotosensibilizzatori nelle celle solari fotoelettrochimiche: una cella solare fotoelettrochimica sfrutta il colorante per catturare energia solare e trasferire una carica elettrica al semiconduttore (ossido di titanio) sul quale esso è adsorbito; il fotoanodo, che funge da elettrodo negativo,

è quindi costituito, oltre che dal colorante e dal semiconduttore nanocristallino trasparente, anche da un vetro conduttore che fa da supporto. Il contro elettrodo (catodo) è costituito invece da un altro vetro conduttore sul quale è stato depositato un sottile strato di catalizzatore a base di platino. Tra i due elettrodi è introdotto un elettrolita liquido a base di iodio/ioduro e il tutto è sigillato con una guarnizione. Si sono così scoperti i meccanismi con i quali incrementare efficienza e stabilità dei coloranti naturali ed estendere tali ricerche ad altri pigmenti vegetali. I vantaggi dei pannelli biologici su quelli al silicio sono: basso costo, indipendenza dall'angolo d'incidenza della luce solare, possibilità di utilizzare miscele di coloranti, integrazione architettonica, basso impatto ambientale, riciclabilità e rinnovabilità dei materiali impiegati. La ricerca è stata utile anche per presentare nuovi progetti e ha favorito l'interazione dell'IPCF con aziende high-tech: i ricercatori hanno prodotto anche un brevetto e costruito diversi prototipi.

G. Calogero, G. Di Marco, Red Sicilian Orange and Purple Eggplant Fruits as Natural Sensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells, *Sol. Energy Mater., Sol. Cells*, 2008, 92, pp. 1341-1346.

## Fusione Nucleare

### Un tokamak in scala ridotta per studiare l'instabilità del plasma

L'approvvigionamento energetico verterà in futuro su diverse possibili alternative, tra cui la fusione termonucleare controllata, finalizzata a ottenere energia dalla fusione di nuclei di deuterio e trizio, isotopi dell'idrogeno in stato di plasma. Presto entrerà in funzione Iter (International Thermonuclear Experimental Reactor), costruito per dimostrare la fattibilità di un reattore basato sul confinamento magnetico del plasma in struttura toroidale denominata tokamak. Per il successo di Iter sono necessari esperimenti in scala ridotta, per preparare i regimi operativi di funzionamento in tokamak più piccoli e flessibili.

L'Associazione italiana EURATOM-ENEA, di cui fa parte anche il CNR, ha proposto di costruire il Tokamak Fast (Fusion Advanced Studies Torus) per dotarsi di una macchina idonea a riprodurre scenari di Iter ad alto confinamento di energia, con simili

condizioni d'interazione plasma-prima parete, e studiare il confinamento degli ioni veloci in situazioni prossime al *break-even*, punto da cui la reazione si autosostiene.

La ricerca dell'IFP-CNR sulle simulazioni dei principali scenari di plasma dimostra l'importanza del progetto Fast per Iter. Tra i sistemi di riscaldamento su Fast è previsto l'utilizzo di onde elettromagnetiche alla frequenza di 170 GHz che, iniettate nel plasma, producono l'aumento della temperatura elettronica. Queste onde sono utilizzate anche per il controllo e la rimozione delle instabilità magnetoidrodinamiche (MHD), una delle possibili cause del deterioramento del confinamento dell'energia nei tokamak. Per questo lavoro lo studio della stabilizzazione dei modi MHD è stato eseguito con modelli teorici sviluppati in IFP.

G. Calabrò, F. Crisanti, G. Ramogida, R. Albanese, A. Cardinali, A. Cucchiari, G. Granucci, G. Maddaluno, M. Marinucci, S. Nowak, A. Pizzuto, V. Pericoli Ridolfini, A. Pironti, A. A. Tuccillo e F. Zonca, FAST Plasma Scenarios and Equilibrium Configurations, *Nucl. Fusion*, 49 (2009), 055002 Iop Publishing (UK).

## Fusione Nucleare

### Una gabbia di Faraday per iniettori di particelle neutre

Il Consorzio RFX di Padova, promosso da CNR, ENEA, INFN e Università di Padova, è un gruppo di ricerca sulla fusione nucleare di primo piano nel pano-

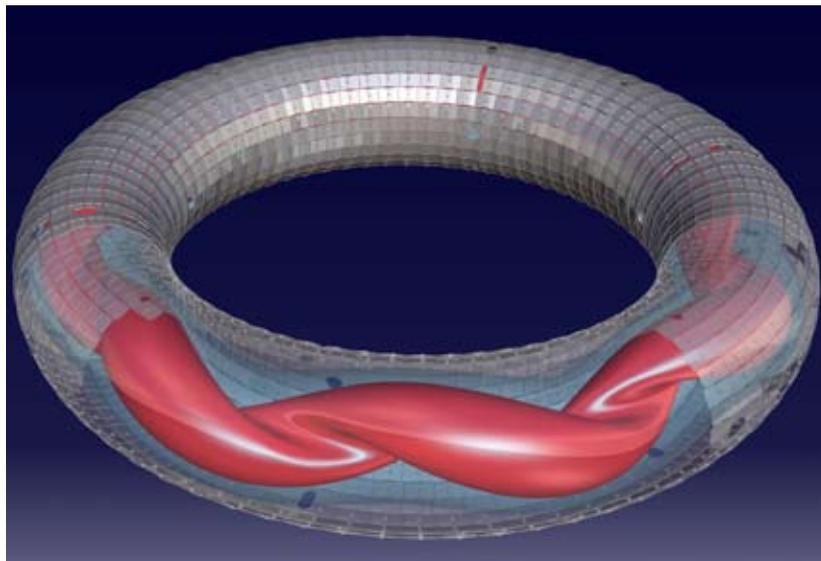
rama internazionale, i cui studi riguardano il know-how sul plasma, lo stato della materia che caratterizza il sole, e la realizzazione del progetto internazionale Iter.

Iter è un reattore sperimentale a fusione nucleare, in fase di costruzione nel sud della Francia, in grado di produrre potenza pari a dieci volte quella consumata e di mettere alla prova tecnologie chiave per il futuro reattore commerciale dimostrativo.

Componenti fondamentali di Iter per il riscaldamento del plasma sono gli iniettori di particelle neutre, i cui requisiti, sia di tipo meccanico che elettrico, sono al limite della fattibilità tecnologica; si caratterizzano infatti per l'elevata corrente del fascio ionico, fino a 40 A, accelerato con tensioni di un milione di Volt (1MV), per la durata di un'ora.

Nell'ambito delle problematiche elettriche, principalmente legate all'elevatissima tensione di lavoro e potenza del fascio di ioni, molto più alte rispetto agli standard, il gruppo di ricerca ha sviluppato una Gabbia di Faraday, isolata rispetto alla terra per 1MV, contenente l'intero sistema di alimentazione della sorgente ionica. Tale approccio si è basato, tra l'altro, su un'approfondita revisione critica di sistemi analoghi, pur se di prestazioni inferiori, per comprenderne l'evoluzione e valutarne l'efficacia. In questo modo si è potuto superare il maggior ostacolo tecnico individuato nella realizzazione del sistema di alimentazioni elettriche dell'iniettore, evitando inoltre la presenza di dispositivi elettrici nella zona più vicina al reattore. La futura gestione degli iniettori, e quindi di Iter, verrà così notevolmente semplificata.

E. Gaio, V. Toigo, A. De Lorenzi, R. Piovan, L. Zanotto, The Alternative Design Concept for the Ion Source Power Supply of the ITER Neutral Beam Injector, *Fusion Engineering and Design*, 2008.



Un particolare stato del plasma chiamato SHAx.

## Fusione Nucleare

### Una configurazione alternativa per governare il plasma

La ricerca sulla fusione nucleare controllata per la produzione di energia è basata sull'utilizzo di un plasma, ovvero di un gas ionizzato ad alta temperatura. Il plasma viene confinato mediante una configurazione toroidale di campi magnetici. La configurazione più utilizzata, su cui si basa anche il progetto internazionale Iter, è chiamata *Tokamak*. Tuttavia, esistono anche configurazioni alternative. Una di queste è quella denominata *Reversed Field Pinch* (RFP).

Il maggior esperimento al mondo per lo studio di questo tipo di configurazione, denominato RFX-mod, è situato a Padova ed è gestito dal Consorzio RFX, che vede la partecipazione di CNR, ENEA, Università di Padova, INFN ed Acciaierie Venete.

L'esperimento ha fornito la prima osservazione sperimentale di un particolare stato dei plasmi RFP, detto *Single Helical Axis*, SHAx. Questo stato corrisponde alla formazione spontanea di una struttura elicoida-

le nel campo magnetico che confina il plasma, come illustrato nella figura.

L'osservazione è stata possibile grazie all'integrazione di misure del campo magnetico effettuate al di fuori del plasma, e misure della temperatura del plasma stesso. In particolare, la temperatura misurata lungo un diametro della camera entro cui viene formato il plasma, mostra l'insorgere di una zona centrale più calda, che raggiunge temperature dell'ordine dei dieci milioni di gradi. La regione calda è racchiusa da uno strato di plasma con ottime proprietà di isolamento termico.

Questo lavoro apre nuove prospettive per l'utilizzo della configurazione RFP come base per la realizzazione di un reattore a fusione, in quanto mostra che all'aumento del contenuto termico del plasma è associata una transizione verso una condizione che è caratterizzata da un ridotto livello di caos magnetico.

## Fusione Nucleare

### Un sistema per ottimizzare il riscaldamento degli elettroni

Iter è l'esperimento internazionale in costruzione a Cadarache che ha l'obiettivo di dimostrare la fattibilità scientifica della fusione termonucleare controllata, in condizioni di plasma, che porti a un guadagno 10 tra energia prodotta ed energia fornita dall'esterno. Uno degli studi di interesse per Iter riguarda l'ottimizzazione del sistema di riscaldamento degli elettroni del plasma. Questo prevede l'impiego di due tipi di «lanciatori», uno con un «accesso equatoriale» (Equatorial Launcher, EL) e uno con un «accesso superiore» (Upper Launcher, UL). La potenza nominale nel plasma è di 20MW alla frequenza di 170 GHz e sarà prodotta da 24 sorgenti di tipo gyrotron da 1 MW.

Oltre alla funzione di riscaldamento degli elettroni, il sistema dovrà generare una corrente non induttiva con lo scopo di controllare alcune instabilità magnetoidrodinamiche, nonché il profilo della corrente del plasma. Il contributo dei ricercatori dell'IFP-CNR nel progetto Iter prevede l'analisi dei due sistemi di lancio mediante un codice di beam-tracing, che permette di calcolare, lungo le traiettorie dei fasci di microonde, sia l'assorbimento della potenza iniettata che la corrente non-induttiva generata. In particolare sono stati calcolati e confrontati i valori dell'efficienza per due diverse posizioni del lanciatore superiore. In seguito all'analisi dell'assorbimento di potenza e di generazione di corrente non induttiva sono state proposte alcune modifiche del progetto del lanciatore equatoriale. Queste riguardano l'architettura dei lanciatori, per aumentare la flessibilità del sistema.

È stata fatta inoltre un'analisi per definire gli intervalli di campo magnetico in cui entrambi i lanciatori hanno la capacità di riscaldare e generare corrente non induttiva in una vasta regione del plasma.

G. Ramponi, D. Farina (IFP) et al., Physics Analysis of the ITER ECW System for Optimized Performance, *Nucl. Fusion* 48 (2008), 454012.

R. Lorenzini, D. Terranova, A. Alfieri, P. Innocente, E. Martines, R. Pasqualotto, P. Zanca, Single-Helical-Axis States in Reversed-Field-Pinch Plasmas, *Physical Review Letters*, 101, 025005 (2008).

## Energia

### La produzione di metanolo con nuovi catalizzatori di sintesi

La sfida a realizzare un mondo senza mezzi inquinanti trova oggi in un composto organico un potenziale alleato: una delle più interessanti prospettive per lo sviluppo di nuovi processi e prodotti eco-compatibili a basso impatto ambientale è lo studio sulle proprietà del metanolo. Questa molecola, infatti, rappresenta un combustibile alternativo per autotrazione e uso domestico: i veicoli attuali potrebbero funzionare a metanolo. I risultati ottenuti dall'ITAE-CNR, inerenti i processi di sintesi della molecola, si inquadrano in un contesto scientifico e tecnologico di rilevanza strategica e di straordinaria attualità. Si concretizza la possibilità di utilizzo della CO<sub>2</sub> come materia prima per la produzione di combustibili alternativi, come il metanolo e il dimetiletere, attraverso la realizzazione di un ciclo chiuso, caratterizzato da emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> nulle.

L'idea è quella di abbandonare gli attuali processi industriali, basati sulla conversione del monossido di carbonio, per ottenere invece metanolo attraverso nuovi catalizzatori di sintesi, sfruttando l'idrogenazione dell'anidride carbonica.

Il sistema che presenta il modello di reattività ideale risulta essere un composto a base di rame, ossido di zinco e zirconia (Cu-ZnO/ZrO<sub>2</sub>). Il motivo di questa scelta è da ricercare nelle proprietà dell'interfaccia tra metallo e ossido, fondamentali per la funzionalità catalitica. Tra i siti metallici (rame) e di ossido si instaura infatti uno schema di reazione sinergico, individuato dallo studio della cinetica e meccanica del processo e delle proprietà dei materiali sviluppati.

F. Arena, G. Italiano, K. Barbera, G. Bonura, L. Spadaro, F. Frusteri, Basic evidences for methanol-synthesis catalyst design, *Catalysis Today*, 2008, (IF=3,004).

## Fusione Nucleare

### Il ruolo delle particelle alfa nell'innesco dell'ignizione

Nell'ambito della fisica dei plasmi, è stato misurato per la prima volta lo spettro dei raggi gamma emessi dalle particelle alfa, una particolare forma di radiazione corpuscolare. L'emissione di raggi gamma, la radiazione a più alti valori d'energia, è generata dalla reazione nucleare tra le particelle alfa e un isotopo del Berillio ( ${}^9\text{Be}(\alpha, n\gamma){}^{12}\text{C}$ ), con un'energia associata al raggio gamma di 4,44 milioni di elettron-volt (MeV). Lo spettro energetico dei raggi gamma è una manifestazione dell'energia delle particelle alfa reagenti. La misura è stata realizzata presso il reattore a fusione JET (Joint European Torus) da una collaborazione di ricercatori del CNR-IFP e dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca. In un plasma costituito da una miscela di Elio ( ${}^4\text{He}$ ) e Deuterio (D) sono stati iniettati atomi neutri

veloci di  ${}^4\text{He}$  che, una volta ionizzati, cioè privati di carica elettrica per collisione, diventano particelle alfa che possono essere accelerate tramite riscaldamento risonante a radiofrequenza. Ad energie superiori a 1,5 MeV le particelle alfa danno luogo alla reazione nucleare e quindi all'emissione di raggi gamma di 4,44 MeV.

Diverse sono state le tecniche finora proposte per osservare le particelle alfa in plasmi di deuterio-trizio (DT). In questi, le reazioni di fusione producono particelle alfa di circa 3,5 MeV che, se confinate, rallentano il loro percorso nel plasma e lo riscaldano. Il ruolo delle particelle alfa è essenziale per raggiungere la condizione di ignizione, in cui il plasma si auto-sostiene senza l'aggiunta di potenza ausiliaria. Il risultato ottenuto dall'IFP è un passaggio importante verso l'utilizzo della spettroscopia gamma per lo studio delle particelle alfa nei reattori a fusione a reazione DT, e avrà quindi importanti ricadute per applicazioni in campo energetico.

V.G. Kiptily, C.P. Perez von Thun, S.D. Pinches, S.E. Sharapov, D. Borba, F.E. Cecil, D. Darrow, V. Goloborod'ko, T. Craciunescu, T. Johnson, F. Nabais, M. Reich, A. Salmi, V. Yavorskij, M. Ceconello, G. Gorini, P. Lomas, A. Murari, V. Parail, S. Popovichev, G. Saibene, R. Sartori, D.B. Syme, M. Tardocchi, P. de Vries, V.L. Zaita and JET-EFDA Contributors. Recent progress in fast ion studies on JET, *Nuclear Fusion*, Vol. 49, No.6 (2009)

**Energia**

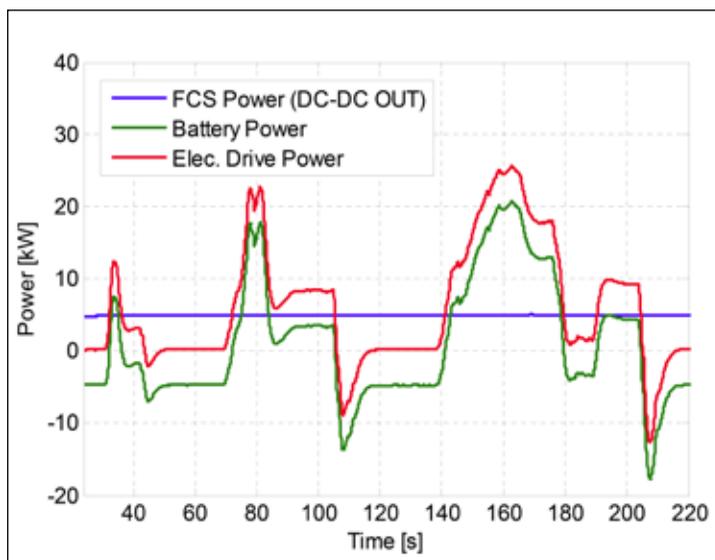
**Sistemi di combustione per produrre meno fuliggine**

La fuliggine, come è noto, è responsabile di inquinamento ambientale, ma la sua presenza è anche indicativa di una riduzione dell'efficienza del processo di combustione.

Lo studio della sua formazione in sistemi di combustione è di notevole importanza, dati i sempre più stringenti regolamenti europei in fatto di emissioni. Le sperimentazioni in materia sono condotte in sistemi di combustione diversi, ma si cerca sempre più di utilizzare fiamme standard prodotte da bruciatori disponibili commercialmente. In tal modo, infatti, è possibile il confronto tra dati sperimentali per la convalida e lo sviluppo di codici di cinetica chimica. In quest'ambito, il bruciatore McKenna è usato per produrre fiamme alimentate da aria o ossigeno e combustibile. Quest'ultimo presenta, ad ogni altezza dal bruciatore, una distribuzione radiale uniforme delle specie chimiche presenti e della temperatura. Un lavoro realizzato presso i laboratori IENI-CNR ha mostrato che il profilo radiale in fiamme premiscelate etilene/aria prodotte con il setto poroso in acciaio presenta un andamento non uniforme: la fuliggine è distribuita nella regione più esterna del bruciatore, mentre al centro sono presenti specie gassose fluorescenti.

La sperimentazione è stata condotta con l'applicazione di tecniche diagnostiche ottiche che, essendo non intrusive, consentono di estrarre informazioni anche da sistemi ostili. La tecnica di scattering/estinzione e la tecnica di incandescenza indotta da laser hanno consentito la localizzazione del particolato e la misura dei suoi parametri tipici. La fluorescenza indotta da laser, invece, ha permesso di rilevare le specie chimiche in fase gassosa. I risultati ottenuti hanno indotto la comunità scientifica a riconsiderare il problema, cercando di individuare modelli di bruciatore ancor più aderenti allo scopo.

F. Migliorini, S. De Iuliis, F. Cignoli, G. Zizak, How "Flat" is the rich premixed flame produced by your McKenna burner?, *Combustion and Flame*, 2008, (IF=2,16).



Efficienza in funzione del livello di ibridizzazione tra celle a combustibile e batterie.

**Energia**

**Celle a idrogeno per il trasporto urbano**

Le variazioni climatiche osservate a livello planetario, come è noto, sono attribuite all'incremento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, associato all'utilizzo dei combustibili fossili. D'altra parte i diversi scenari di sviluppo socio-economico convergono su una crescita nei prossimi decenni sia dei consumi di energia che della popolazione mondiale. A questo si aggiunge il timore di un probabile ridimensionamento nel breve-medio termine delle tradizionali fonti di energia.

A questo punto diventa particolarmente interessante lo sviluppo di una economia dell'idrogeno, con i benefici che ne potrebbero derivare. L'idrogeno è infatti un vettore energetico il cui utilizzo non comporta emissioni carboniose. Nel settore dei trasporti, gli elementi che rendono attraente l'utilizzo dell'idrogeno sono le celle a combustibile ad elettrolita polimerico, generatori elettrochimici di energia elettrica

caratterizzati da elevata efficienza e basse temperature di esercizio. Tali dispositivi consentono di superare i limiti di autonomia degli attuali veicoli elettrici, grazie alla presenza del combustibile a bordo del veicolo, senza produrre emissioni a livello locale.

In questa prospettiva, l'Istituto Motori del CNR ha seguito un progetto di ricerca pensato per applicazioni su autobus urbani. Lo studio sperimentale è stato finalizzato alla realizzazione di un sistema di propulsione elettrico con celle a combustibile ed ha evidenziato le problematiche di gestione dei singoli componenti del propulsore nelle sue fasi di utilizzo. Il livello di ibridizzazione tra celle a combustibile e batterie è il parametro base che ha consentito di quantificare i vantaggi di efficienza del sistema. La configurazione ibrida adottata consente di raggiungere un'efficienza totale sul ciclo di guida pari al 30%.

P. Corbo, F. Migliardini, O. Veneri, An Experimental Study of a PEM Fuel Cell Power Train for Urban Bus Application, *Journal of Power Sources*, 181 (2008) pp. 363-370.

## Energia

### Come ridurre l'emissione di polveri sottili nell'ambiente

**L**e polveri sottili, presenti in atmosfere urbane inquinate, sono principalmente costituite dai particolati carboniosi ultrafini prodotti da sorgenti di combustione quali motori o caldaie.

Uno studio condotto dall'IRC-CNR riguarda l'utilizzo di tecniche analitiche avanzate per descrivere gli effetti dei combustibili sul particolato prodotto. Per analizzare un sistema di combustione controllato, che permette di valutare nel tempo l'evoluzione del processo, sono stati utilizzati composti

alifatici ed aromatici quali metano, etilene, benzene, tipicamente presenti nei combustibili commerciali. L'osservazione dell'estensione e dell'organizzazione delle strutture carboniose del particolato è stata possibile mediante microscopia elettronica ad alta risoluzione. I risultati acquisiti sono di fondamentale importanza al fine di ridurre la formazione e la conseguente emissione nell'ambiente del particolato, considerata l'elevata tossicità di queste sostanze legata alle dimensioni

nanometriche.

I dati dimostrano che la struttura del particolato emesso dipende dai composti aromatici contenuti nel combustibile, in particolare benzene, e dalle condizioni di combustione. Questi composti producono particelle di particolato più piccole, potenzialmente tossiche in quanto più facilmente inalabili nell'apparato respiratorio con effetti diretti sulla salute. Purtroppo, i meccanismi di formazione dei particolati in combustione, così come le complesse caratteristiche chimiche e morfologiche associate, sono ancora sconosciuti. Colmare questa lacuna di informazione riguardo ai particolati, significherà poterli evitare.

M. Alfe, B. Apicella, R. Barbella, J.N. Rouzaud, A. Tregrossi, A. Ciajolo, Structure-Property Relationship in Nanostructures of Young and Mature Soot in Premixed Flames, *Proceedings of the Combustion Institute*, 32 (2009) 697-704 (Pubblicato da Elsevier).

## Monitoraggio

### Anomalie ambientali analizzate da satellite

**S**i può monitorare l'ambiente dei continenti o della Terra? A tale scala, i dati da satelliti forniscono ormai osservazioni preziose, ma resta il problema di trasformarle in indicatori sintetici, che offrano informazioni semplici e significative: tale difficoltà di definizione dipende dal fatto che i modelli su scala continentale sono ardui da realizzare.

In questo contesto di grande attualità, l'IDPA-CNR propone un approccio innovativo per creare indicatori ambientali a scala con-

tinente senza ricorrere a modelli complessi, ma utilizzando serie temporali di dati satellitari. L'originalità dell'approccio sta nella sua flessibilità a diversi livelli. Anche se può comunque utilizzare le proprie competenze, l'analista non è costretto a definire il contributo dei possibili fattori, quantificato automaticamente in base alle osservazioni disponibili. I fattori sono fusi considerando una loro maggioranza *fuzzy*, specificata in modo semplice dall'esperto, per generare un indicatore più o meno ottimistico.

Infine, sfruttando la ridondanza, il metodo compensa l'incompletezza delle osservazioni. Il sistema, testato sull'Africa nel progetto europeo Geoland, ha prodotto un indicatore capace di individuare anomalie ambientali sulla base di dati satellitari. I fattori considerati sono la vegetazione stagionale e le piogge. Il Corno d'Africa e l'Africa del Sud, ad esempio, presentano le maggiori anomalie nei periodi 1997-1998 e 2000-2001, in connessione con le variazioni climatiche del Niño. Il metodo è applicabile in tutti i contesti in cui siano disponibili osservazioni satellitari e la conoscenza dei fattori coinvolti, dei loro contributi, delle modalità di aggregazione sia incerta o mancante.

P. Carrara, G. Bordogna, M. Boschetti, P.A. Brivio, A. Nelson, D. Stroppiana, A Flexible Multi-Source Spatial-Data Fusion System for Environmental Status, *International Journal of Geographical Information Science*, 22:7, 2008, pp. 781-799 (ISI ISSN: 1365-8816).

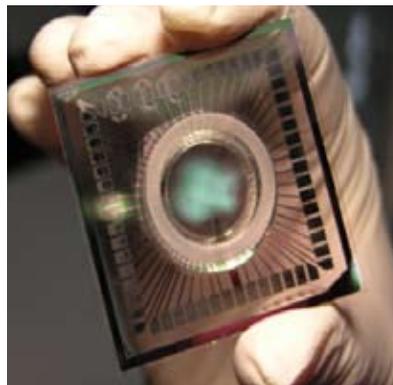
## Energia

### La cattura del mercurio dai fumi di combustione

**N**egli ultimi anni è cresciuto l'interesse circa i rischi delle emissioni di elementi tossici dai processi di combustione. Il mercurio suscita particolare preoccupazione, a causa del suo crescente livello di bio-accumulo nell'ambiente, con rischi per la salute umana. Recenti studi hanno evidenziato che circa il 70-80% delle emissioni antropogeniche di mercurio è causato da processi di combustione, in particolare dagli impianti di combustione del carbone. A seguito di numerose ricerche, la tecnologia di iniezione di polvere di carbone attivo nei fumi a monte delle apparecchiature per il controllo delle polveri (PMCD) è stata indicata come la più matura per la cattura del mercurio.

L'efficienza di cattura risulta fortemente influenzata dal tipo di PMCD. In particolare, la quantità di carbone attivo necessaria per ottenere uno specifico livello di rimozione del mercurio, in impianti dotati di precipitatori elettrostatici, è tipicamente maggiore di quella necessaria quando le polveri vengono rimosse con filtri a manica. Sono stati confrontati i risultati delle simulazioni del processo di cattura del mercurio dai fumi di combustione mediante carbone attivo relativi a due modelli dettagliati. Il primo è stato sviluppato presso l'Istituto di Ricerche sulla Combustione del CNR di Napoli, riguardante i filtri a manica, il secondo presso l'Illinois Institute of Technology di Chicago, riguardante i precipitatori elettrostatici. I filtri a manica garantiscono in termini assoluti un abbattimento migliore del mercurio rispetto ai precipitatori elettrostatici ma, se si tiene conto del maggior dispendio energetico connesso all'utilizzo dei filtri a manica, i risultati indicano che in determinate condizioni l'uso dei precipitatori elettrostatici può essere più conveniente.

F. Scala, H. L. Clack, Mercury Emissions from Coal Combustion: Modeling and Comparison of Hg Capture in a Fabric Filter Versus an Electrostatic Precipitator, *Journal of Hazardous Materials*, 2008, (IF=2,975).



Matrice a 60 elettrodi

## Biologia

### Una visione più profonda dell'attività delle piante

**S**arà possibile da oggi guardare con un'altra prospettiva il mondo delle piante, finora viste come inferiori rispetto agli animali riguardo all'intelligenza. Le cellule situate negli apici delle radici delle piante comunicano tra di loro con segnali elettrici e hanno caratteristiche simili a quelle osservate nelle cellule neuronali degli animali. Quest'evidenza è il frutto della ricerca svolta nell'Istituto Nazionale d'Ottica del CNR, dalla Dr. Marzena Ciszak e dal Prof. F. Tito Arecchi in collaborazione con il Dipartimento di Ortoflorifrutticoltura dell'Università di Firenze.

I dati sono stati ottenuti utilizzando per la prima volta sulle piante una tecnica tipica della neurobiologia, i MEA (multi electrode arrays), dei micro-elettrodi che vengono applicati alle radici per misurare i segnali a livello locale, della singola cellula. Le cellule vegetali, a parte

l'emissione di segnali in forma di impulsi elettrici, hanno anche un'altra proprietà, la sincronizzazione, cioè la capacità di emettere più segnali contemporaneamente, portando a una elaborazione collettiva delle informazioni che arrivano dall'ambiente esterno. I risultati di questa ricerca sono il frutto di un lavoro interdisciplinare, che raccoglie fisici e agronomi, e applica le conoscenze dei sistemi dinamici alla biologia vegetale. L'unione delle diverse aree scientifiche ha portato ad una più profonda visione dell'attività delle piante, rivelando aspetti non esplorati prima e che richiedono ulteriori indagini. Ci si aspetta che l'applicazione della fisica alla biologia vegetale provveda dei modelli matematici per caratterizzare il funzionamento delle piante a livello cellulare, ma anche modelli utili per lo sviluppo dell'agricoltura.

E. Masi, M. Ciszak, G. Stefano, L. Renna, E. Azzarello, C. Pandolfi, S. Mugnai, F. Baluska, F. T. Arecchi, S. Mancuso, Spatiotemporal Dynamics of the Electrical Network Activity in the Root Apex, *Pnas* mar, 2009.

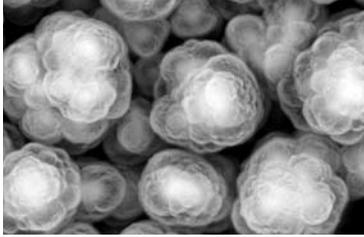


Immagine al microscopio elettronico a scansione di Nichel poroso modificato.

## Energia

### Elettrodi porosi composti per la produzione di idrogeno

L'uso di fonti rinnovabili di energia è destinato ad accrescersi nei prossimi decenni, a causa della scarsità di combustibili fossili e della necessità di contenere la produzione di anidride carbonica. La natura intrinsecamente intermittente della generazione impone l'uso di uno o più metodi di accumulo. Uno dei più convenienti è la produzione elettrolitica di idrogeno (elettrolisi dell'acqua). L'idrogeno può essere poi reimpiegato per produrre energia in processi di combustione o in dispositivi elettrochimici. L'efficienza energetica dell'intero processo di generazione, accumulo e impiego dell'idrogeno è il prodotto dell'efficienza di ogni singolo stadio. Nello stadio di generazione, la composizione dei materiali elettrodici, che determina la velocità ed il meccanismo delle reazioni, e l'area superficiale degli elettrodi sono i fattori chiave. È inoltre necessario che un'alta efficienza sia mantenuta per lunghi tempi di esercizio e che i materiali ed i processi di preparazione siano di basso costo.

Lo IENI CNR di Padova, con l'essenziale contributo alla caratterizzazione morfologica e strutturale dei materiali dell'ICIS CNR Padova, ha sviluppato efficienti catodi composti per l'elettrolisi dell'acqua, costituiti da strati sottili ed altamente porosi di nichel, modificati con (nano)particelle di composti ad alta attività catalitica, generalmente metalli nobili o loro ossidi. Sono state esplorate con successo varie strategie di modifica del nichel poroso: co-deposizione di particelle catalitiche mediante elettrolisi di sospensioni, deposizione spontanea di metalli nobili, elettrodeposizione degli stessi metalli. L'efficienza e la stabilità di elettrodi composti (matrice nichel, fase dispersa ossido di rutenio) sono state dimostrate anche in confronto con catodi industriali.

L. Vázquez-Gómez, S. Cattarin, P. Guerriero, M. Musiani, Hydrogen Evolution on Porous Ni Cathodes Modified by Spontaneous Deposition of Ru or Ir, *Electrochimica Acta* (34452j0) 2008.

## Inquinamento

### Come ridurre l'impatto ambientale nella combustione del carbone

La combustione del carbone è tra le più antiche reazioni chimiche conosciute dall'uomo, ancora oggi fondamentale per la produzione di energia elettrica. Tuttavia essa ha numerose implicazioni economiche ed ambientali. L'impatto ambientale della combustione del carbone dipende in primo luogo dalla scarsa efficienza dei processi generalmente in uso, nei quali ancora oggi una parte del carbone resta inconvertita; inoltre esso dipende dal fatto che, così come è pensata e condotta, la combustione inevitabilmente rilascia nell'atmosfera grandi quantità di CO<sub>2</sub>.

Per queste ragioni la comunità scientifica internazionale è molto attenta al tema della combustione pulita del carbone. In particolare, l'IRC-CNR ha riconsiderato questo argomento

a partire da aspetti fondamentali, con attenzione al ruolo chiave del primo stadio della reazione, ovvero il chemisorbimento di ossigeno. In questo stadio il carbone fissa l'ossigeno gassoso e forma complessi superficiali C-O. In modo esclusivo è stato affrontato il problema della velocità del chemisorbimento e della sua relazione con il thermal annealing, cioè la progressiva perdita di reattività osservata nel corso della combustione.

Riconoscere che il chemisorbimento è il collo di bottiglia di un processo di combustione del carbone è stato un passo importante, perché su questa base è possibile ripensare e ridisegnare il processo, in modo da assicurarne la massima efficienza ed il minimo impatto ambientale. Lo stesso gruppo di ricerca dell'Istituto ha brevettato un processo di combustione di solidi carboniosi denominato CarboLoop, nel quale la CO<sub>2</sub> è prodotta in condizioni favorevoli per la sua cattura, evitandone il rilascio in atmosfera.

O. Senneca, P. Salatino, D. Menghini, The Influence of Thermal Annealing on Oxygen Uptake and Combustion Rates of a Bituminous Coal Char, *Proceedings of the Combustion Institute*, 31, 1889-1895 (2007).

**Energia**

## Nuove membrane polimeriche per le celle a combustibile

Considerando tra le priorità attuali il rispetto dell'ambiente, il problema principale consiste nel coniugare alta efficienza e basse emissioni di inquinanti nella produzione e gestione dell'energia nei diversi settori di consumo. Tra i sistemi di generazione diretta di energia elettrica, le celle a combustibile a metanolo (DMFC) rivestono un notevole interesse per l'elevata efficienza e il basso impatto ambientale. Le applicazioni sono possibili nei trasporti, nella generazione stazionaria e nei sistemi portatili. In particolare per gli apparecchi portatili e le auto elettriche, questi sistemi stanno raggiungendo un notevole livello di competitività rispetto alle tradizionali batterie al litio, grazie all'introduzione di nuove membrane polimeriche all'interno delle celle. Recentemente, il CNR-ITAE di Messina ha sviluppato membrane che operano a temperature vicine a 100 °C nelle DMFC.

Le ricerche riguardano lo sviluppo di membrane ad alta conducibilità ionica e basso costo, da utilizzare come alternative alle più comuni membrane perfluorosolfonate, che hanno buone prestazioni ma soffrono di un'alta permeabilità al metanolo e sono costose.

L'idea innovatrice dell'Istituto è quella di utilizzare un processo di produzione delle membrane a partire dal polisulfone, disponibile in commercio, e dal trimetil-silil-clorosolfone come agente solfonante, meno aggressivo verso il polimero e con un maggior controllo della sintesi.

Questo nuovo tipo di membrana è stato investigato in celle a combustibile a metanolo sia a 20-40°C, temperature tipiche per applicazioni portatili, che a 100-120°C per il settore trasporti.

Le migliori prestazioni registrate sono di 180 mW/cm<sup>2</sup> a 120 °C e 20 mW/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiente, i livelli più alti finora raggiunti con membrane a basso costo.

---

F. Lufrano, V. Baglio, P. Staiti, A. S. Aricò, V. Antonucci, Polymer Electrolytes Based on Sulfonated Polysulfone for Direct Methanol Fuel Cells, *Journal of Power Sources*, 2008, (IF=3,477).

**Energia**

## Migliori prestazioni con i catalizzatori nanostrutturati

L'Istituto CNR-ITAE, nell'ambito delle sue principali linee di ricerca dell'ultimo decennio, ha implementato lo sviluppo di membrane polimeriche che operano ad alte

temperature in celle a combustibile. Queste sono dispositivi elettrochimici produttori di elettricità senza combustione, utili per applicazioni nel settore dei trasporti.

L'Istituto ha studiato i

problemi relativi alla stabilità di catalizzatori che velocizzano le reazioni in gioco, operando ad alta temperatura. La combinazione di catalizzatori ottimali e di nuove membrane polimeriche apre interessanti prospettive per l'utilizzo delle celle a combustibile nel settore dei trasporti. In tal senso le celle a combustibile ad elettrolita polimerico (PEMFC) sono di particolare interesse

in quanto, oltre a garantire prestazioni elevate, offrono elevate efficienze ed assenza di emissioni inquinanti. Pertanto l'ITAE ha sviluppato nuovi catalizzatori nanostrutturati, costituiti da una lega di platino-cobalto, con diverse caratteristiche strutturali, elettroniche e morfologiche.

Questi catalizzatori hanno mostrato migliori prestazioni e stabilità ad alta temperatura rispetto ai convenzionali di platino. Il comportamento elettrochimico a 130 °C è stato inoltre correlato alle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali, inerenti le dimensioni delle particelle e le proprietà della superficie attiva e della lega. In questo contesto, i sistemi PEMFC dovrebbero operare stabilmente fino a 130 °C e con bassa umidità relativa. Attualmente questa tecnologia consente di operare ad una temperatura ottimale di circa 80 °C, a causa di fenomeni di de-idratazione della membrana e perdita di conducibilità ionica a temperature superiori.

---

A. S. Aricò, A. Stassi, E. Modica, R. Ornelas, I. Gatto, E. Passalacqua, V. Antonucci, Performance and degradation of high temperature polymer electrolyte fuel cell catalysts, *Journal of Power Sources*, Vol. 178, Issue 2, 1 April 2008, pp. 525-536.

**Energia**

## Un polimero a basso costo e con buona stabilità termica

**N**el settore dei trasporti, nella cogenerazione e nell'elettronica di consumo trovano impiego particolari dispositivi ad alta efficienza, emissioni zero e di facile utilizzo: si tratta di celle a combustibile ad elettrolita polimerico (PEFC), sistemi elettrochimici capaci di convertire direttamente l'energia chimica in elettricità. Un componente principale delle PEFC è l'elettrolita, costituito da una membrana polimerica. Le caratteristiche ottimali di un elettrolita sono l'elevata conduzione protonica, la resistenza meccanica e un costo contenuto.

La membrana tradizionalmente utilizzata a livello commerciale è il Nafion, mentre la PEFC, a causa della bassa resistenza meccanica a 120°C e dei costi elevati, ha una diffusione limitata nel mercato.

L'Istituto TAE-CNR ha sviluppato una membrana alternativa composita, utilizzando un polimero termostabile contenente silice, che ha costi più bassi. L'introduzione della silice, o più in generale di ossidi idrofili, rappresenta l'idea chiave per migliorare la resistenza meccanica in presenza di acqua senza compromettere la conduzione protonica. Dalla ricerca su questo componente sono emersi dati interessanti: i test elettrochimici a media temperatura (circa 120°C) hanno prodotto una densità di potenza elettrica superiore a quanto ottenuto finora, sempre a media temperatura, e sufficiente per le applicazioni tipiche di questi dispositivi. Sono risultati incoraggianti, considerando che si tratta di un polimero a basso costo e con buone caratteristiche di stabilità termica. Questo consentirà di accelerare la diffusione di tali sistemi sul mercato e lo sviluppo di dispositivi con un minor impatto ambientale. La prospettiva è che possano divenire competitivi con i sistemi tradizionali di generazione di potenza, per affidabilità, durata e costi.

za per gli alti costi connessi con la produzione delle singole celle. Per una più vasta e capillare diffusione delle SOFC è indispensabile approfondire lo studio dei legami proprietà-processo per la loro produzione, chiave di volta per il miglioramento di prestazioni e durata, nonché per l'abbassamento dei costi di produzione.

Una svolta in questo senso arriva da una linea di ricerca condotta presso l'ISTEC-CNR, dove è stato messo a punto il processo di ottimizzazione della sospensione ceramica necessaria alla produzione tramite collaggio su nastro di un anodo supportante, a base di zirconia stabilizzata ittria (YSZ) e NiO. Il processo, ben conosciuto dall'industria ceramica, permette la produzione di substrati ceramici in modo semplice e riproducibile a costi contenuti.

Lo studio esamina i principali porizzanti presenti in commercio e la loro influenza sulla sospensione e sulla microstruttura dell'anodo finale. Un'attenta analisi di caratteristiche fisiche e interazioni con gli altri additivi presenti ha permesso di stabilire le migliori condizioni per ottenere un manufatto con caratteristiche ottimizzate per SOFC.

A. Carbone, R. Pedicini, A. Saccà, I. Gatto e E. Passalacqua, Composite S-PEEK Membranes for Medium Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cells, *Journal of Power Sources*, 178 (2008) 661-666.

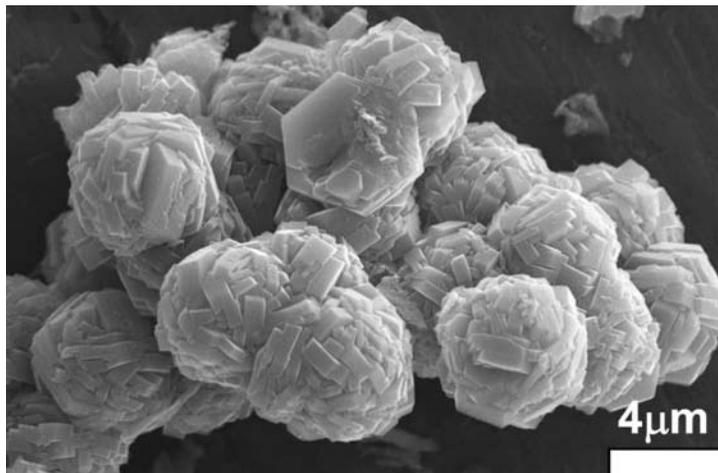
**Energia**

## Produrre substrati ceramici in modo semplice e a costi contenuti

**L**e celle a combustibile ad ossido solido, SOFCs, sono sistemi elettrochimici per generare energia pulita. Generalmente utilizzati per applicazioni stazionarie, hanno caratteristiche di carburanti in flessibilità (idrogeno, metano ma anche bio-masse) e potenza erogata, che li rendono appetibili sia per applicazioni

industriali che residenziali. La silenziosità e l'emissione di inquinanti praticamente assente ne rende inoltre possibile l'integrazione nel tessuto urbano, mentre l'assenza di parti in movimento e di processi combustivi ne garantisce un'alta efficienza. Nonostante questi vantaggi, i sistemi SOFC non sono ancora disponibili all'uten-

A. Sanson, P. Pinasco, E. Roncari, Influence of Pore Formers on Slurry Composition and Microstructure of Tape Cast Supporting Anodes for SOFCs, *Journal of the European Ceramic Society*, 28 (2008) pp. 1221-1226.



Particelle di titanato di bario

## Elettronica

### Polveri di titanato di bario per i condensatori ceramici

I materiali ceramici trovano largo impiego sia nei settori industriali che nelle tecnologie di uso comune. Il titanato di bario,  $\text{BaTiO}_3$ , è il più importante ceramico impiegato nell'industria elettronica, con una produzione annua di circa 11.000 tonnellate. Grazie alla sua elevata costante dielettrica e alle basse perdite, è largamente utilizzato nella produzione dei condensatori ceramici multistrato, componenti essenziali dei circuiti di qualsiasi apparecchio elettronico. Un telefono cellulare o un personal computer contengono da qualche decina a qualche centinaia di questi componenti. La tendenza attuale della tecnologia vede da una parte l'incremento della capacità e dall'altra la miniaturizzazione di tali dispositivi. Ciò comporta la riduzione dello spessore del singolo strato dielettrico, che nell'immediato futuro sarà inferiore ad 1 micrometro, e l'aumento del numero

degli strati a valori dell'ordine di 1.000. Per realizzare strati così sottili è necessario disporre di polveri costituite da particelle con diametro dell'ordine di 100 nanometri, classificabili come nanoparticelle, omogenee e poco costose.

Lo IENI-CNR di Genova ha dimostrato come sia possibile produrre polveri di titanato di bario con tali caratteristiche utilizzando un processo semplice e a basso costo: la reazione allo stato solido tra biossido di titanio,  $\text{TiO}_2$ , e carbonato di bario,  $\text{BaCO}_3$ . La riduzione delle dimensioni delle particelle finali è resa possibile dalla drastica diminuzione (da 1000 a 700°C) della temperatura di reazione, dall'utilizzo di precursori in forma nanometrica e dalla realizzazione di una miscelazione intima dei componenti. Questo processo è competitivo con altri utilizzati per la produzione di nanoparticelle di  $\text{BaTiO}_3$ , come ad esempio la sintesi idrotermale.

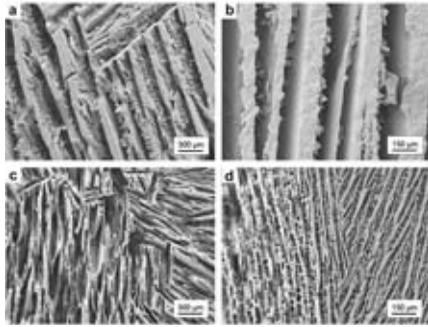
M. T. Buscaglia, M. Bassoli, V. Buscaglia e R. Vormberg, Solid-State Synthesis of Nanocrystalline  $\text{BaTiO}_3$ . Reaction Kinetics and Powder Properties, *Journal of the American Ceramic Society*, 2008, 91, 2862-2869.

## Materiali

### Microparticelle di idrossido di nickel per migliorare le batterie ricaricabili

Le proprietà di un materiale dipendono dalla composizione chimica, dalla forma e dalla dimensione delle particelle che lo compongono. Le caratteristiche chimico-fisiche degli atomi si traducono in interazioni con l'ambiente esterno a seconda della diversa distribuzione e composizione delle superfici. Processi catalitici, idrofobici, elettrochimici e fotovoltaici sono strettamente legati alla struttura delle superfici e quindi alla morfologia delle particelle. Il legame tra struttura cristallina e struttura di superficie si riflette sui comportamenti di gran parte dei materiali utilizzati nelle moderne tecnologie. È noto che la morfologia delle particelle che costituiscono il catodo influenza alcune importanti caratteristiche di una batteria ricaricabile, quali la velocità di ricarica e il numero di cicli di carica e scarica. L'idrossido di nickel,  $\text{Ni(OH)}_2$ , è fondamentale per realizzare i catodi in diversi tipi di batterie. È largamente impiegato nelle batterie ricaricabili al nickel-cadmio e nickel-idruro metallico, mentre il suo utilizzo nelle batterie al litio e nei supercondensatori è in fase di studio. L'Istituto IENI-CNR ha dimostrato che è possibile produrre microparticelle di  $\text{Ni(OH)}_2$  di diversa forma (lamelle, prismi esagonali, aghetti, sfere, sfere cave) a partire da un sale solubile di nickel e da ammoniaca, utilizzando acqua come solvente ed operando a circa 200°C sotto una moderata pressione. La forma finale è controllata con l'aggiunta di molecole o polimeri organici con proprietà di adsorbirsi sulle superfici delle particelle, influenzandone la crescita e lo sviluppo della morfologia. Tali molecole sono molto utilizzate nell'industria chimica e sono poco costose.

M. T. Buscaglia, V. Buscaglia, C. Bottino, M. Viviani, R. Fournier, M. Sennour, S. Presto, R. Marazza e P. Nanni, Morphological Control of Hydrothermal  $\text{Ni(OH)}_2$  in the Presence of Polymers and Surfactants: Nanocrystals, Mesocrystals and Superstructures, *Crystal Growth & Design*, 2008, 8, 3847-3855.



Campioni porosi di idrossiapatite prodotti con la tecnica del freeze casting.

## Ceramiche

### Materiali per sostituzioni ossee che imitano i sistemi naturali

La progettazione di impianti per le sostituzioni ossee richiede che i materiali sviluppati siano in grado di mimare la composizione e la morfologia dei sistemi naturali, in modo da potersi biointegrare velocemente e rigenerare l'osso mancante. Sulla base di queste esigenze sono stati sviluppati dei campioni porosi a base di idrossiapatite, il principale costituente inorganico delle ossa, mediante la tecnica del freeze casting. La tecnica, proposta dall'ISTEC-CNR di Faenza, si basa sul congelamento e la liofilizzazione di una sospensione ceramica e permette di ottenere una porosità aperta, modulabile come quantità complessiva e tipologia, comunque prevalentemente di tipo lamellare, selezionando opportunamente i parametri di processo. Questi sono principalmente la velocità di congelamento e la concentrazione della sospensione. La porosità che si sviluppa nel dispositivo è la replica dei cristalli di ghiaccio formati durante il congelamento.

Questa tecnologia è interessante nel campo dei sostituti ossei perché permette di creare strutture in cui pori canaliformi, di dimensioni adeguate per la penetrazione delle cellule ossee, si alternano a lamelle di ceramico bioattivo accresciutesi nella medesima direzione. Questi campioni sono interessanti per due motivi: l'unidirezionalità preferenziale delle lamelle consente di ottenere una maggiore resistenza al carico applicato nella loro direzione di accrescimento; allo stesso tempo, la porosità unidirezionale crea dei percorsi guida, in grado di favorire una rapida abitazione cellulare dell'impianto. Un rivestimento di gelatina, oltre ad incrementarne la bio-affinità e la bio-attività, ne migliora le proprietà meccaniche, lasciandone praticamente inalterata la porosità totale.

E. Landi, F. Valentini, A. Tampieri, Porous Hydroxyapatite/Gelatin Scaffold with Ice-Designed Canne-like Porosity for Biomedical application, *Acta Biomaterialia*, 2008, (IF=3,727).

## Materiali

### Un buon candidato per sostituire l'ossido di silicio

Nel settore dell'elettronica, i materiali costituenti hanno un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione dei dispositivi. La tecnologia dei circuiti integrati basata su sistemi metallo-ossido ( $\text{SiO}_2$ )/semiconduttore (Si) richiede un continuo incremento del numero di dispositivi per unità di area, che si traduce nell'esigenza di ridurre progressivamente anche lo spessore dello strato di ossido. L'assottigliamento di questo strato, tuttavia, provoca un aumento delle correnti di perdita che portano ad un incremento del consumo di potenza. È possibile ridurre questa perdita sostituendo il  $\text{SiO}_2$  con un ossido a costante dielettrica più alta. Questo permette, infatti, di creare uno strato più spesso di ossido mantenendo un'alta capacità del sistema metallo/ossido/semiconduttore e riducendo le correnti di perdita, dovute principalmente ad effetti di

tunneling.

Negli ultimi anni si è sviluppata un'intensa attività di ricerca su materiali isolanti con alta costante dielettrica, che potrebbero rappresentare valide alternative all' $\text{SiO}_2$ . Uno dei candidati più adatti a sostituire l'ossido di silicio è l'allumina,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , per la sua alta costante dielettrica, l'alto valore del gap di energia e l'elevata stabilità termica ad alte temperature. I risultati di uno studio sulla crescita di strati di  $\text{Al}_2\text{O}_3$  su substrati semiconduttori mediante la tecnica di Atomic Layer Deposition (ALD), forniti dall'IMEM-CNR, dimostrano che si ottengono strati amorfi di  $\text{Al}_2\text{O}_3$  su substrati di Si e Ge con bassa rugosità superficiale; la crescita non è influenzata in maniera significativa dal tipo di substrato e gli strati as-grown, inoltre, presentano resistività relativamente basse. Infine, in seguito a processi di annealing a  $800^\circ\text{C}$  si ottengono films con buone caratteristiche isolanti.

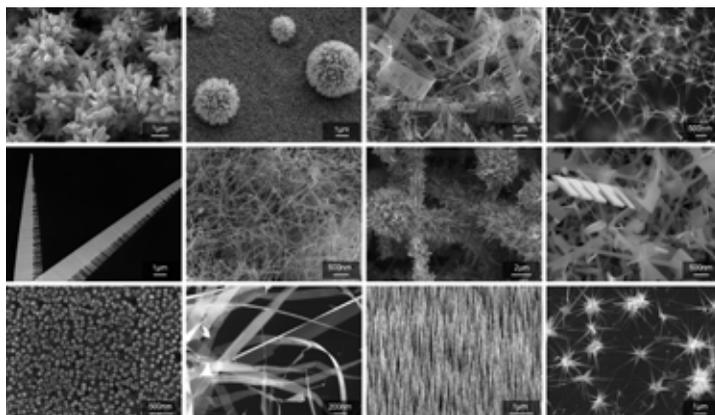
E. Ghirdelli, C. Pelosi, E. Gombia, G. Chiavarotti, L. Vanzetti, ALD Growth, Thermal Treatments and Characterization of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Layers, *Thin Solid Films*, 2008, (IF=1,84).

**Materiali**

**Un modello per testare componenti a memoria di forma**

**T**ra i materiali più recenti e innovativi, ce ne sono alcuni cosiddetti intelligenti, per il fatto che effetti meccanici rilevanti e reversibili possono esservi indotti mediante stimoli meccanici, termici o elettromagnetici. Tra questi, le leghe a memoria di forma presentano straordinarie proprietà meccaniche e sono alla base della realizzazione di sensori, attuatori e dispositivi in campi tecnologici differenti, dalla aeronautica, alla sismica, alla biomeccanica. La descrizione accurata ed efficiente del comportamento macroscopico di un componente a memoria di forma è di enorme interesse applicativo ed è una delle linee di ricerca del progetto BioSMA presso l'IMATI-CNR di Pavia. Nell'ambito del progetto è stato prodotto un modello fenomenologico per il comportamento delle leghe a memoria di forma capace di riprodurre le principali caratteristiche meccaniche di questi materiali in una dimensione spaziale. Sono modellizzate esplicitamente la differenza tra il comportamento a trazione e a compressione e il variare della risposta elastica dei materiali durante i processi. Finora questi effetti non hanno trovato una descrizione adeguata in letteratura, pur rivestendo un ruolo fondamentale per diverse applicazioni. La trattazione modellistica teorica utilizzata nel progetto si basa su considerazioni termodinamiche ed è formulata mediante tecniche di analisi convessa. Il lavoro svolto dall'Istituto comprende una collezione di esperimenti numerici che illustra le caratteristiche del modello e ne prova la robustezza in relazione a possibili approssimazioni. I pochi parametri materiali del modello possono essere univocamente identificati per mezzo di un'unica prova meccanica a trazione e compressione.

F. Auricchio, A. Reali, U. Stefanelli, A macroscopic 1D Model for Shape Memory Alloys Including Asymmetric Behaviors and Transformation-Dependent Elastic Properties, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 198, Issue 17-20, pp 1631-1637.



Nanowires di Ossido di Zinco

**Materiali**

**Forme cristalline di Ossido di Zinco a scala nanometrica**

**N**ell'ambito delle moderne nanotecnologie, l'Ossido di Zinco, ZnO, riscuote grande interesse grazie alle varie e particolari forme cristalline ottenibili su scala nanometrica, che gli conferiscono singolari proprietà. Si tratta di un materiale molto versatile che, grazie alle sue peculiari caratteristiche chimico-fisiche, è oggi tra i più studiati nella scienza dei materiali e trova applicazione in campi che spaziano dall'optoelettronica al fotovoltaico, dalla sensoristica e bio-sensoristica alle applicazioni piezoelettriche, dalla fotocatalisi alla spintronica. La difficile produzione su grande scala di questi nanomateriali ostacola molto spesso il trasferimento a livello industriale dei risultati derivanti dagli studi in laboratorio.

Il gruppo di ricerca dell'isti-

tuto IMEM negli ultimi anni ha sviluppato una notevole competenza nell'ambito della crescita di ossidi in forma nanostrutturata, ottenendo promettenti risultati nel campo dei sensori di gas e nello sviluppo di materiali per le celle solari fotovoltaiche di terza generazione, con interessanti prospettive applicative e tecnologiche in questi settori di notevole impatto economico e sociale. Lo studio è orientato alla risoluzione delle difficoltà dei processi di produzione.

Attraverso la comprensione dei meccanismi di crescita di una particolare nanostruttura di ZnO, i cosiddetti nanofili, è possibile ottimizzarne il processo di sintesi sia in termini qualitativi che di scala e riproducibilità. In particolare è risultato possibile stabilizzare le condizioni di crescita cristallina, tipicamente fuori equilibrio, dei nanofili di ZnO, grazie alla deposizione sul substrato di un film catalizzatore di zinco metallico, che permette di innescare una crescita selettiva ed omogenea di nanofili, senza alterarne la composizione.

M.Z. Zha, D. Calestani, A. Zappettini, R. Mosca, M. Mazzera, L. Lazzarini, L. Zanotti, Large-Area Self-Catalysed and Selective Growth of ZnO Nanowires, *Nanotechnology*, 2008, (IF=3,446).



# Informazione & Comunicazione

**Elettronica**

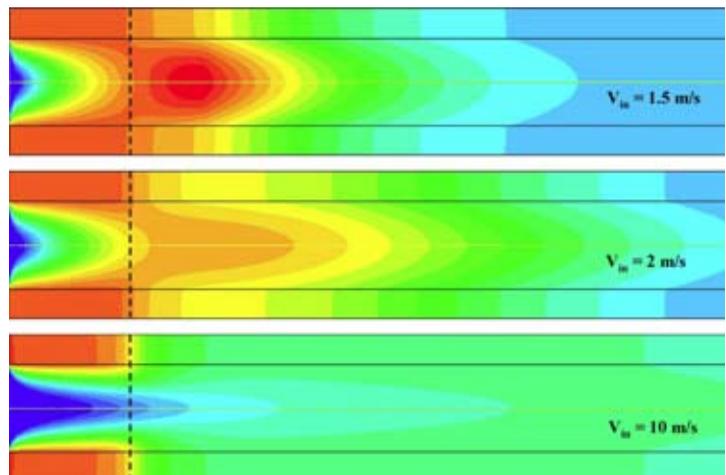
Una tecnica per il monitoraggio di grandi infrastrutture civili

Un nuovo sistema di misura potrà essere utilizzato per il monitoraggio di grandi infrastrutture civili quali ponti, autostrade, ferrovie, oleodotti, dighe. Si tratta di una tecnica che analizza le deformazioni dinamiche di una fibra ottica, basata sullo scattering stimolato di Brillouin tra due impulsi ottici, messa a punto dall'IREA-CNR. Nel dettaglio, la misura viene effettuata utilizzando due impulsi ottici che si propagano in senso contrario nella fibra ottica, con cui è possibile ottenere misure dinamiche del profilo di spostamento o shift Brillouin. I due impulsi ottici vengono lanciati ai capi della fibra ottica di misura, ritardati l'uno rispetto all'altro di un tempo  $\tau$ . Tale ritardo fa sì che i due impulsi si vadano a sovrapporre, e quindi ad interagire, in corrispondenza di una specifica regione della fibra di misura. A partire dalla misura nel tempo dell'intensità di picco dell'impulso di sonda, così come riemerge dalla fibra di misura, è possibile monitorare in tempo reale le variazioni dello shift Brillouin che occorrono in quella specifica posizione, dovute ad esempio ad una deformazione dinamica applicata.

La tecnica può essere impiegata per rilevare vibrazioni fino a frequenze nell'ordine delle centinaia di kHz su strutture estese anche centinaia di metri, con una risoluzione spaziale di circa 3m. È stato anche realizzato un set-up sperimentale con cui sono state effettuate prove sperimentali con una risoluzione spaziale di 3m su una fibra lunga 30m fino ad una frequenza di 100Hz.

La tecnica proposta consente con una semplice fibra ottica di misurare la deformazione statica lungo tutta la fibra e di misurare la deformazione dinamica in una specifica sezione della fibra. Tale sezione può essere cambiata semplicemente variando il ritardo relativo tra i due impulsi.

R. Bernini, A. Minardo, L. Zeni, Dynamic Strain Measurement in Optical Fibers by Stimulated Brillouin Scattering, *Optics Letters*, Vol. 34, Issue 17, pp. 2613-2615, 2009.



Temperature nel micro-combustore in ragione della velocità del gas.

**Materiali**

Un micro-combustore al posto delle batterie

Nell'ultimo ventennio si è assistito ad un incremento continuo e sempre più intenso dell'utilizzo di apparecchiature elettroniche portatili quali computer, palmari e telefoni cellulari, in ambito industriale, militare e nella vita di tutti i giorni. A garantire una sorgente di potenza sufficiente a sistemi portatili di uso quotidiano sono, generalmente, batterie al litio. Batterie di questo tipo hanno, però, cicli di durata breve e, a causa della loro bassa densità di energia (0.5 MJ/kg), incidono notevolmente sia sul peso che sull'ingombro degli apparecchi.

La produzione e lo smaltimento delle batterie implicano, inoltre, problemi di sicurezza e di impatto ambientale. La soluzione tecnologica alternativa proposta è la micro-produzione di energia elettrica. L'idea è quella di sostituire le batterie con un micro-combustore nel quale si possa sfruttare l'elevata densità

energetica degli idrocarburi (40 MJ/kg). Tuttavia, ad oggi, non è stato ancora sviluppato un micro-combustore adeguato per stabilità, efficienza e durabilità. L'IRC-CNR, in collaborazione con l'Università degli Studi di Napoli Federico II, propone un disegno di micro-combustore che supera i limiti degli schemi attualmente esistenti. Gli studi dimostrano che il nuovo schema reattoristico consente di ottenere elevate potenze termiche in uscita, preservando il materiale di cui è costituito il micro-combustore da stress termici e mantenendo trascurabili livelli di emissioni inquinanti. Il micro-combustore può stabilizzare la combustione omogenea grazie alla presenza di una parte iniziale del canale che funge da ignitore catalitico. Il calore generato nella zona catalitica è trasmesso, per conduzione attraverso le pareti del canale, alla sezione non-catalitica a valle, dove si riesce a sostenere la combustione omogenea.

A. Di Benedetto, V. Di Sarli, G. Russo, A Novel Catalytic-Homogenous Micro-Combustor, *Catalysis Today*, 2008, (IF=3,004).



Una tromba a profilo corrugato

## Telecomunicazioni

### Trombe a profilo corrugato per le trasmissioni da satellite

Considerato il funzionamento dei moderni sistemi di telecomunicazione satellitare, si può pensare di allocare un numero crescente di servizi per la telefonia fissa, la tele-radio-diffusione, Internet e la comunicazione mobile nello stesso sistema d'antenna. Realizzare questo significa ottenere notevoli benefici in termini di costi, occupazione e peso. Per rendere possibile tale concentrazione, i singoli componenti del sistema devono rispondere a requisiti piuttosto stringenti in termini di prestazioni elettromagnetiche e consentire l'impiego contemporaneo di molte portanti con elevati livelli di potenza, minimizzando contestualmente i prodotti di intermodulazione spuria, dovuti a fenomeni di ossidazione, tra portanti a frequenze diverse e scariche elettriche. Per le loro eccellenti potenzialità, le trombe a profilo corrugato rappresentano

un'ottima scelta per gli illuminatori.

Tali antenne hanno la forma di cono circolare troncato, le cui pareti presentano opportune corrugazioni che ottimizzano le prestazioni. Una tecnica di progettazione innovativa per tali antenne è stata proposta nell'ambito delle attività svolte all'interno della commessa Sistemi e Apparati di Telecomunicazioni del Dipartimento ICT del CNR. Tale tecnica consente di sintetizzare in maniera diretta e rapida configurazioni ad elevate prestazioni, stabili alle incertezze di realizzazione meccanica e congrue con i vincoli di potenza imposti dalle applicazioni. L'efficacia del metodo è dimostrata dalla corrispondenza dei dati teorici con quelli misurati nel caso di antenne operanti nelle bande Ku e K, progettate nell'ambito dei contratti di ricerca tra l'istituto IEIIT-CNR e Thales Alenia Space Italia.

G. Addamo, O. A. Peverini, R. Tascone, G. Virone, P. Cecchini, R. Orta, A Ku-K Dual-Band Compact Circular Corrugated Horn for Satellite Communications, *IEEE Antennas And Wireless Propagation Letters*, vol. 8, 2009.

## Telecomunicazioni

### Matrici aleatorie per caratterizzare le comunicazioni radio

Nel settore della diffusione di informazioni, i sistemi di telecomunicazioni radio, chiamati MIMO, multiple-input multiple output, costituiti da antenne multiple in trasmissione e in ricezione risultano particolarmente importanti per la loro capacità di ottenere elevate efficienze spettrali anche in presenza di condizioni di propagazione difficoltose. La crescente importanza dei sistemi MIMO è testimoniata dal loro utilizzo in diversi standard internazionali come il WiMAX ed il Long Term Evolution (LTE).

Lo studio delle matrici aleatorie - matrici i cui elementi non sono deterministici ma risultano essere variabili casuali - gioca un ruolo cruciale nell'analisi delle loro prestazioni. Nella comunità scientifica è noto, infatti, che le prestazioni dei sistemi MIMO dipendono dalle condizioni del canale di propagazione, che può essere modellato come una matrice aleatoria, chiamata matrice di canale. Recenti lavori hanno mostrato come le prestazioni dei sistemi MIMO dipendono dalla statistica degli autovalori della matrice di canale (un autovalore  $\lambda$  di una matrice è una quantità con la seguente proprietà: esiste un vettore, detto autovettore, per il quale il prodotto della matrice con il vettore uguaglia il vettore stesso moltiplicato per  $\lambda$ ). Conoscere la statistica degli autovalori della matrice di canale equivale quindi a caratterizzare le prestazioni dei sistemi MIMO. Una specifica ricerca dell'Istituto IEIIT-CNR di Bologna ha permesso di studiare matrici aleatorie con distribuzione di tipo Gaussiano, che trovano applicazione in diversi casi reali. In particolare, è stata ottenuta un'espressione esatta per la distribuzione di probabilità di un generico autovalore. È stata inoltre fornita un'espressione esatta per la distribuzione congiunta di più auto valori.

A. Zanella, M. Chiani, Moe. Z. Win, On the Marginal Distribution of the Eigenvalues of Wishart Matrices, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 57, 4, pp. 1050-1060, Aprile 2009.

**Campi Elettromagnetici**

**Applicazioni innovative per la diagnostica e la terapia**

La risposta adattativa è un fenomeno per il quale cellule o individui esposti ad una dose sub-tossica di un induttore di danno al DNA diventano resistenti al danno indotto da una successiva dose, più elevata, dello stesso o di un altro agente. Le indagini condotte fino ad oggi sulla risposta adattativa sono state svolte utilizzando radiazioni ionizzanti e mutageni chimici. Uno studio, in collaborazione tra il CNR-IREA di Napoli e l'Università di Sant'Antonio in Texas, ha evidenziato che esposizioni a campi elettromagnetici non ionizzanti, alle frequenze in uso per la telefonia cellulare, sono in grado di indurre risposta adattativa.

Dopo un'esposizione di 20 ore a radiofrequenza, linfociti umani da sangue periferico hanno mostrato una netta riduzione del danno indotto al DNA da un successivo trattamento con un noto agente genotossico, la Mitomicina-C. La maggior parte della comunità scientifica ritiene che l'esposizione alla radiofrequenza non induce danno al DNA. L'interessante risultato di questa indagine è che per la prima volta è stato mostrato che un agente non-genotossico è in grado di indurre adattamento, senza indurre effetti cumulativi come nel caso delle radiazioni ionizzanti. Tale osservazione suggerisce applicazioni innovative in diagnostica e terapia. Infatti, la capacità di indurre protezione da agenti che danneggiano il DNA mostrata dalla radiofrequenza, potrebbe essere sfruttata per la protezione dell'individuo dai danni indotti da esposizioni a mutageni (raggi X). Inoltre, la possibilità di modulare in maniera differenziata la risposta adattativa in cellule normali e tumorali, offrendo protezione per le cellule sane ma non per quelle tumorali, potrebbe risultare un valido strumento per coadiuvare la terapia del cancro.

A. Sannino, M. Sarti, S. B. Reddy, T. J. Prihoda, Vijayalaxmi, M. R. Scarfi, Induction of Adaptive Response in Human Blood Lymphocytes Exposed to Radiofrequency Radiation, *Radiation Resesearch*, vol. 171, pp. 735-742 (2009).

**Computer Science**

**Risposte efficienti alle queries migliorando l'efficienza di calcolo**

Negli ultimi anni il web è diventato il principale strumento per lo scambio di informazioni. Un ruolo rilevante in questo contesto è svolto dal XML (*eXtensible Markup Language*), un linguaggio di markup, nato per uniformare il formato delle informazioni sul web, ma che presto si è affermato come linguaggio di interscambio di informazioni rappresentate attraverso strutture ad albero. Per interrogare tali informazioni è necessario definire delle *queries* (parole chiave per effettuare ricerche in un database) usando un meccanismo che sia semplice ed espressivo: XPath. Esso permette di definire queries navigazionali, finalizzate a individuare specifiche pagine web, sui dati XML al fine di selezionare l'insieme dei modi di interesse per esse. Poiché XPath è utilizzato nei principali linguaggi di querying e gestione dei dati

XML, il problema di ottenere delle risposte efficienti a queries-XPath ha riscosso interesse sia nella comunità scientifica che in campo applicativo. Un contributo alla problematica generale può derivare dall'utilizzo di un'espressione XPath di dimensione ridotte, che aumenterebbe l'efficienza di calcolo.

L'ICAR-CNR ha studiato il problema per un frammento di XPath per il quale è ammesso l'uso dei più comuni operatori di manipolazione. Al frammento generale sono state applicate delle restrizioni sintattiche. Questo consente una espressività che è superiore a quella delle queries congiuntive (le condizioni devono essere soddisfatte contemporaneamente) pur rimanendo inferiore a quella delle queries disgiuntive (le condizioni possono essere soddisfatte in alternativa), particolarmente costose dal punto di vista computazionale. Per tale frammento viene illustrata la possibilità di ottenere la minimizzazione di una query semplicemente rimuovendo parti non essenziali, senza la necessità di riformularla interamente.

S. Flesca, F. Furfaro, E. Masciari, On the minimization of XPath Queries, *Journal of the ACM (JACM)*, ed. ACM, Vol. 55 (1), Article No. 2, 2008.

**Computer Science**

**Estensioni di linguaggi web in grado di gestire l'incertezza**

**S**ia il mondo accademico che quello industriale sono stati recentemente attratti dal Web Semantico, WS, considerato come il passo successivo nell'evoluzione del World Wide Web. Le principali innovazioni inerenti questa piattaforma consistono nell'aggiungere significato semantico alle pagine web, elaborabile meccanicamente dai computer, e nell'usare

ontologie per una definizione precisa e rigorosa dei termini. Uno degli obiettivi dello studio è utilizzare tecnologie sviluppate in Rappresentazione della Conoscenza per ragionare sul contenuto. Il WS comprende gli standard per la rappresentazione XML, XML Schema, RDF, RDF Schema (RDFS) e OWL, che sono organizzati in livelli gerarchici. Tuttavia, allo stato attuale, i linguaggi

per la rappresentazione di ontologie, quali OWL2 e RDFS, non sono particolarmente indicati in quei domini nei quali l'informazione da rappresentare è accompagnata da una misura quantitativa e qualitativa d'incertezza o vaghezza. In tutti questi casi è auspicabile avere a disposizione dei linguaggi, ad esempio un'estensione di OWL 2 e RDFS, che siano in grado di ragionare in presenza d'incertezza o vaghezza della descrizione semantica dell'informazione. Un contributo in questo senso è fornito dalla ricerca

dell'Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Infomazione del CNR di Pisa, che si occupa esattamente dell'indagine teorica e dell'implementazione di estensioni dei linguaggi del Web Semantico in grado di gestire incertezza o vaghezza. Allo stato attuale queste ricerche trovano svariate applicazioni, come lo sviluppo di sistemi esperti, di supporto a decisioni, di annotazione/classificazione semantica d'immagini, di recupero d'informazione multimediale e di sistemi intelligenti di accesso ai dati.

T. Lukasiewicz, U. Straccia, Managing Uncertainty and Vagueness in Description Logics for the Semantic Web, *Journal of Web Semantics*, Vol. 6 (4), pp. 51-68, Elsevier, 2008.

**Computer Science**

**Modelli matematici per ottimizzare la rete WiFi**

**L**e reti di comunicazione wireless (WiFi) rappresentano le tecnologie abilitanti per l'Ubiquitous Internet, ovvero la possibilità di accedere alla rete Internet in qualsiasi momento, qualsiasi luogo e con qualunque dispositivo. Il WiFi, infatti, si caratterizza per la facilità di gestione e utilizzo, nonché per i costi ridottissimi, e rappresenta pertanto un tassello fondamentale per lo sviluppo delle reti ubiquitarie e dell'Internet del futuro.

Il gruppo di ricerca sull'Ubiquitous Internet dell'Istituto di Infor-

matica e Telematica del CNR ha sviluppato e sperimentato modelli matematici per studiare e ottimizzare la tecnologia WiFi e renderla in grado di supportare efficacemente sia le classiche applicazioni web che le emergenti applicazioni multimediali di mobile social networking. Per la prima volta nella letteratura scientifica dedicata allo studio delle prestazioni del WiFi, questa ricerca presenta un modello matematico che permette di caratterizzare e studiare la relazione tra le prestazioni della rete e le applicazioni che la utilizzano. In

particolare è emerso come applicazioni diffuse quali la navigazione web (che impiega in modo efficace ed efficiente la rete WiFi utilizzando il protocollo standard TCP per trasmettere e ricevere dati) possano essere bloccate in presenza di applicazioni che usano il protocollo di rete UDP (è il caso, ad esempio, dell'IPTV: la televisione via Internet). Inoltre, l'utilizzo aggressivo di queste applicazioni può arrivare a rendere la rete WiFi quasi inutilizzabile. Il modello matematico sviluppato dall'IIT-CNR, oltre a fornire una comprensione scientifica del problema, offre anche gli strumenti per estendere la tecnologia wireless in modo da renderla robusta ed efficiente per tutte le applicazioni dell'Ubiquitous Internet.

R. Bruno, M. Conti, E. Gregori, Throughput Analysis and Measurements in IEEE 802.11 WLANs with TCP and UDP Traffic Flow, *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol 7, N. 2, February 2008, pp. 171-186.

**Computer Science**

## Nuovi strumenti per prevedere la vulnerabilità di un sistema

**N**egli ultimi anni la protezione delle infrastrutture critiche è diventato un tema divenuto di scottante attualità per la comunità scientifica, al punto che governi ed organizzazioni internazionali mantengono costantemente in agenda il tema della sicurezza

informatica ed investono in questo settore ingenti risorse umane e finanziarie. Si pensi a tutti quegli aggiornamenti di sicurezza che vengono quotidianamente rilasciati e installati sui personal computer dai produttori in grado di fornire opportuni rimedi per eliminare

potenziali vulnerabilità, man mano che errori e lacune vengono scoperti. Una rigorosa previsione dell'esposizione agli attacchi è quindi alla base di qualunque azione di difesa efficace si voglia intraprendere per risolvere tali problematiche.

L'IEIT-CNR di Torino ha ideato un nuovo strumento software per valutare in modo semi-automatico il grado di esposizione ad attacchi informatici di sistemi distribuiti che

hanno grandi dimensioni. Questo strumento può contribuire in modo significativo a determinare se e come un sistema è potenzialmente vulnerabile.

I sistemi di interesse per questa analisi sono, ad esempio, le reti di comunicazioni industriali, le infrastrutture critiche, quali quelle per la distribuzione di energia, gas, combustibili e acqua, le reti di trasporti aereo, ferroviario e metropolitano, i sistemi di telecomunicazioni, di distribuzione di servizi finanziari e per il cittadino. Attraverso lo strumento messo a punto dall'IEIT diventa possibile presupporre le vulnerabilità presenti nel sistema oggetto di studio, intendendo con il termine vulnerabilità la tendenza a determinare, deliberatamente o casualmente, comportamenti patologici basati su errori o carenze inevitabilmente presenti nei componenti hardware e software.

---

M. Cheminod, I. C. Bertolotti, L. Durante, P. Maggi, D. Pozza, R. Sisto, A. Valenzano, Detecting Chains of Vulnerabilities in Industrial Networks, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 5, pp. 181-193, 2009.

**Computer Science**

## Tecnologie 3D per migliorare la fruizione delle opere d'arte

**L**e tecnologie del 3D Scanning hanno portato alla creazione di modelli digitali tridimensionali di opere d'arte di grande complessità. La visualizzazione interattiva di questi modelli è in genere difficoltosa per un pubblico di non esperti, sia per la quantità dei dati che per la difficoltà di usare i software specifici di visualizzazione 3D. Virtual Inspector è stato progettato proprio per essere utilizzato da questo genere di utenti non esperti di computer grafica. Questo tool fornisce non solo una visualizzazione interattiva di modelli 3D di grande complessità, ma anche una serie di caratteristiche che lo rendono particolarmente adatto alla creazione di installazioni multi-

mediali in ambiente museale. Virtual Inspector propone, infatti, un metodo di navigazione molto semplice del modello 3D e la possibilità di collegare dati multimediali (testi, immagini, pagine web) ad aree specifiche del modello tridimensionale. Grazie a tecniche di multirisoluzione che rappresentano lo stato dell'arte della grafica interattiva, Virtual Inspector è in grado di gestire e visualizzare in tempo reale svariati milioni di triangoli e centinaia di MegaPixel di informazione di colore.

L'interfaccia di Virtual Inspector è interamente configurabile attraverso scripting XML. Utilizzando una serie di widget, il personale addetto all'autoring del sistema Inspector può configurare la grafica del sistema ma anche il numero, la modalità di rendering e di manipolazione dei modelli 3D, i comandi dell'interfaccia utente e gli hotspot per i collegamenti a dati multimediali. Questo consente di adattare gli applicativi non solo al contesto grafico del loro utilizzo, ma anche di creare interfacce che si adattino alle specifiche caratteristiche degli oggetti d'arte da visualizzare.

---

M. Callieri, F. Ponchio, P. Cignoni, R. Scopigno, Virtual Inspector: a Flexible Visualizer for dense 3D Scanned Models, *IEEE Computer Graphics and Applications* (04091j0).

**Computer Science**

**Un linguaggio universale per servizi in ambienti ubiqui**

**P**er lo sviluppo di applicazioni interattive software, i progettisti potranno contare su un valido e innovativo supporto: MARIA. Si tratta di un linguaggio universale sviluppato dal laboratorio HIIS dell'ISTI-CNR per applicazioni orientate ai servizi in ambienti ubiqui, costituito da strumenti automatici che ne consentono l'utilizzo in vari contesti. Il linguaggio permette di descrivere applicazioni interattive a livello astratto, cioè indipendente dalla piattaforma di interazione, e a livello concreto, in cui tali descrizioni sono raffinate per ciascuna piattaforma di interazione. Dalle descrizioni concrete si possono generare implementazioni per diversi linguaggi esistenti, come XHTML e Java. Questo facilita la progettazione di applicazioni accessibili da un'ampia varietà di dispositivi di interazione, con possibilità di usufruire di un supporto per derivarne le varie implementazioni. Per sfruttare le possibilità di questo linguaggio sono stati sviluppati vari strumenti. Nel progetto Europeo ServFace il gruppo di ricerca ha creato un ambiente in cui generare implementazioni per vari dispositivi, partendo da un'analisi delle attività da svolgere per consentire agli utenti di raggiungere i loro obiettivi.

Nel progetto Europeo Open, invece, è stato creato un ambiente intelligente che sfrutta questo linguaggio per ottenere interfacce utenti migratorie, con la possibilità di iniziare una sessione di lavoro con una qualsiasi applicazione web tramite un dispositivo e di chiedere di migrare l'applicazione interattiva verso un altro, ad esempio un iPhone. Questo ambiente di supporto alla migrazione può essere utile ai fornitori di servizi informatici interessati ad offrire ai loro utenti un servizio innovativo in questo senso.

F. Paternò, C. Santoro, L. D. Spano, MARIA: A Universal Language for Service-Oriented Applications in Ubiquitous Environment, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, Vol.16, N.4, November 2009, pp.19:1-19:30, ACM Press.

**Ottimizzazione Combinatoria**

**Un algoritmo esatto per risolvere problemi hard**

**I**l Max-Cut, ovvero trovare il taglio di peso massimo in un grafo pesato, è uno dei problemi più studiati in ottimizzazione combinatoria che, oltre ad avere molteplici connessioni con altri problemi di matematica discreta, si presenta in numerose applicazioni dell'ottimizzazione. Esempi di Max-Cut si trovano nell'ambito di studio dei materiali magnetici, per trovare uno stato di minima energia in una configurazione di vetri di spin, oppure nell'ambito dell'allocazione ottima di risorse, per assegnare, per esempio, una di due frequenze a ciascuno di un dato insieme di ripetitori radio-televisivi, in modo da produrre la minima interferenza globale possibile.

Classificato come problema NP-hard, il Max-Cut è di solito affrontato con procedimenti euristici, che però non riescono a valutare di quanto la soluzione trovata si discosti da quella ottima. Se invece, come avviene per alcune applicazioni, si richiede una soluzione esatta, il compito diventa molto più difficile:

se si usano semplici tecniche enumerative, anche con i più moderni computer è possibile trattare solo grafi non più grandi di appena 20 nodi. Per grafi più grandi le tecniche più efficaci oggi in uso si basano su due possibili rilassamenti del problema: quello poliedrale e quello semidefinito. Il primo è particolarmente adatto per grafi molto sparsi mentre il secondo è preferibile per grafi più densi. Nell'ambito di una collaborazione tra IASI-CNR e l'Università di Klagenfurt, viene proposto un nuovo algoritmo esatto (utilizzabile dal sito [biqmac.uni-klu.ac.at](http://biqmac.uni-klu.ac.at)) che utilizza, integrandoli, entrambi i rilassamenti. Il codice di calcolo prodotto, ha trovato e certificato l'ottimo di istanze benchmark. Per i problemi di ottimizzazione più studiati sono stati predisposti archivi di istanze benchmark, liberamente accessibili, con cui solitamente vengono preparati questi test contenuti in vari archivi di problemi e ancora irrisolte, per grafi aventi fino a 250 nodi, ed è probabilmente il più veloce oggi disponibile per la soluzione esatta del *Max-Cut* in grafi densi.

G. Rinaldi, Solving Max-Cut to Optimality by Intersecting Semidefinite and Polyhedral Relaxations, *Mathematical Programming*, 2009 (IF=2.336).

**Computer Science**

## Il corretto funzionamento della rete anche in presenza di utenti antisociali

**N**elle reti wireless «ad hoc», a differenza di quelle tradizionali come ad esempio i cellulari, la comunicazione avviene tramite un canale diretto fra i dispositivi, definiti nodi, degli utenti della rete. La tecnologia per realizzare la comunicazione wireless diretta fra dispositivi è già matura, basti pensare al Bluetooth. Si prevede che le reti wireless ad hoc avranno un ruolo fondamentale nel prossimo futuro, in particolare in ambiti applicativi quali reti di sensori, reti veicolari e reti opportunistiche, caratterizzate da mobilità degli utenti. Una delle funzionalità fondamentali messe a disposizione da una rete è il routing, cioè la possibilità di trasmettere dati non solo fra nodi che sono in diretta comunicazione, ma anche fra nodi raggiungibili attraverso più passi di comunicazione. Nelle reti ad hoc, i nodi della rete sono dispositivi che hanno a disposizione una riserva limitata di energia per il proprio funzionamento, dunque potrebbero manifestarsi comportamenti «antisociali» durante il processo di routing, compromettendone la funzionalità.

Una specifica ricerca condotta dall'IIT-CNR di Pisa ha realizzato un protocollo di routing per reti wireless ad hoc che previene comportamenti antisociali dei nodi. Sfruttando idee sviluppate nell'ambito della teoria dei giochi il protocollo gestisce un sistema di incentivazione tale da garantire la consegna dei dati anche in presenza di nodi antisociali, non conformi cioè ai protocolli di routing. Le idee sviluppate nel lavoro possono essere utilizzate, ad esempio, da operatori di telecomunicazione che vogliono estendere la loro operatività anche a reti di tipo ad hoc, garantendo il corretto funzionamento della rete anche in presenza di utenti antisociali.

S. Eidenbenz, G. Resta e P. Santi, The COMMIT Protocol for Truthful and Energy-Efficient Routing in Ad Hoc Networks with Selfish Nodes, *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol. 7, n. 1, pp. 19-33, January 2008.

**Domini**

## Agli utenti italiani piace il suffisso .it

**L**il Registro .it, l'organismo che assegna i domini a targa italiana, gestito dall'Istituto di informatica e telematica del Cnr di Pisa, ha attivato una campagna di comunicazione per diffondere la cultura di Internet e la conoscenza del suffisso .it.

In quest'ambito si inserisce un'indagine della società Pragma che delinea un rapporto in chiaro-scuro tra gli italiani e la rete, nel quale però il suffisso .it si afferma quale riferimento dell'82,2% dei titolari di un nome a dominio. Praticamente la totalità del campione, poi, pensando associata a Internet tale estensione, preferendola al .com. Significativa anche la valutazione sul Cnr quale gestore del Registro .it: il ruolo è in genere sconosciuto ma viene

giudicato positivamente, per la serietà e affidabilità riconosciuti all'Ente, dal 67,4% dei cittadini, dal 55,2% delle imprese e dal 78% degli opinion leader.

L'Iit-Cnr – sempre nell'ambito della campagna - ha stimato sulla base dei dati del Registro che in Italia la diffusione è di 298 domini .it ogni 10 mila abitanti: oltre un milione e mezzo il totale, di cui quasi un milione registrati da imprese.

Intanto le operazioni si evolvono e ora avvengono in tempo reale. Il primo dominio sincrono è stato registrato il 28 settembre 2009, 48 secondi dopo l'avvio del nuovo sistema, che ha subito innescato un netto incremento delle operazioni giornaliere: 2.000, contro una media precedente di 1.156. Dal 2 ottobre le registrazioni con il nuovo sistema hanno superato quelle tradizionali, grazie al fatto che permettono agli utenti di attivare domini .it anche nel week end, con tempi ridotti da due-tre giorni a circa tre ore. Un'ulteriore spinta alle registrazioni e alla diffusione di Internet in Italia.

**Teoria dei Giochi**

**La strategia dell'urna  
per trovare una soluzione**

La teoria dei giochi è la scienza che cerca soluzioni, in situazioni di conflitto, attraverso la competitività e l'interazione tra diversi soggetti. Una strategia di equilibrio è un insieme di azioni tale che nessun giocatore ha interesse ad essere l'unico a cambiare modo di agire. Immaginiamo un gioco tra la Natura e due giocatori. La Natura sceglie uno stato fra 1 e 2. Il primo giocatore, «mittente», vede lo stato e sceglie un segnale fra A e B. Il secondo giocatore, «destinatario», vede il segnale del primo giocatore e sceglie un'azione fra 1 e 2. Entrambi vincono se l'azione del secondo giocatore corrisponde allo stato della Natura. I giocatori si raccontano se hanno vinto o perso e il gioco si ripete. Se i giocatori potessero accordarsi, sceglierebbero uno fra due

possibili linguaggi, cioè due diverse permutazioni tra i segnali e gli stati.

Per risolvere il gioco, l'IMATI-CNR ha studiato una strategia ad urna: da un'urna con palline di due colori, uno per ogni azione possibile, i giocatori prendono le decisioni estraendone una. La pallina estratta viene reimmessa e in caso di vittoria si aggiunge nell'urna una pallina dello stesso colore di quella estratta. Nella teoria classica dei giochi questo gioco presenta più equilibri: due equilibri di Nash Pareto-ottimali, corrispondenti alle due possibili lingue, in cui i giocatori possono fare una scelta da cui tutti traggono vantaggio, e una famiglia di equilibri «balbettanti»: il mittente non tiene conto dello stato della Natura, sceglie un segnale secondo il lancio di una moneta, il destinatario ignora il segnale, scegliendo la sua giocata in base al lancio di un'altra moneta. Lo studio ha dimostrato che la strategia ad urna converge su una delle due lingue ottimali.

R. Argiento, R. Pemantle, B. Skyrms, S. Volkov, Learning to signal: Analysis of a Micro-Level Reinforcement Model, *Stochastic Processes and their Applications*. Elsevier. Volume 119, pp. 373-390; doi:10.1016/j.spa.2008.02.014.

**Computer Science**

**Nuove prospettive nello sviluppo  
di sistemi per la rappresentazione**

Il progresso tecnologico degli ultimi anni ha portato a un enorme sviluppo di sistemi di restituzione grafica, ora accessibili a un pubblico vasto ed eteroge-

neo. La produzione di forme digitali 3D, ad esempio, è oggi un'operazione relativamente semplice: un modello digitale di questo tipo può essere visto come un plasti-

co virtuale che si può visualizzare, analizzare o manipolare tramite un computer. Queste tecnologie hanno portato a una graduale riduzione dell'essenza materiale della nostra realtà. Questo vuol dire poter sostituire l'interazione con oggetti materiali con processi e servizi sempre più virtuali, innescando un processo di smaterializzazione. Disporre di strumenti computazionali efficienti ed efficaci per la manipolazione di oggetti digitali in 3D è diventato, quindi, di primaria importanza in diversi settori applicativi, come la conservazione dei beni culturali, la produzione industriale, la medicina e in attività sociali, quali l'intrattenimento e il social networking. La Grafica Computazionale è la disciplina di riferimento per la gestione di forme 3D e al suo interno la matematica gioca un ruolo fondamentale.

In questo settore, il contributo dell'Istituto CNR-IMATI di Genova consiste nella rivisitazione di teorie classiche per la classificazione di spazi astratti nel contesto applicativo, con i vincoli e i problemi che esso comporta. Come risultato delle ricerche svolte, si può dire che è possibile associare a una forma 3D complessa una rappresentazione simbolica altamente informativa ed estremamente semplificata. Questo tipo di astrazione dell'informazione visuale, basata sulla combinazione di matematica e informatica, apre nuove prospettive nello sviluppo di sistemi per la rappresentazione, la classificazione automatica e il ritrovamento di oggetti digitali 3D.

S. Biasotti, D. Giorgi, M. Spagnuolo and B. Falcidieno, Reeb Graphs for Shape Analysis and Applications, *Theoretical Computer Science*, Vol. 392, Issues 1-3, 28 February 2008, pp. 5-22.

## Computer Science

### Come imitare le forme di intelligenza collettiva

**S**cientiati, grandi industrie e piccole e medie imprese hanno la possibilità di utilizzare un insieme di servizi avanzati su internet per condividere applicazioni, dati e risorse in un contesto di rete dinamico grazie ai paradigmi P2P, Grid, Cloud e Internet Computing, alla base delle nuove tipologie di calcolo distribuito.

La gestione di queste

grandi infrastrutture non può essere centralizzata né richiedere un intervento umano frequente, per evidenti problemi di scalabilità. Affrontare questo scenario con gli strumenti tradizionali delle tecnologie dell'ICT è un'impresa ardua. La soluzione vincente sembra essere quella fornita da uno studio dell'ICAR-CNR, che prende spunto dalle forme di intelligenza collettiva

che è possibile riscontrare nel comportamento degli insetti sociali (colonie di formiche, api, stormi di uccelli) che, dopo molti anni di evoluzione e selezione naturale, hanno sviluppato meccanismi relativamente semplici ed efficaci per prosperare in ambienti ostili, dinamici e incerti.

La ricerca propone ANTARES, un sistema informativo decentralizzato in cui i metadati che descrivono le risorse sono riorganizzati e spazialmente ordinati al fine di facilitare la loro gestione e di velocizzare

le procedure di ricerca delle risorse richieste dalle applicazioni. Il sistema informativo è realizzato attraverso l'adozione di tecniche di coordinamento multi-agente ispirate al comportamento di una colonia di formiche, e consente di effettuare ricerche informate, cioè che sfruttano il riordino dei metadati, per raggiungere velocemente le risorse richieste. Tale approccio è stato sperimentato per sistemi di Griglia, ma è anche applicabile alle infrastrutture di Cloud Computing.

A. Forestiero, C. Mastroianni, G. Papuzzo, G. Spezzano, Towards a Self-Structured Grid: An Ant-Inspired P2P Algorithm, *Transactions on Computational Systems Biology (TCSB) X*, LNBI 5410, pp. 1-19, Springer Verlag, Berlin, 2008.

## Remote Sensing

### Dati dal georadar facili da interpretare

**L** georadar è uno degli strumenti più versatili nell'ambito delle prospezioni archeologiche e per il monitoraggio dei beni culturali, capace di assicurare una diagnostica non invasiva ad alta risoluzione del sottosuolo e delle strutture sia architettoniche che monumentali.

Nonostante gli innumerevoli vantaggi che la strumentazione offre, tuttavia il suo impiego è limitato dalla difficile interpretabilità delle misure. Sorge quindi la necessità di tecniche di elaborazione dei dati e di algoritmi di ricostruzione al fine di ottenere immagini della

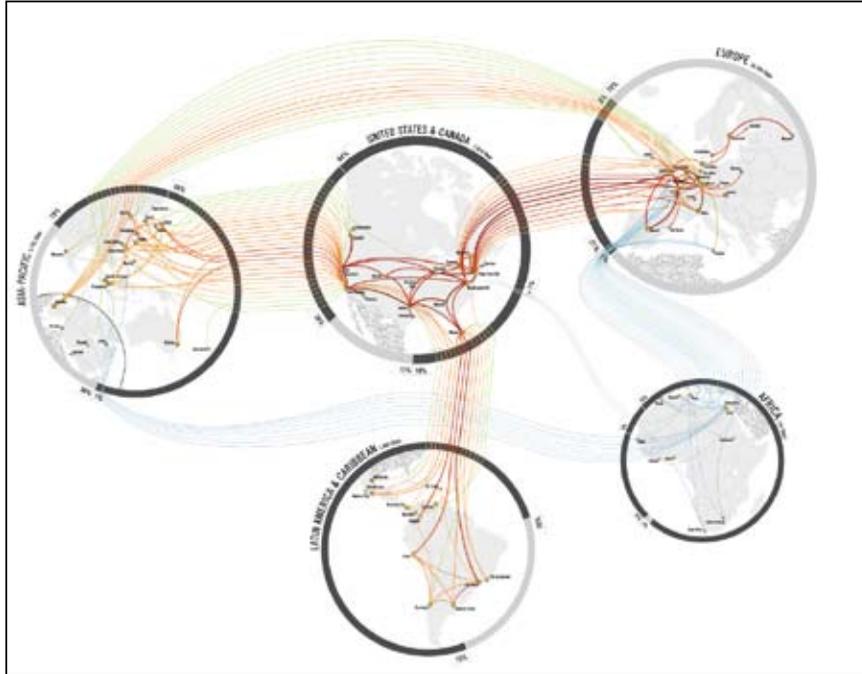
scena investigata che siano semplici da interpretare anche per un operatore non esperto.

Tra le tecniche di elaborazione di dati georadar, riveste particolare importanza il background removal. Tale procedura consiste nel sottrarre al segnale ricevuto dal georadar, punto per punto, una media dei segnali raccolti dal georadar stesso mentre si muove lungo l'interfaccia fra aria e mezzo investigato. In questo modo è possibile cancellare dalle misure la parte costante associata alla riflessione dall'interfaccia aria/mezzo, che po-

trebbe mascherare completamente il segnale retrodiffuso dagli oggetti sepolti, cioè la vera e propria parte utile del segnale. A fronte di questo vantaggio, tuttavia, tale tecnica comporta lo svantaggio della distorsione delle immagini associate ai bersagli sepolti.

Questo particolare effetto è stato investigato per la prima volta nel lavoro scientifico *Effects of the Background Removal in Linear Inverse Scattering*: basandosi su uno studio di questa procedura in termini di fisica-matematica, si sono discussi in modo approfondito alcuni aspetti strategici relativi ad una consapevole applicazione del background removal, senza la quale esso potrebbe addirittura risultare dannoso.

R. Persico, F. Soldovieri, Effects of the Background Removal in Linear Inverse Scattering, *IEEE Transactions On Geoscience and Remote Sensing* (03091J0), 2008.



**Internet**

**Nasce il codice di identificazione permanente**

**A** differenza dell'editoria tradizionale, quella in Internet non garantisce sufficientemente la qualità dei dati e l'accesso permanente. Da qui l'esigenza di associare alle risorse digitali dei codici di identificazione persistenti che possano certificarne autenticità, provenienza, diritti d'autore e localizzazione.

Questo l'oggetto dell'Accordo di collaborazione tra il Cnr e il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali (MiBAC). Un software sviluppato con interfaccia Web 2.0 consente la reperibilità e la tutela dell'originalità dei documenti diffusi in rete mediante l'assegnazione decentrata dei codici NBN (lo standard aperto National Bibliography Number) secondo un'innovativa architettura gerarchica distribuita su più livelli di responsabilità, che garantisce all'infrastruttura un potenziale di crescita illimitato.

La soluzione italiana, già richiesta per la sperimentazione della gestione dei registri nazionali di Germania, Svizzera, Austria e Repubblica Ceca, è stata valutata positivamente come riferimento per la realizzazione di un global resolver europeo, che garantisca il collegamento tra i diversi sistemi nazionali di identificazione persistente.

**Internet**

**Cnr e Microsoft varano un progetto per la sicurezza in rete**

**I**n collaborazione tra Istituto di struttura della materia (Ism) e Istituto dei sistemi complessi (Isc) del Cnr di Roma Tor Vergata e Microsoft Italia è nato un progetto per coinvolgere studenti e docenti sulla consapevolezza e sicurezza di Internet. **Apprendere in Rete** consente di creare classi virtuali dove si possono produrre contenuti pubblicabili anche su Wikidocet. **Il progetto Eden, presentato al Safer Internet Day promosso dalla Commissione Europea, permette tramite una piattaforma wiki-wiki ad accesso protetto incontri per condividere opinioni ed esperienze. L'obiettivo è il coinvolgimento attivo di ragazzi e insegnanti, integrando le tematiche della rete nei programmi didattici.**

**Anniversari**

**Ha compiuto 50 anni il primo computer costruito in Italia**

**H**a compiuto cinquanta anni la Cep, Calcolatrice elettronica pisana, il primo computer interamente progettato e realizzato in Italia: era dotato di una memoria di 8k. Dal progetto Cep la Olivetti attinse le basi per creare, sempre a Pisa, l'Elea 9003, il primo calcolatore elettronico per uso commerciale. Negli anni '60, su impulso di quel progetto, sono nati il primo centro studi sulle calcolatrici elettroniche (Csce) e il più importante centro di calcolo elettronico internazionale d'Italia (Cnuce). L'eredità dei due centri è confluita nei tre istituti di ricerca del Cnr che oggi operano nell'Area: Iit-Istituto di informatica e telematica, Ilc-Istituto di linguistica computazionale, Isti-Istituto di scienze e tecnologie dell'informazione.



# Cultura & Societă



La sala achemenide-seleucide, con la ricostruzione del passaggio di Alessandro il Grande dalla Mesopotamia.

## Patrimonio Culturale

### Tecnologie digitali per il museo virtuale dell'Iraq

Il tempo non ha in alcun modo intaccato nella nostra memoria le drammatiche immagini del saccheggio del Museo Nazionale di Baghdad nell'aprile 2003, quando per la prima volta i mezzi di informazione del mondo spostarono l'attenzione su quelli che in genere sono ritenuti gli effetti collaterali di un evento bellico. Immagini di devastazione, distruzione e spoliazione di uno tra i più importanti musei archeologici, reperti trafugati pronti per l'insondabile rete del mercato antiquario, tesori storici di inestimabile valore violati e mutilati, una grave ferita

non solo per il popolo iracheno ma per l'intera umanità.

All'interno del più ampio contesto di attività internazionali promosse da numerosi paesi, tra cui l'Italia, per la ricostruzione e salvaguardia del patrimonio culturale iracheno, si inserisce l'attività del CNR che ha realizzato un innovativo strumento di comunicazione e conoscenza a distanza. Il Museo Virtuale dell'Iraq è un'imponente opera scientifica multimediale e interdisciplinare, sostenuta finanziariamente dal Ministero degli Affari Esteri e interamente realizzata nei laboratori del CNR ([www.virtualmuseumiraq.cnr.it](http://www.virtualmuseumiraq.cnr.it)).

La realizzazione del portale in rete, fruibile in lingua italiana, araba ed inglese, si è rivelata un significativo laboratorio sperimentale che ha favorito la stretta integrazione, all'interno del medesimo campo operativo e sotto la supervisione del Prof. Roberto de Mattei, vice presidente del CNR, tra la ricerca storico-archeologica e l'applicazione dei più innovativi sistemi di comunicazione che usano il linguaggio della realtà virtuale. Un progetto che ha coniugato le più originali ed avanzate tecnologie digitali nel campo della modellazione 3D in computer grafica, la foto modellazione, lo streaming-video interattivo. Il portale web opera a più livelli, consentendo la navigazione, nel tempo e nello spazio, tra le principali tappe della storia

della Mesopotamia antica, dai primi villaggi neolitici fino alle raffinate moschee dei califfati islamici.

Qualche numero: 70 reperti, 40 modelli tridimensionali, oltre 100 immagini di repertorio, 22 filmati realizzati nella tecnica del virtual storytelling, 18 siti archeologici, uno straordinario insieme di informazioni visionabile in circa sei ore di navigazione.

In una stagione che vede protagonisti la comunicazione di massa e il turismo globale, il progetto del CNR rappresenta il più avanzato strumento di comunicazione per creare e sviluppare conoscenze, offrendo al lettore i molteplici punti di osservazione del passato e, al tempo stesso, generando e rinnovando la memoria di una storia altrimenti perduta.

F. Antinucci, *Musei Virtuali*, Roma-Bari 2008; M. Cultraro, *The Virtual Museum of Iraq Project*, in *Using New Technologies to Explore Cultural Heritage* (Proceedings of The International Conference, Washington 4-5 October 2007), Roma 2009, pp. 60-75. R. de Mattei, *Il Cnr e le Scienze Umane*, Roma 2008.

**Archeologia**

## Le rotte dei popoli del Mediterraneo centrale

**A**gli inizi del I millennio a.C. il commercio in Italia è di tipo misto e si basa sulla collaborazione di elementi orientali, greci e ciprioti. L'intesa commerciale cipro-fenicia è riscontrabile a Torre Galli, in Calabria, dove nel corso del IX sec. a.C. le popolazioni locali importano monili e oggetti di bronzo orientali in cambio di ferro. Un'altra rotta frequentata dalle navi cipro-fenicie è quella che dalla Sardegna meridionale raggiunge le coste medio-tirreniche italiane. Anche in questo caso si tratta di commercio di metalli, presenti in notevoli quantità sia sull'isola sia nel distretto di Tolfa. Si esportano oggetti in bronzo di notevole fattura utilizzati dalle élites indigene nelle cerimonie pubbliche per ostentare prestigio e potenza.

I rapporti fra Fenici e Greci di Eubea sono invece ben definibili in Campania, in particolare nell'insediamento di Pithekoussai, a Ischia, ma anche a Pontecagnano, a sud di Salerno. In questa fase, il Tirreno meridionale è un'area estremamente aperta ai contatti fra elementi allogeni e comunità locali e punto di irradiazione dei commerci euboici e fenici verso la Sardegna da un lato e le coste dell'alto Lazio e dell'Etruria meridionale dall'altro.

Tra la seconda metà del IX e gli inizi dell'VIII sec. a.C. proliferano le importazioni fenicie in Italia, comprese Sicilia e Sardegna, e si conoscono sempre meglio le rotte dei popoli del Mediterraneo centrale. Queste informazioni costituiranno un bagaglio imprescindibile per il felice esito delle prime esperienze coloniali che di lì a poco fioriranno, dalle coste del Nord-Africa alla penisola italiana, dalla Sicilia alla Sardegna alla Spagna, per approdare all'Atlantico con le mitiche fondazioni di Gadir e di Lixus.

M. Botto, *I primi contatti fra i Fenici e le popolazioni dell'Italia peninsulare*, in S. Celestino, N. Rafael, X.-L. Armada (edd.), *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ANE). La precolonización a debate*, Madrid 2008, pp. 123-148.



Cratere di bucchero da Tolfa (Tolfa, Museo Civico).

**Archeologia**

## Una rara iscrizione arcaica in lingua umbroide

**P**er tutto l'evo antico Etruschi, Falisci, Capenati e Sabini si influenzarono reciprocamente e in piena età storica, con il diffondersi della civiltà urbana, intensificarono i contatti sul piano commerciale e culturale. In questi territori sono infatti documentati frequenti casi di trasferimenti di tecnologie, mobilità orizzontali di persone (per es. spostamenti di artigiani da un territorio all'altro) e influssi nella sfera della cosiddetta cultura materiale, ma ancora più profondi, se possibile, furono gli episodi di interazione culturale nella sfera dell'ideologia e della religione. Un esempio interessante di questi intrecci culturali è rappresentato dal corredo funerario rinvenuto nella sepoltura di un magnate etrusco vissuta nella prima metà del VI secolo a.C.: la c.d. tomba dei troni del Ferrone di Tolfa. Nel corredo vascolare figurava anche un grande vaso cerimoniale in bucchero, un

cratere; esso era decorato sulla placca di una delle anse con volatili incisi a stecca, ed era corredato sull'altra ansa di una enigmatica iscrizione rimasta a lungo indecifrata. Si tratta di una rara iscrizione arcaica in lingua umbroide, da intendersi nel senso «Setums mi ha fatto», cioè come firma di artigiano, oppure come «Setums mi ha fatto fare», cioè come indicazione del nome del committente. Il riesame di questo prezioso cimelio tolfetano, indica che l'interpretazione giusta è la prima: Setums, versione umbra del nome latino Septimus, era probabilmente un artigiano italico che prestava la sua opera al servizio di un ricco aristocratico etrusco residente sui Monti della Tolfa. Orgoglioso del risultato del suo lavoro, un ricercato vaso da banchetto di tipo greco, egli firmò la sua opera usando la propria lingua, rendendo imperituro il suo nome.

V. Bellelli, «Setums mi ha fatto». Elementi per un riesame del cratere iscritto del Ferrone, *Mediterranea*, Supplemento n. 3: Una nuova iscrizione da Magliano Sabina. *Scrittura e cultura nella valle del Tevere*, a cura di Paola Santoro.



Il dinos rinvenuto nella tomba 147 di Falerii Veteres.

### Archeologia

## Un vaso con un importante ruolo nello sviluppo della ceramica

Lo studio dell'ISCIMA del CNR, è focalizzato su un dinos (un vaso destinato a contenere vino per il simposio) in ceramica a figure nere, rinvenuto nella tomba 147 della necropoli della Penna di Falerii Veteres, attuale Civita Castellana (in provincia di Viterbo), scavata tra il 1886 ed il 1889.

Il dinos, forma vascolare collegata all'ideologia aristocratica sottesa al simposio, è talora presente nei corredi funerari come simbolo della ricchezza e dell'alto rango sociale del defunto. La tomba, riferibile a una unica deposizione, ha restituito materiali databili nella seconda metà del VI sec. a.C. Il dinos, in base alla forma e allo stile della decorazione figurata (due fregi animalistici sovrapposti), può essere datato intorno al 560-550 a.C. Le caratteristiche stilistico-iconografiche consentono di attribuire il vaso alla produzione attica e di trovare un legame con un dinos rinvenuto a Lavinium (Pratica

di Mare - Roma), decorato con fregio narrativo (scena di danza di Satiri e Menadi) e uno animalistico, databile al 560-550 a.C. Il dinos da Falerii è caratterizzato da una complessa temperie culturale ricca di influssi esterni, riconducibili principalmente ai dinoi Campana (opera di ceramografi nord-ionici trasferiti in Etruria o operanti in madre patria, sembra ancora da stabilire) ed alla ceramica greco-orientale. Le analisi non distruttive attraverso la fluorescenza da raggi x condotte sul vaso per conoscere la composizione dell'argilla, a parte alcune anomalie, hanno evidenziato valori molto simili a quelli del dinos attico da Lavinium. Il dinos da Falerii, attico ma influenzato dalla ceramica greco-orientale, può essere inserito nel novero dei vasi con un importante ruolo nello sviluppo delle produzioni di ceramica di impronta greco-orientale in Etruria e calcidese in Magna Grecia.

L. Ambrosini, Su un dinos a figure nere da Falerii Veteres, *Archeologia Classica* 59, n.s. 9, 2008, pp. 323-356.

### Paleoantropologia

## Una eruzione esplosiva per rileggere i processi culturali del Paleolitico

L'eruzione esplosiva dei Campi Flegrei avvenuta circa 40.000 anni fa, detta dell'Ignimbrite Campana, è l'unica super-eruzione verificatasi in Europa negli ultimi 500.000 anni. Studi interdisciplinari condotti su questo catastrofico evento hanno posto le basi per una radicale riconsiderazione della storia di uno fra i più importanti avvicendamenti culturali del Vecchio Mondo: il passaggio Paleolitico medio/Paleolitico superiore e l'apparente coeva sostituzione dei Neanderthal da parte di gruppi umani anatomicamente moderni, ovvero gli antenati degli attuali europei. Nell'ambito di questo controverso soggetto di studio, il contributo della ricerca sull'IC è duplice: cronologico ed ecologico. Sul piano della dimensione temporale, il rinvenimento delle ceneri dell'IC in importanti siti paleolitici distribuiti tra l'Italia e la Russia ha evidenziato l'inaffidabilità del precedente quadro cronologico invalidando alcuni tra i più accreditati modelli storici dell'inizio del Paleolitico superiore. Nella sfera ecologica, l'esatta definizione stratigrafica dell'IC ha posto in luce un suggestivo parallelismo tra cambiamenti culturali, evento eruttivo e processi climatici in atto, caratterizzati da una marcata instabilità e tendenza al raffreddamento, suggerendo un possibile legame tra i differenti fenomeni. Contrariamente ai modelli dominanti, il passaggio Paleolitico medio/Paleolitico superiore qui è quindi inteso non come brusco evento di sostituzione degli indigeni neanderthaliani, ma come processo di cambiamento multiregionale, accelerato e selettivo, in cui sia l'instabilità climatico-ambientale che l'evento eruttivo sono visti come efficaci agenti, in grado di innescare profondi cambiamenti nei comportamenti e nelle strategie di sussistenza umana.

F. G. Fedele, B. Giaccio, I. Hajdas, Timescales and Cultural Process at 40 ka BP in the Light of the Campanian Ignimbrite Eruption, Western Eurasia, *Journal of Human Evolution*, 55 (2008), pp. 834-857.

## Archeometria

### Uno strumento per caratterizzare la provenienza delle ossidiane

La determinazione della provenienza dei manufatti in ossidiana fornisce importanti indicazioni agli studiosi circa gli spostamenti e le rotte commerciali delle popolazioni preistoriche dell'area del Mediterraneo. L'ossidiana è un vetro di origine vulcanica, la cui composizione chimica, e in particolare quella degli elementi in traccia, è strettamente legata alle sorgenti di emissione. I vulcani che in passato hanno prodotto l'ossidiana utilizzata per la realizzazione di strumenti, sono oggi ben conosciuti. Quando i manufatti archeologici vengono sottoposti ad analisi bisogna operare con tecniche non distruttive e strumentazione portatile, direttamente nei siti archeologici o nei musei in cui i reperti vengono custoditi. Nell'ambito di una collaborazione tra l'IBAM-CNR e i LNS-INFN di Catania, è stato progettato e realizzato il primo spettrometro portatile XRF a fascio stabilizzato, particolarmente indicato per l'analisi non distruttiva di elementi a bassissima concentrazione (Rb, Sr, Y, Zr e Nb) caratterizzanti la provenienza delle ossidiane. La non distruttività del metodo e la portabilità dello strumento hanno permesso un'indagine sistematica di manufatti rinvenuti in diversi siti della Sicilia, consentendo di identificare Lipari e Pantelleria come le principali sorgenti di approvvigionamento dell'ossidiana siciliana. Un caso di interesse è quello di Rocchicella (Catania) che ha restituito agli scavi molti strumenti di ossidiana di datazione certa, utili a studiare lo sfruttamento delle sorgenti sopra citate. È stato possibile determinare per la prima volta l'utilizzo di un vetro palagonitico, diverso all'ossidiana, che la popolazione locale ha impiegato per la realizzazione di propri manufatti.

M. R. Iovino, L. Maniscalco, G. Pappalardo, L. Pappalardo, D. Puglisi, F. Rizzo, F. P. Romano, Archaeological volcanic glass from the site of Rocchicella (Sicily, Italy), *Archaeometry*, 50, pp. 474-494, 2008.



La bardatura dei cavalli del carro di Colle del Forno.

## Archeologia

### I Sabini del Tevere e la necropoli di Colle del Forno

Sabini sono noti nella tradizione storiografica romana per il ruolo che rivestirono nella storia di Roma primitiva. Tutti ricordano il ratto delle Sabine, origine di una guerra che oppose i Romani e le città latine e sabine della bassa valle del Tevere conclusasi con una pace che sancì la presenza a Roma di due re: Romolo, il fondatore della città e Tito Tazio, duce delle truppe messe in campo dai Sabini. La ricerca archeologica, condotta nell'ultimo trentennio ha permesso di delineare la civiltà e cultura dei Sabini. Un caso fortunato ha voluto che nell'Area di Ricerca del CNR di Roma 1 fosse compresa una delle necropoli della città sabina di Eretum, nota nella storia degli studi come necropoli di Colle del Forno, che l'Istituto di studi sulle civiltà italiche e del Mediterraneo antico (ISCIMA) del CNR ha scavato integralmente.

Questa situazione privilegiata fa della città di Eretum l'unico insediamento sabino del quale

possiamo cogliere interessanti elementi di storia arcaica grazie ai dati archeologici.

Agli inizi del VI secolo su una società di omoioi, domina la figura di un principe, sepolto con un ricco corredo con elementi: un calesse decorato da lamine di bronzo, cavalli con ricche bardature in bronzo e vasi di bronzo e di bucchero, spiedi ed alari, che alludono alla ritualità del banchetto. Dopo la metà del secolo appaiono le sepolture monumentali di grandi famiglie gentilizie che detengono cariche politiche e religiose, come testimoniato in alcune deposizioni maschili dalla presenza del lituo-segno del potere sacerdotale dell'augure. Alla fine del VI secolo in una tomba monumentale viene deposto un re come evidenziato dal rituale del seppellimento, che prevede anche il sacrificio dei cavalli e dagli oggetti del corredo tra i quali un trono in terracotta.

P. Santoro, Colle del Forno (Montelibretti, RM). Le ultime campagne di scavo: Lazio e Sabina. *Scoperte scavi e ricerche*, Vol. 5, 2009.

## Informatica Archeologica

### Una disciplina recente e in continua evoluzione

La voce «Archeologia e società dell'informazione», pubblicata nel I volume (*Norme e idee*) della nuova Enciclopedia XXI Secolo dell'Istituto Treccani, illustra le principali fasi di sviluppo di una disciplina recente e in continua evoluzione, l'informatica archeologica, che affonda le sue radici negli anni Cinquanta del XX secolo e che nel nuovo millennio affronta sfide avvincenti nel più ampio scenario dell'integrazione tra archeologia e società dell'informazione nell'era della globalizzazione. Una rassegna delle principali metodologie d'indagine illustra percorsi scientifici alternativi, che testimoniano la profonda incidenza dell'informatica sulle metodologie tradizionali dell'archeologia. Se nel tempo le applicazioni si consolidano e prendono vie innovative (dalle banche dati ai sistemi multimediali, dalla cartografia numerica ai Sistemi Informativi Geografici, dalla grafica computerizzata al trattamento delle immagini e alla Realtà Virtuale), le aspettative più stimolanti per il futuro sono oggi legate allo sviluppo di strumenti di gestione della conoscenza e alla filosofia stessa del web, basata sulla decentralizzazione e l'interoperabilità. Al contempo, grazie alla miniaturizzazione e alla portabilità delle strumentazioni, prosegue incessante l'evolversi delle tecniche di ausilio all'acquisizione e alla localizzazione della documentazione archeologica in una ricostruzione del passato tutta digitale. La voce è il frutto di un impegno trentennale che ha portato alla definizione all'interno del CNR di un nuovo settore di ricerca dedicato all'informatica archeologica e che ha trovato un punto di riferimento stabile nella pubblicazione della rivista *Archeologia e Calcolatori*, giunta oggi al ventesimo numero nella nuova veste di Open Access Journal, che si affianca a quella tradizionale.

P. Moscati, *Archeologia e società dell'informazione*, XXI Secolo, vol. I, Roma 2009, Istituto della Enciclopedia Italiana, pp. 621-630.



Ceramica da Sybrita: una pentola su tre piedi

## Archeometria

### La provenienza dei vasi che circolavano a Sybrita

L'archeometria applicata alla ceramica, cioè l'indagine delle materie prime usate per plasmare un vaso, ha rivoluzionato le conoscenze sulla mobilità nel Mediterraneo antico rivelando l'esistenza di un'intensa circolazione di beni, oggetti e individui lungo rotte commerciali brevi e lunghe.

Una sofisticata applicazione delle tecniche archeometriche è stata sviluppata dal progetto Pottery Production and Consumption in Early Iron Age Crete: The Case of Thronos Kephala (Ancient Sybrita) diretto da Anna Lucia D'Agata (CNR, ICEVO). Avviato nel 2006 in collaborazione con la British School at Athens e finanziato dall'Institute for Aegean Prehistory di Philadelphia, il progetto ha inteso ricostruire, analizzando un campione significativo, la provenienza dei vasi che circolavano nell'insediamento di Sybrita, nella Creta centro-occidentale ([www.sybrita.icevo.cnr.it](http://www.sybrita.icevo.cnr.it)). Si è delineata

una sorta di mappa genetica di Sybrita: quali rapporti e di quale natura, da un punto di vista ceramico, l'insediamento intratteneva con centri e regioni circostanti. Su 200 campioni ceramici esaminati e databili tra XII e VII secolo a.C., il 76% è risultato di produzione locale, il 12% intra-regionale (in un'area relativamente vicina all'insediamento) il 12% extra-regionale. Fondata nel XII secolo a.C in un'area interna e impervia dell'isola, Sybrita ha giocato un ruolo importante nella circolazione di uomini e cose a Creta all'indomani del collasso dei palazzi micenei. I risultati del progetto puntano a dimostrare l'esistenza – inaspettata in un centro dell'interno – di un'intensa mobilità individuale e di dinamiche regionali di interazione commerciale, ma anche sociale, la comprensione delle quali può fornire utili chiavi di lettura per ricostruire le migrazioni e le integrazioni nel bacino del Mediterraneo.

A.L. D'Agata, M.-C. Boileau, Pottery Production and Consumption in Early Iron Age Crete: The Case of Thronos Kephala (Ancient Sybrita), *Studi Micenei ed Egeo-Anatolici* 51, 2009, 165-222.

**Conservazione**

## Un nuovo metodo per migliorare il trattamento delle superfici

**D**a anni la scienza della conservazione si occupa di mettere a punto prodotti in grado di proteggere o consolidare i materiali lapidei naturali (marmi, arenarie, ecc.) o artificiali (intonaci, stucchi, ecc.) che versano in pessimo stato di conservazione. La valutazione della profondità di penetrazione e della distribuzione di questi prodotti all'interno dei materiali sono fattori fondamentali per determinare l'efficacia del trattamento conservativo. ICVBC-CNR e Politecnico di Milano hanno sviluppato una nuova metodologia,  $\mu$ Raman mapping su sezione trasversale lucida, che fornisce informazioni dirette riguardo la penetrazione e la distribuzione di un prodotto applicato a fini conservativi. La metodologia è stata messa a punto su superfici trattate con ossalato di ammonio, prodotto impiegato nei cantieri di restauro su materiali lapidei di natura carbonatica. La sperimentazione ha previsto l'impiego di  $\mu$ Raman mapping su sezioni trasversali lucide di intonaco dipinto, preparato in laboratorio e trattato ad impacco, variando la concentrazione della soluzione di ossalato di ammonio, la durata dell'applicazione dell'impacco e la quantità di soluzione nell'impacco. L'ossalato di ammonio induce la trasformazione del carbonato di calcio dell'intonaco in ossalato di calcio nelle due fasi cristalline più comuni (whewellite e weddellite). Tramite il  $\mu$ Raman è stato possibile mappare le fasi di ossalato di calcio dalla superficie verso l'interno dei materiali, definendo così la penetrazione del prodotto e la distribuzione delle due fasi all'interno della matrice carbonatica. Una prima ricaduta della ricerca, conseguente al trasferimento dei risultati ai cantieri di restauro, è stata l'ottimizzazione delle modalità di trattamento delle superfici.

C. Conti, G. Fustella, C. Colombo, M. Realini, G. Zerbi, Micro-Raman Depth Profiling on Polished Cross Section: the Mapping of Oxalates Used in Protective Treatment of Carbonatic Substrate. *J. Raman Spectrosc.* 39, 2008, pp. 1307-1308.

**Archeologia**

## Analisi da satellite per ricostruire lo sviluppo degli insediamenti

**L'**attività antropica e le strutture geografiche interagiscono secondo dinamiche basate sulla relazione tra trasformazioni ambientali e strategie di adattamento dell'uomo, generando il paesaggio. Tale complessità può essere decodificata e riportata alla luce con metodologie di osservazione della terra, dalla geofisica al telerilevamento aereo e satellitare.

L'IBAM e l'IMAA del CNR, con l'Università di Bari, studiano dal 2008 l'integrazione di tecniche di remote sensing nella pianura foggiana per ricostruire la fase insediativa, in prevalenza neolitica, già identificata da Bradford dopo la Seconda Guerra Mondiale. Immagini aeree hanno consentito una preliminare identificazione di due insediamenti

trincerati di forma curvilinea, contenenti i tipici compound a pianta circolare o a «C». Prospezioni geomagnetiche hanno confermato le anomalie osservate sulle foto ed integrato il pattern archeologico incrementando le informazioni. Un altro contributo è stato fornito da dati satellitari ad alta risoluzione, elaborati facendo uso anche di metodi di autocorrelazione spaziale, che hanno enfatizzato le anomalie archeologiche e permesso di individuare paleoalvei. L'insieme dei dati ha consentito di ricostruire sia l'entità e lo sviluppo diacronico degli insediamenti sia il contesto paleoambientale. Tali tecnologie, in un'ottica di utilizzo integrato, dovranno essere sempre più a servizio dell'archeologia preventiva e del monitoraggio di quei territori i cui sottosuoli custodiscono straordinarie testimonianze di civiltà.

D. Gallo, M. Ciminale, H. Becker, N. Masini, Remote Sensing Techniques for Reconstructing a Vast Neolithic Settlement in Southern Italy. *Journal of Archaeological Science*, 36, 2009, pp. 43-50. M. Ciminale, D. Gallo, R. Lasaponara, N. Masini, A Multiscale Approach for Reconstructing Archaeological Landscapes: Applications in Northern Apulia (Italy). *Archaeological Prospection*, 16, 2009, pp. 143-153.

**Ambiente**

## La natura sedimenta i rapporti di potere

Il concetto di storia ambientale può essere definito come il tentativo di rendere la natura visibile nel discorso storico. La vera sfida metodologica per la storia dell'ambiente è superare la dicotomia tra sociale e naturale; non

si tratta di guardare al bosco invece che alle forme proprietarie o alle diossine invece che alle politiche, ma di guardare entrambi e alle loro relazioni. Nell'articolo si propone un modello metodologico di ricerca storico-ambientale

basato sull'analisi dei conflitti che consenta di guardare allo stesso tempo natura e società. Per sostanziare la proposta metodologica sono stati utilizzati due case-studies: il primo è relativo alla fine degli usi comuni in una comunità rurale alle prese con la privatizzazione della sua foresta (XIX secolo); il secondo è incentrato sulle battaglie contro gli inceneritori e le discariche nella Napoli degli ultimi dieci anni. Un bosco trasformato in una miniera di legname, un corpo invaso dal cancro, una cava diventata discarica: la natura sedimenta i rapporti di potere e le gerarchie sociali così come la società articola se

stessa e le sue dinamiche non indipendentemente dall'ecologia dei suoi spazi e dei suoi corpi. Sebbene l'articolo sia metodologico e si inserisca nel dibattito sulle relazioni tra storia sociale, storia dell'ambiente e political ecology, nondimeno è evidente la sua stretta attinenza con il presente. Partire dal conflitto significa ribadire che alla questione ambientale non esistono soluzioni tecnologiche o politiche socialmente neutre e che dividere i bisogni e le storie degli esseri umani da quelli del pianeta non ha portato buoni frutti. È tempo di cambiare rotta e la storia può dare una mano.

**Epistemologia**

## La nozione di Epoca tra organismo e sistema

Il saggio analizza la funzione del concetto di Epoca per l'epistemologia della storia a partire dall'età moderna. Con l'affermarsi di una accezione qualitativa del concetto di epoca, i periodi storici non sono più semplicemente scanditi da pietre miliari per l'orientamento nel tempo, ma sono caratterizzati da una coerenza interna e organica delle parti. La loro cifra specifica consente di ricostruire l'ontologia propria dell'epoca in questione, rappresentata dapprima secondo il concetto classificatorio di sistema, e poi con quello di organismo, come nelle filosofie della storia di Herder e Hegel. Nel primo storicismo, tuttavia, questa visione olistica dell'epoca, ripresa da Leopold von Ranke, sarà messa in discussione dall'irrompere del concetto di processo, alla luce del quale, segnatamente con Johann Gustav Droysen, l'epoca stessa si rivelerà composta di strati tempo-

rali disgiungibili e non necessariamente sincronici nella loro trasformazione. Questo esito, che sarà accentuato, a partire da Fernand Braudel, nella epistemologia della storia degli *Annales*, lascerà tuttavia intatto il problema metodologico della misura delle trasformazioni e delle discontinuità della storia.

Per quanto ispirato alle lezioni metodiche della storia dei concetti, l'apporto innovativo del saggio risiede nella proposta di ampliare

l'orizzonte comparativo della storia dei concetti a una dimensione maggiormente pluridisciplinare. Il concetto di Epoca nelle scienze umane risulta così non meramente riconducibile al processo di temporalizzazione della storia in vista della sua emancipazione dalla natura, come nella lettura di Koselleck, ma omologo a quello elaborato da Buffon nelle scienze della vita, in funzione di una temporalizzazione della natura.

---

M. Armiero, Seeing Like a Protester: Nature, Power, and Environmental Struggles. *Left History*, 13:1 (2009).

---

Silvia Caianiello, L'enjeu épistémologique de la notion d'époque entre organisme et système au XIX siècle. *Annales HSS*, gennaio-febbraio 2009, n.1, pp. 111-139.

**Lessicografia**

**Il primo dizionario storico italiano per la lingua antica sino al Trecento**

L'articolo presenta strumenti e metodi del Tesoro della Lingua Italiana delle Origini (TLIO), il dizionario storico dell'italiano antico redatto dall'Opera del Vocabolario Italiano, esemplificando, fra l'altro, come viene costruita una voce. Un dizionario storico registra le parole attestate dalla documentazione scritta, con i diversi significati assunti nel tempo, illustrati con citazioni; fondamentali sono l'esame dei testi, il controllo delle fonti e soprattutto l'attenzione alla cronologia, che corrispondono ai punti deboli del Grande Dizionario della Lingua Italiana della UTET (detto *Battaglia*). Modelli attuali sono piuttosto l'Oxford English Dictionary e il Trésor de la Langue Française. Il TLIO è il primo dizionario storico italiano per la lingua antica fino a tutto il Trecento in tutte le varietà (oggi dialetti). Benché si privilegi sempre la continuità storica della lingua nazionale, per i primi secoli, quando questa non si è ancora affermata, è scientificamente corretta una prospettiva policentrica. Il cuore del sistema è la banca dati, che rende analizzabili, con software dell'Istituto, i testi del corpus di riferimento (circa 2000, per circa 22 milioni di parole), classificati per varietà linguistica e distinti secondo che diano o meno, di questa, un'immagine genuina (i più rappresentativi sono i testi non letterari). La lemmatizzazione, di cui è presentato il metodo, permette di trovare con una sola ricerca le forme di ogni lemma presenti nel corpus (per es. 54 forme del lemma *dettare*). Il TLIO (oggi oltre le 21.000 voci su 50.000) e la banca dati sono consultabili con accesso libero e gratuito sul sito [www.vocabolario.org](http://www.vocabolario.org).

Pietro G. Beltrami, *The Lexicography of Early Italian: its Evolution and Recent Advances* (Tesoro della Lingua Italiana delle Origini). *Perspectives on Lexicography in Italy and Europe*, ed. by Silvia Bruti, Roberta Cella e Marina Foschi Albert, Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing, 2009, pp. 27-53.

**Sviluppo Cognitivo**

**Il ruolo dei gesti nell'ontogenesi del linguaggio**

Negli ultimi anni diversi studi di biologia evolutiva, neurofisiologia e linguistica hanno portato alla ribalta la relazione tra gesti, pensiero e linguaggio, specie negli adulti. In questo senso, un gruppo di ricerca dell'ISTC-CNR, tra i primi ad evidenziare il ruolo dei gesti nell'ontogenesi del linguaggio, studia l'importanza dei gesti nell'acquisizione e nello sviluppo del linguaggio nei primi anni di vita, esaminando il passaggio da gesto a linguaggio nei primi stadi di sviluppo di bambini udenti e sordi. La recente scoperta dei *neuroni specchio* del gruppo di Rizzolatti si ricollega a questi studi, dando un sostegno significativo alla nozione di origine gestuale del linguaggio. Nei laboratori di Parma si è dimostrato

che i neuroni motori coinvolti nel controllo delle azioni di mano e bocca si sovrappongono all'interno di un'ampia rete fronto-parietale. Tutti i bambini, nonostante il loro stato uditivo o la modalità dell'input linguistico alla quale sono esposti, fanno uso di gesti per comunicare, ma le relazioni tra gesti e parole variano in relazione agli stadi di sviluppo. Esiste una continuità tra forme prelinguistiche e linguistiche: tra azioni, gesti e parole. I gesti servono per pensare e per parlare, sono correlati con il livello di sviluppo cognitivo e favoriscono lo sviluppo linguistico: bambini che non usano inizialmente i gesti possono essere considerati a rischio. I genitori devono quindi favorire nei bambini l'uso dei gesti, perché gesticolare li rende più intelligenti. Si vorrebbe ora esplorare e descrivere se e come i gesti possono facilitare lo sviluppo comunicativo e l'acquisizione del linguaggio anche in bambini con particolari difficoltà sensoriali o ritardi cognitivi e capire più a fondo la transizione attraverso cui i gesti dei bambini si organizzano nel sistema parlato-gestuale adulto.

O. Capirci, V. Volterra, *Gesture and Speech. The Emergence and Development of a Strong and Changing Partnership*. *Gesture*, 8, 2008 (1), pp. 22-44.



Le rovine di Hierapolis in Turchia

### Archeologia

## Scoperta a Hierapolis una statua che forse rappresenta Apollo

La missione archeologica condotta a Hierapolis in Turchia dall'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali Ibam-Cnr e dall'Università del Salento, ha identificato una statua marmorea colossale che probabilmente raffigura Apollo. I due grandi blocchi recuperati permettono di ricostruire una statua alta più di 4 metri, seduta in trono, coperta da una tunica finemente drappeggiata, che con il braccio sinistro regge la cetra, consigliando un possibile culto al dio reso nel vicino tempio, costruito sotto l'imperatore Tiberio. Il ritrovamento assume un valore eccezionale per la qualità stilistica, la particolarità dell'immagine di culto e la rarità di queste opere, meno di una decina, in Asia Minore.

### Immigrazione

## In Italia gli stranieri crescono come in Germania negli anni '50

Il rapporto sull'immigrazione in Italia realizzato dai ricercatori dell'Istituto di ricerche sulla popolazione e le politiche sociali (Irpps-Cnr) ha messo in luce come la crescita del numero di stranieri in Italia, da 356.000 nel 1991 (0,6% della popolazione totale) a 3,9 milioni nel 2009 (6,5%) sia analoga a quella registrata in Germania negli anni cinquanta e sessanta, quando però il tasso medio annuo di crescita era del 5,1%, mentre tra il 1993 e il 2005 la nostra economia è aumentata solo dell'1% annuo. Le ragioni che hanno determinato una crescita così elevata dell'immigrazione in un contesto caratterizzato da un quadro politico teso a regolamentare gli ingressi e da un andamento economico non particolarmente brillante sono: l'alto livello di reddito e i bassi tassi di disoccupazione di molte aree del paese; la consistente economia sommersa (stimata tra il 15 e il 20% del Pil); la persistente bassa fecondità; il basso livello di mobilità interna tra il Mezzogiorno e il Centro-Nord; un sistema di welfare non in grado di rispondere ai bisogni di un paese che ha visto il numero di persone con più di 65 anni approssimarsi ai 12 milioni, di cui 2,3 milioni con qualche forma di disabilità.

### Archeologia

## Un crocevia di cavalieri e pellegrini

Uno studio dell'Istituto per i beni archeologici e monumentali del Cnr, *Il Gran Priorato giovanita di Capua*, ha fatto luce sulla presenza dei Cavalieri giovaniti nella città campana, punto nevralgico della viabilità antica verso

la Terrasanta, nei cui pressi possedevano un intero borgo. Il volume contiene saggi riguardanti altri nove insediamenti - Aversa, Cesa, Marigliano, Montoro, Nola, Salerno, San Nicola la Strada, Sant'Agata dei Goti e Scafati - dei quali si ricostruisce la presenza degli Ospedalieri fino alla loro soppressione alla fine del XVIII secolo. Di grande importanza la trascrizione completa di un Cabreo inedito del 1679, contenente duecento acquerelli.

## Linguaggio

### L'interazione fra individui porta alla riduzione del numero dei colori

I giapponesi chiamano «ao» il verde del semaforo, che in italiano si traduce blu. Il numero dei colori varia da lingua a lingua, in maniera casuale, con deboli correlazioni. È strano che ci siano poche parole – da cinque

a dieci – per indicare uno spazio percettivo molto ampio (centinaia di tonalità) privo di forti discontinuità, sia come distribuzione ambientale, sia nelle nostre capacità percettive. Abbiamo cercato un meccanismo

in cui, partendo da un vocabolario vuoto, se ne ottiene uno fatto di colori simile a quello umano. L'unico meccanismo noto ad oggi, il *category game*, simulato su un calcolatore, sfrutta la complessità emergente nell'interazione di un grande numero di individui: si tratta di una lunga sequenza di giochi linguistici proposti a coppie di individui scelti a caso. In un gioco un individuo indica

uno tra i colori possibili, usando la parola migliore che conosce, e il suo compagno deve indovinare con il proprio vocabolario. Il successo o il fallimento determina un'evoluzione dei vocabolari. In casi ambigui i giocatori inventano parole nuove. Un individuo isolato inventerebbe un numero infinito di parole, ma l'interazione tra individui porta ad una sorprendente riduzione del numero di colori. In popolazioni abbastanza grandi, la simulazione si arresta con un numero di colori simile a quello umano. Uno studio recente dimostra che l'introduzione di un ingrediente biologico umano, riproduce con estrema precisione le correlazioni osservate negli studi sulle lingue umane.

## Problem Solving

### Le attività umane in quanto pratiche mediate da artefatti

Non è facile insegnare agli studenti a risolvere problemi matematici. La tecnologia può essere d'aiuto? È quanto si propone di mostrare questo articolo nel caso del problem solving aritmetico. L'articolo analizza la relazione fra tecnologia e apprendimento, avvalendosi di una specifica metodologia centrata sull'Activity Theory, teoria che studia le pratiche umane in quanto attività mediate da artefatti. Nell'Activity Theory l'unità di analisi è il sistema delle relazioni che caratterizzano l'attività, non solo l'individuo nella sua interazione con l'artefatto. Nell'articolo si studia l'attività di insegnamento/apprendimento del problem solving aritmetico realizzata, a livello di scuo-

la primaria, con un sistema digitale multi-ambiente, l'ARI-LAB-2, che offre ambienti che consentono di operare con diverse rappresentazioni, controllabili sul piano percettivo e motorio, per costruire la soluzione dei problemi dati. Un ambiente di comunicazione, integrato nel sistema, permette l'interazione fra studenti e fra studenti e insegnante. L'articolo, attraverso esempi tratti dalle numerose sperimentazioni del sistema realizzate in contesti reali, mostra che la tecnologia gioca un ruolo cruciale nel collegare il sapere matematico, astratto e formale, e l'esperienza effettiva dell'allievo. Lo studio evidenzia, inoltre, come il processo di sviluppo delle abilità di risoluzione di problemi è il risultato dell'interazione fra le varie componenti dell'ambiente di apprendimento e non solo dell'interazione fra lo studente e il software. Esso dipende da come si strutturano le relazioni tra i partecipanti, dai ruoli che essi possono assumere e da come vengono presentati i vincoli e le regole che caratterizzano l'attività.

A. Puglisi, A. Baronchelli e V. Loreto, Cultural Route to the Emergence of Linguistic Categories. *Proc Natl Acad Sci, USA*, 105, 7936 (2008).  
A. Baronchelli, T. Gong, A. Puglisi e V. Loreto, Modeling the Emergence of Universality in Color Naming Patterns. *Proc Natl. Acad. Sci. USA* 107, 2403 (2010).

R.M. Bottino, G. Chiappini, Using Activity Theory to Study the Relationship Between Technology and the Learning Environment in the Arithmetic Domain, in L. English (ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*, New York, Routledge, 2008, pp. 838-861.

**Apprendimento**

## Come rendere le interazioni più ricche e interconnesse

**N**egli ambienti di apprendimento di tipo Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), la partecipazione si manifesta attraverso le interazioni che i membri del gruppo si scambiano, anche negli stadi iniziali di formazione e sviluppo dei gruppi. Se inizialmente le interazioni sono semplici e poco aggregate, con l'evolversi delle attività e la graduale

integrazione dei membri nella community queste diventano progressivamente più ricche e interconnesse. L'approccio della Social Network Analysis (SNA) è particolarmente interessante, dal momento che focalizza l'attenzione sulle relazioni tra gli individui, piuttosto che assumere una prospettiva individualistica. Attraverso i concetti di nodi e legami che compongono la rete

dei partecipanti, la SNA mostra le relazioni in forma di grafici, in cui i nodi rappresentano gli individui e gli archi le relazioni tra questi. Nello studio degli aspetti partecipativi dell'apprendimento la visualizzazione dei pattern di interazione si è dimostrata, infatti, particolarmente utile per incoraggiare e migliorare la partecipazione dei membri di un gruppo di apprendimento. La ricerca presentata nell'articolo si è posta l'obiettivo di fornire alcune risposte ai problemi che si incontrano di solito quando si codificano i

pattern di interazione. Nella metodologia di codifica proposta, denominata Codifica Strutturale/Semantica, viene utilizzato un approccio basato sull'analisi del contenuto in combinazione con alcuni dati esogeni (il nome del mittente, l'area in cui è stato inviato, la data e l'ora di spedizione, ecc.) al fine di individuare i mittenti, i destinatari e chi ha risposto al messaggio. In questo modo anche i pattern di interazione tradizionalmente trascurati nelle codifiche automatiche vengono integrati nell'analisi dei dati.

S. Manca, M. Delfino, E. Mazzoni, Coding Procedures to Analyse Interaction Patterns in Educational Web Forums. *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 25, n. 2 (2009), pp. 189-200.

**Apprendimento**

## Funzionalità orientate alle interazioni collaborative

**U**n aspetto critico delle attività centrate sull'apprendimento collaborativo è la difficoltà, da parte del docente, di valutare il contributo e la partecipazione di ogni singolo studente al lavoro di gruppo. In questo senso: ci sono tecnologie della comunicazione in grado di favorire il monitoraggio e la valutazione dei processi collaborativi? Come va organizzato il lavoro degli studenti in modo da poterlo monitorare efficacemente ai fini valutativi sia dell'apprendimento sia della partecipazione di

ogni singolo studente al processo collaborativo?

Nell'ottica di offrire un contributo alla soluzione del problema, una ricerca sviluppata presso l'Istituto Tecnologie Didattiche del CNR ha prodotto un particolare approccio metodologico all'organizzazione dello studio collaborativo, centrato sulla scrittura a più mani di un wiki. Si è deciso di sperimentare l'uso del wiki in quanto strumento in grado di offrire già di base una serie di tracciati sull'attività di ogni singolo utente (comment, linker,

tag, versioning, ecc.) e quindi utilizzabili per l'analisi (al momento solo attraverso elaborazioni manuali) delle interazioni fra i partecipanti al lavoro collaborativo, la valutazione delle singole produzioni e le loro reciproche interconnessioni. La ricerca ha identificato alcune specifiche funzionalità con cui corredare gli attuali motori wiki al fine di automatizzare l'analisi delle azioni di un gruppo di apprendimento in rete. Quanto scaturito dalla ricerca potrà quindi essere utilizzato per sviluppare wiki *special purpose* per la didattica, con funzionalità orientate al processo di valutazione delle interazioni collaborative, ottenendo in questo modo una nuova tecnologia di supporto all'apprendimento di gruppo.

G. Trentin, Using a Wiki to Evaluate Individual Contribution to a Collaborative Learning Project. *International Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 25 (2009), n. 1, pp. 43-55, UK.

**Tecnologie dell'Informazione**

## Monitoraggio e valutazione degli ambienti di apprendimento

**L**e Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione offrono oggi un valido supporto ai processi di apprendimento collaborativo che, in base ad avanzate teorie pedagogiche, consentono di innescare processi di apprendimento di grande qualità ed efficacia. Questo tipo di processi è basato sulla partecipazione dei discenti a comunità virtuali, in cui le conoscenze, anziché essere precostituite e semplicemente trasmesse da chi le detiene a chi non le possiede, vengono costruite e negoziate dai membri della comunità,

che interagiscono in ambienti telematici. Le dinamiche comunicative di questi contesti, sia sincroni che asincroni, concretizzano i processi collaborativi su cui si fonda l'apprendimento e rivelano l'importanza di indicatori qualitativi rispetto a quelli quantitativi. Realizzata in ambito europeo, la ricerca mette a frutto l'esperienza degli autori nel campo del monitoraggio e della valutazione di processi di apprendimento collaborativo online, al fine di identificare schemi ricorrenti di soluzioni progettuali (design pattern). L'uso dei design patterns consente di

capitalizzare le esperienze sviluppate in una comunità di pratica costituita da ricercatori, docenti, progettisti educativi e tutor e di condividerle con chiunque intenda progettare, condurre o valutare simili processi di apprendimento. Le soluzioni progettuali proposte, riconducendo le modalità di lavoro prevalentemente euristiche e qualitative a un insieme standardizzato di indicatori e di procedure per la loro rilevazione, offrono il vantaggio di essere automatizzabili e trasferibili a contesti diversi. L'articolo descrive lo sviluppo, la messa a punto e la validazione dei design pattern, fornendo indicazioni utili per definire funzionalità specifiche integrabili negli ambienti tecnologici destinati ad ospitare corsi in rete.

D. Persico, F. Pozzi e L. Sarti, Design Patterns for monitoring and evaluating CSCL processes. *Computers in Human Behaviour*, 25(5), 1020-1027, Elsevier, 2009.

**Didattica**

## Gli aspetti di rappresentazione e comunicazione delle conoscenze

**G**li studi sulla didattica delle scienze si confrontano con due prospettive distinte e talvolta alternative: promuovere nei giovani la propensione a intraprendere carriere scientifiche e consentire ai futuri cittadini una piena ed attiva partecipazione al dibattito scientifico e sociale. Il progetto europeo BIOHEAD-Citizen ha accolto entrambe le prospettive nell'analizzare i libri di testo di 19 paesi della vecchia e nuova Europa e del bacino mediterraneo. L'obiet-

tivo è stato quello di cogliere sia i valori impliciti ed espliciti sottesi all'insegnamento delle scienze, sia gli aspetti di rappresentazione e comunicazione delle conoscenze, in particolare il ritardo nella trasposizione didattica, cioè la distanza tra i contenuti dei libri di testo e lo stato del dibattito scientifico.

L'articolo descrive il quadro teorico di riferimento seguito nell'elaborazione delle griglie utilizzate nell'analisi dei libri di testo. I testi e le immagini sono stati esaminati in

modo da rilevare i diversi approcci utilizzati nella descrizione delle relazioni tra esseri umani e natura, tra responsabilità individuale e sociale, tra rappresentazione complessa e lineare dei fenomeni ambientali. Applicando queste griglie, abbiamo verificato (B. Agorram, S. Caravita, A. Valente, D. Luzi, N. Margnelli, Knowledge and Values in Science Textbooks Concerning Complexity in Ecological Systems and Environmental Problems: a Cross-Cultural Study on Secondary School Manuals. *US-China Educational Review*, vol.6, 2, Feb 2009) che i libri di testo non predispongono i giovani alla complessità dei problemi ambientali e alle incertezze tipiche del processo decisionale nel settore.

S. Caravita, A. Valente, D. Luzi, P. Pace, I. Khalil, N. Valanides, O. Nisiforou, G. Berthou, A. Kozan-Naumescu, P. Clément, Construction and Validation of Textbook Analysis Grids for Ecology and Environmental Education. *Science Education International Journal*, ISSN 0950-0693, vol.19 (2) 2008 97-116.

**Cultura**

## Il Museo virtuale di Via Flaminia per rivivere in 3D l'antica Roma

**H**a richiesto oltre due anni di lavoro dell'Istituto di tecnologie applicate ai beni culturali-Virtual Heritage Lab del Cnr la realizzazione del Museo virtuale della Via Flaminia antica, presso il Museo Nazionale Romano alle Terme di Diocleziano a Roma. Quattro postazioni interattive consentono agli utenti-avatar di entrare nella Villa di Livia a Prima Porta o nel sito archeologico di Grottarossa, condividendo le scoperte e incontrando il giardiniere e il pittore della dimora, un soldato, la moglie di Augusto e l'imperatore in

persona. Il restante pubblico, grazie agli occhiali stereoscopici, può in contemporanea osservare su grande schermo quello che accade sui monitor e calarsi nella realtà 3D. È il primo museo archeologico virtuale condiviso europeo, in cui il visitatore è il protagonista del cyberspazio. Le competenze Cnr nell'ambito della virtualizzazione del patrimonio culturale è stato presentato in Giappone in occasione della mostra *L'eredità dell'Impero Romano*, inaugurata dal presidente della Repubblica Giorgio Napolitano.

patorie. Esse sarebbero inizialmente sviluppate per il controllo motorio e successivamente riusate per generare simulazioni interne di eventi ed azioni – rappresentazioni del mondo e dell'atto generate endogenamente – che supportano forme di cognizione individuale e sociale sempre più complesse.

Questo modello spiega ad esempio alcune forme di ragionamento, che qui viene concettualizzato come una simulazione interna del comportamento che fa uso in simulazione degli stessi meccanismi che supportano l'azione nel mondo esterno.

Un ulteriore contributo di questo lavoro consiste nell'integrare nello stesso framework control-teoretico non solo i meccanismi di controllo dell'azione, come è tipico nella letteratura, ma anche meccanismi motivazionali e meccanismi di regolazione cognitiva, trovando una sintesi fra teorie motorie della cognizione e teorie cognitive della motivazione e delle funzioni esecutive.

**Psicologia**

## Il ruolo dello sviluppo delle capacità anticipatorie

**L'**obiettivo principale di questo lavoro è quello di descrivere l'architettura di un agente cognitivo intenzionale dal punto di vista control-teoretico (i.e., dei modelli di regolazione ispirati alla cibernetica) ed evolutivo. In questo lavoro esaminiamo come le capacità cognitive rappresentazionali emergano (sotto le pressioni evolutive della socialità

e del controllo ottimale dell'azione) da una elaborazione-evoluzione dell'architettura funzionale di base dell'azione motoria goal-directed. Per questa origine e motivo le rappresentazioni mantengono aspetti motori e legati al controllo.

Un ruolo centrale in questo passaggio è giocato dallo sviluppo di capacità antici-

G. Pezzulo, C. Castelfranchi, *Thinking as the Control of Imagination: a Conceptual Framework for Goal-Directed Systems*. *Psychological Research, Psychologische Forschung*, Springer, vol. 73.

**Economia**

## Una rilevanza strategica nell'ambito delle scelte d'impresa

L'articolo presenta i risultati di un'analisi della letteratura sul tema dell'esternalizzazione della logistica, noto, nel mondo anglosassone, con il termine «Third-party logistics».

L'affidamento ad operatori specializzati delle attività connesse

alla gestione dei flussi fisici e dei correlati flussi informativi costituisce una pratica diffusa nella realtà operativa ed è da tempo oggetto di ampio approfondimento negli studi economici data la sua rilevanza strategica nell'ambito delle scelte d'impresa. Nel corso

dell'ultimo decennio si è registrato, in parallelo alla crescita della tendenza all'esternalizzazione delle attività logistiche, un incremento degli studi dedicati al fenomeno, che, se da un lato ha contribuito a una sua migliore comprensione, dall'altro ha portato a una progressiva frammentazione delle relative conoscenze. Proprio la carenza di un'adeguata sintesi della ricerca sviluppata finora ha indotto un'approfondita disamina della letteratura finalizzata a delineare un quadro esauriente dello stato dell'arte delle conoscenze sul tema e a identificare aree di ricerca meritevoli di futuri approfondimenti.

Nello specifico, sulla base di un originale modello tassonomico, è stata realizzata un'analisi sistematica di 152 articoli pubblicati in oltre 30 riviste internazionali nel periodo 1989-2006. L'analisi svolta, che si caratterizza anche per l'eshaustività della bibliografia presa in esame, fornisce utili indicazioni in ordine agli aspetti maggiormente indagati ed alle metodologie più diffusamente impiegate nella letteratura dedicata alla tematica oggetto di indagine. Sempre in un'ottica di servizio alla comunità scientifica sono, infine, segnalati alcuni ambiti rilevanti verso cui indirizzare la futura ricerca.

**Computer Science**

## Tecnologie avanzate per la gestione automatica dell'informazione testuale

La necessità di accedere a grandi quantità di conoscenza digitale convogliata attraverso testo libero all'interno di basi documentali anche di vaste dimensioni ha dato impulso allo sviluppo di tecnologie avanzate per l'acquisizione, la classificazione e la gestione automatica dell'informazione testuale. Un ruolo centrale in questo senso è rivestito dalle tecniche per la costruzione semi-automatica di ontologie di dominio. Tale filone di attività, denominato Ontology Learning, è un ambito di ricerca attivo in settori quali la bio-informatica, la pubblica amministrazione, la gestione documentale aziendale e giuridico-legislativa.

L'articolo riporta i risultati di esperimenti condotti in ambito giuridico con la piattaforma software Text-to-Knowledge (T2K), sviluppata dall'ILC-CNR Antonio Zampolli e dal Dipartimento di Linguistica dell'Università di Pisa e finalizzata

all'acquisizione di informazione semantico-concettuale da corpora testuali di dominio e all'indicizzazione avanzata e navigazione intelligente del contenuto documentale.

Attraverso l'uso combinato di strumenti per il Trattamento Automatico del Linguaggio, filtri statistici e moduli di apprendimento automatico, T2K analizza il contenuto linguistico dei documenti, individua i termini potenzialmente più

significativi, ricostruisce una mappa multidimensionale dei concetti espressi da questi termini, per arrivare allo sviluppo semi-automatico di un'ontologia del dominio di interesse che può essere utilizzata per l'indicizzazione concettuale di basi documentali.

I risultati raggiunti mostrano le potenzialità di T2K per lo sviluppo semi-automatico di ontologie giuridiche.

A. Marasco, Third-Party Logistics: A Literature Review. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, Vol. 113 (2008), Issue 1, pp. 127-147.

A. Lenci, S. Montemagni, V. Pirrelli, G. Venturi, Ontology Learning from Italian Legal Texts, in J. Breuker, P. Casanovas, M. C.A. Klein, E. Francesconi (eds.), *Law, Ontologies and the Semantic Web-Channelling the Legal Information Flood*. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Springer, 2008, Vol. 188, pp. 75-94.

**Giustizia**

## Un approccio innovativo per ridurre la durata dei processi

L'Italia è tristemente nota per la durata eccessiva dei procedimenti giudiziari, un elemento che mina in profondità la convivenza civile e che inibisce lo sviluppo economico. Finora le soluzioni tentate per risolvere l'annoso problema sono state quasi esclusivamente di tipo normativo e non hanno mai prodotto gli effetti sperati. Questo studio di caso in un ufficio giudiziario italiano di media dimensione, mostra come un approccio innovativo, già sperimentato con successo negli Stati Uniti, può contribuire a una significativa riduzione dei tempi dei processi. In particolare, l'attività di analisi e gli interventi proposti si concentrano sull'organizzazione dell'ufficio giudiziario e su un'applicazione normativa attenta sia alle imprescindibili garanzie processuali sia alle necessità di efficienza e di durata ragionevole del procedimento. Una decisione di qualità del giudice non può prescindere da una sensibilità sui tempi nei quali viene resa, nella consapevolezza che una «giustizia ritardata è una giustizia negata». La definizione di standard di durata, il monitoraggio costante delle attività svolte in relazione ai carichi di lavoro, l'introduzione di strumenti di *caseload management* e una maggiore responsabilizzazione del giudice e degli avvocati nella conduzione delle varie fasi processuali, sono solo alcuni degli elementi indicati dalla ricerca. Su questi aspetti occorrerebbe investire per avere anche nel nostro paese una giustizia in tempi ragionevoli, così come previsto dall'art. 6 della Convenzione Europea dei Diritti dell'Uomo e dall'art. 111 della nostra Costituzione secondo il quale: «Ogni processo si svolge nel contraddittorio tra le parti, in condizioni di parità, davanti a giudice terzo e imparziale. La legge ne assicura la ragionevole durata».

D. Steelman e M. Fabri, Can an Italian Court Use the American Approach to Delay Reduction? *The State Justice System Journal*, vol. 29, n. 1, 2008, pp. 1-23.

**Federalismo**

## La valutazione degli effetti della devoluzione sanitaria

L'articolo esamina il modo in cui il federalismo, come forma di Governo, incide sul finanziamento pubblico dell'assistenza sanitaria americana. L'approccio è comparativistico, per due motivi: le istituzioni del federalismo sono inserite nel loro contesto nazionale risultandone influenzate e non tenerne conto significa rischiare di attribuire al federalismo effetti che sono più propriamente dovuti al contesto; inoltre, non esiste un modello di federalismo unico e universale, ne esistono piuttosto «marche» nazionali.

Gli effetti di contesto sono analizzati rispetto ad alcuni fattori, inclusi il carattere del sentimento di solidarietà sociale condiviso dalla popolazione e i diritti costituzionali e legislativi all'assistenza sanitaria. Invece gli effetti attribuibili alla scelta

del modello di federalismo sono valutati secondo quattro dimensioni: la ripartizione intergovernativa delle competenze sulla sanità; l'uso del potere di borsa federale per influenzare il comportamento dei governi sub-centrali; l'utilizzo di meccanismi di cooperazione intergovernativa; il carattere dei partiti politici e gruppi di pressione. Si documenta l'inadeguatezza del sistema di finanziamento sanitario pubblico americano, per il fatto che esso deve funzionare in un contesto marcatamente meno favorevole, in particolare quanto a condivisione del senso di solidarietà sociale e anche ad affermazione dei diritti alla salute. Appelli alla solidarietà sociale hanno giocato un ruolo importante nell'approvazione della riforma sanitaria di Obama nella primavera 2010. Le differenze fra il federalismo americano e quello di altri paesi risultano invece di importanza secondaria. La metodologia elaborata nell'articolo è utile per valutare gli effetti della devoluzione delle competenze in campo sanitario attualmente in corso in Italia e nel Regno Unito.

G. France, The Form and Context of Federalism: Meanings for Health Care Financing. *Journal of Health Politics, Policy and Law*, 33:4, 2008, pp. 649-705.

## Finanziamenti Pubblici

### Un cambiamento strategico per gli istituti di ricerca

**G**li attuali scenari economici sono influenzati dalla turbolenza dei mercati, dal cambiamento del clima politico e dalle continue riduzioni della spesa pubblica. Ciò ha spinto molti governi nazionali a riorganizzare le strutture pubbliche di ricerca. Il CNR, attraverso la recente riorganizzazione dei suoi istituti, ha attuato un processo di cambiamento strategico per fronteggiare la continua riduzione dei finanziamenti pubblici (insufficienti a coprire le spese correnti) tramite il reperimento di risorse provenienti dalle nuove opportunità offerte dai mercati globali.

L'articolo mostra un'attività di ricerca scientifica multidisciplinare degli istituti del CNR e contemporaneamente la loro cooperazione con imprese e altri soggetti economici. La riorganizzazione del CNR ha favorito un comportamento organizzativo degli istituti market-oriented: aumento dell'attività di ricerca applicata che alimenta un flusso di autofinanziamento instabile nel tempo. Questo cambiamento strategico ha migliorato l'efficienza degli istituti, ma ha causato un notevole impiego di tempo e di energie da parte dei ricercatori in attività burocratiche per la gestione dei progetti piuttosto che nella ricerca scientifica di base. Il rischio del suddetto Western-Style Organization, presente anche in altri paesi europei, è di avere organizzazioni pubbliche di ricerca che svolgono prevalentemente un'attività di consulenza per il mercato, simile a quella delle società private, e non sviluppano scoperte scientifiche per i bisogni di lungo termine delle società, non alimentando a sufficienza il sistema economico di nuova conoscenza scientifica e tecnologica per sostenere la competitività e crescita economica delle moderne economie.

---

M. Coccia, S. Rolfo, Strategic Change of Public Research Units in Their Scientific Activity. *Technovation*, vol. 28, n. 8 (2008), pp. 485-494, ISSN: 0166-4972.

## Economia

### I rendimenti di scala del sistema distributivo del gas

**N**egli ultimi anni, in Italia, il settore della distribuzione di gas si è caratterizzato per un processo di concentrazione che ha condotto a un ampliamento della scala operativa media degli operatori. Nonostante la tendenza in atto, il settore appare, però, ancora caratterizzato da una certa eterogeneità dimensionale dalla quale potrebbe scaturire lo stimolo per un successivo processo aggregativo. L'effetto atteso, tuttavia, è condizionato dalla reale esistenza di rendimenti di scala tali da garantire migliori condizioni di efficienza. In tale ottica, l'obiettivo del contributo di ricerca «Optimal Scale in the Italian Gas Distribution Industry Using Data Envelopment Analysis» è quello di analizzare i rendimenti di scala del sistema distributivo italiano, al fine di individuare una dimensione ottimale. Analizzando un campione di 46 distributori, rappresentativo del 62% del totale del gas distribuito, attraverso il metodo di programmazione non lineare Data Envelopment Analysis, si sono ottenute stime relative ai valori di efficienza tecnica e di scala in grado di contribuire in più direzioni alla comprensione delle dinamiche del settore. Sostanzialmente, la ricerca ha evidenziato una dimensione ottimale attestata su valori pari a 65.000 utenti e 150 milioni di metri cubi erogati. Tuttavia, i risultati mostrano un esaurimento degli effetti positivi legati all'ampliamento di rete già a partire da 20.000 utenti e 40 milioni di metri cubi. Ciò indica che il maggiore sforzo di concentrazione dovrebbe essere indirizzato (ed opportunamente regolato a livello governativo) verso gli operatori di minore dimensione, mentre politiche di aggregazione dei grandi network potrebbero portare a ridotti vantaggi economici, e quindi a inconsistenti ricadute in termine di riduzione delle tariffe.

---

F. Erbetta, Optimal Scale in the Italian Gas Distribution Industry Using Data Envelopment Analysis. *Omega-International Journal of Management Science* (73468J0).

# Knowledge and Technology Transfer, Outreach

La squadra di animatori scientifici e collaboratori del Festival della Scienza, la principale manifestazione nazionale dedicata alla divulgazione della scienza, di cui il CNR è socio fondatore e main partner.

Una parte significativa delle attività del Cnr è legata al trasferimento di conoscenze e tecnologie, quel processo che mira alla valorizzazione dei migliori risultati di ricerca generati dall'Ente promuovendone un efficace impatto nel tessuto economico-produttivo e sociale.

Tali attività, che al Cnr fanno capo alle singole strutture scientifiche, Dipartimenti e Istituti, sono affiancate centralmente da strutture leggere con funzioni di coordinamento e networking:

- una Business Development Unit strategica che integrando la formazione dei ricercatori con competenze manageriali promuove il NetwOrK-Outreach and Knowledge, una rete attualmente composta da oltre 150 tra ricercatori e tecnologi coordinati dal *technology transfer officer*, in grado di utilizzare un approccio *bottom up* per mettere a disposizione del mondo produttivo in tempo reale le migliori competenze indipendentemente dalla



collocazione geografica;

- il supporto alla valorizzazione dei risultati fornito da un lato dalla neo istituita Task Force per la tutela della Proprietà Intellettuale, dall'altro dal Gruppo di Lavoro per il sostegno alla creazione di imprese spin-off, entrambi finalizzati a sostenere e stimolare i ricercatori anche attraverso una progressiva semplificazione delle procedure, operando in un clima di fiducia e condivisione. Se ad oggi il Cnr conta 54 società spin-off, di cui parte a partecipazione diretta dell'Ente e che utilizzano tecnologie Cnr coperte da brevetto, si ritiene che il potenziale sia molto più ampio: per questo, quale ulteriore strumento di sensibilizzazione, è stata avviata nel 2010 la Start Cup CNR – il Sole 24 ORE, prima competizione interna all'Ente per premiare i migliori progetti di imprese high tech;

- i servizi offerti dalla società partecipata di trasferimento tecnologico Rete Ventures SCrl, in grado di supportare la rete di ricerca con un approccio imprenditoriale adeguato a rispondere alle esigenze del mondo produttivo.

## Rete Ventures

■ **Rete Ventures** è la società in house di trasferimento tecnologico del



Cnr, la cui missione è quella di generare risorse per la ricerca, valorizzando l'insieme di asset intangibili dell'Ente: tecnologie, competenze, proprietà intellettuale, esperienze e risorse strumentali. Disponendo di competenze che spaziano dalla contrattualistica al diritto, dalla comunicazione al marketing, RV è in grado di fornire supporto qualificato relativamente ad analisi di mercato e del valore dei brevetti, definizione di business plan, fino ad accompagnare l'avvio di una impresa start-up. Obiettivo finale è quello di favorire l'incontro tra il mercato e la ricerca, evidenziando le migliori opportunità per imprese e investitori, ed insieme le più interessanti potenzialità di business per i ricercatori.

[www.reteventures.com](http://www.reteventures.com)

Parallelamente, è stata avviata una ampia campagna di formazione verso la cultura del KTT e l'outreach, attraverso corsi di alto livello rivolti sia al personale impegnato in attività di ricerca sia al personale gestionale: nel 2009 sono state orga-

ca?» (oggi stabilizzato come *summer school* annuale) al Corso di *Design della Ricerca* in collaborazione con il Dipartimento Indaco del Politecnico di Milano nel Maggio 2010, ad altre iniziative di sensibilizzazione organizzate anche in collaborazione con altri soggetti legati al mondo dell'innovazione.

Specifiche professionalità sono inoltre rivolte alla progettazione e realizzazione di eventi di divulgazione scientifica per il grande pubblico, nella consapevolezza dell'importanza di una forte azione di promozione e divulgazione della cultura scientifica a tutti i livelli - in particolare verso i più giovani - come anello essenziale della catena dell'innovazione. Non a caso il Cnr è tra i promotori del Forum *Science in Society* della European Science Foundation, con l'obiettivo di incoraggiare le iniziative di outreach come elemento strategico per la costituzione di una nuova European Research Area.

Rientrano in questo tipo di iniziative l'ideazione, la costruzione e l'organizzazione di mostre scientifiche interattive itineranti (*Semplice e Complesso*, *Le Meraviglie della Scienza*, *Oltre i sensi*, *FantaScienza*), poli permanenti sia di tipo espositivo sia laboratori sperimentali (per esempio la Cittadella Mediterranea della Scienza di Bari, Matefitness, DomusArchimedeadea) fino all'organizzazione del Festival della Scienza, la principale manifestazione dedicata alla divulgazione della scienza organizzata a Genova dal 2003, di cui il CNR è main partner e socio fondatore (vedi box).

## Festival Della Scienza

■ **Momento di riflessione** e intrattenimento, il Festival della Scienza è oggi riconosciuto come un'eccellenza internazionale nel campo della *public awareness of science*, segnalata anche dalla Commissione

Europea tra le 10 migliori *best practices*. L'articolato programma di mostre e laboratori interattivi, conferenze, lectio magistralis e spettacoli - 400 nell'edizione 2009, che ha registrato oltre 200.000 visite - testimonia l'estrema varietà di contenuti e approcci, secondo una formula che interpreta la scienza attraverso i linguaggi più originali e innovativi, dall'interattività del gioco all'esperienza hands on. L'edizione 2010, in programma dal 29 ottobre al 7 novembre, ha quale parola-chiave «Orizzonti» ed è l'evento clou della Biennale del Mediterraneo.

<http://www.festivalcienza.it>



nizzate in totale 1.700 giornate di formazione dedicate ai temi del t.t., dal corso di management e valorizzazione dei risultati «Come Va... la Ricer-

## Domus Archimedeadea

■ **La Domus Archimedeadea** è un museo scientifico interattivo dedicato alle origini della scienza

e della tecnica incentrato sulla figura e le scoperte di Archimede in via di realizzazione a Siracusa, nato dalla collaborazione tra il CNR e Novamusa che insieme hanno dato vita allo spin-off Agorasophia. Gli exhibit, interamente ideati e realizzati dallo staff dell'Ufficio Cnr-Psc, costituiranno il nucleo principale di un percorso organizzato in quattro macro-aree (*L'equilibrio*, *Le macchine per la società*, *La matematica e Il planetario*), volto alla comprensione delle leggi fisico-matematiche cui Archimede diede un significativo contributo, dal principio della leva all'idrostatica, dalla geometria archimedeadea alle famose macchine da guerra da lui inventate.

<http://www.domusarchimedeadea.it/>



## Matefitness



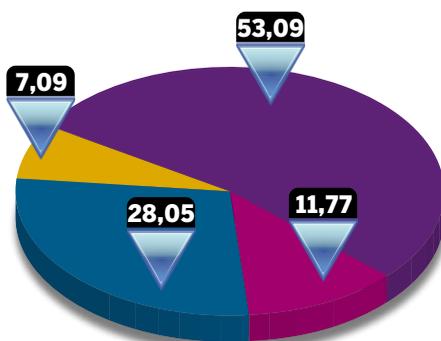
■ **MateFitness**, la Palestra della Matematica, è un progetto di divulgazione, formazione e didattica creativa della matematica nato da un progetto dell'Ufficio Cnr-Psc avviato in collaborazione con l'Università di Genova e ospitato nella storica cornice di Palazzo Ducale a Genova.

Aperta nel 2006, oggi la Palestra della Matematica è uno spazio permanente a disposizione di pubblico e scuole, dove allenare la mente attraverso oltre 300 attività ludico-interattive progettate da una squadra di giovani animatori scientifici, volte a far scoprire quanto la matematica possa rivelarsi utile e divertente in tante circostanze quotidiane. Matefitness è presente anche sul territorio nazionale partecipando a festival culturali e realizzando progetti per il pubblico di tutte le età, compresi pacchetti e percorsi specificamente dedicati al mondo della scuola.

[www.matefitness.it](http://www.matefitness.it)

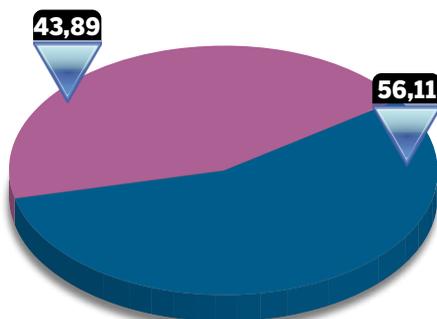
# I numeri del CNR

**Distribuzione del personale per profilo professionale**



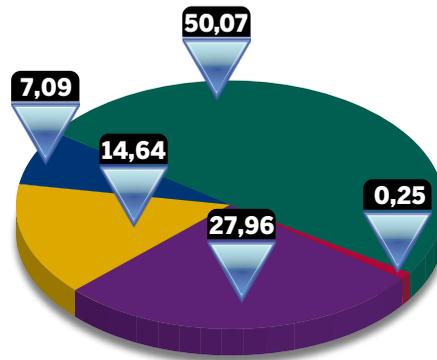
■ AMMINISTRATIVO ■ TECNICO ■ TECNOLOGO ■ RICERCATORE

**Distribuzione del personale per genere**

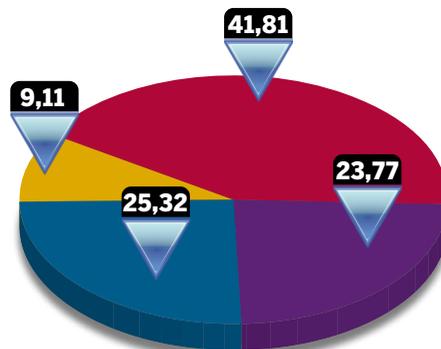


■ M ■ F

### Distribuzione del personale per titolo di studio



### Distribuzione del personale per area geografica



## Il G8 della Ricerca



**A** maggio 2009 il Consiglio Nazionale delle Ricerche, in relazione alla riunione del G8 tenuta a L'Aquila, ha organizzato a Venezia l'incontro del G8HORCS-Heads Of Research Councils. Il meeting ha riunito i rappresentanti dei maggiori enti di ricerca (foto in alto) di Canada, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, Italia, Russia e Stati Uniti, per discutere dello stato della ricerca, del livello dei finanziamenti e degli investimenti.

Il G8 HORCS ha sottolineato con vigore il ruolo della ricerca su tutti i fronti, inclusa la ricerca di base, per fronteggiare la crisi economico-finanziaria globale e andare verso nuovi modelli di produzione basati sulla conoscenza. A conclusione dell'incontro (foto in basso) il Ministro dell'Istruzione, Università e Ricerca, Mariastella Gelmini, ha illustrato le linee di azione del Governo italiano nel campo della ricerca scientifica e tecnologica.



# **I Dipartimenti**

# Dipartimento Agro Alimentare

La mission del Dipartimento Agroalimentare (DAA) risiede nel contribuire al progresso della conoscenza scientifica e tecnologica utile allo sviluppo e miglioramento di un sistema

agroalimentare sostenibile e innovativo. A questo scopo il Dipartimento promuove i progetti di ricerca attraverso attività di pianificazione, coordinamento e controllo.

## I progetti

- Sviluppo di biotecnologie avanzate per il sistema agroalimentare
- Ricerche biologiche e preservazione dei sistemi agro ecologici
- Sviluppo rurale e del territorio
- Sviluppo sostenibile nel sistema agroalimentare
- Salute e sicurezza e qualità alimentare

## Istituti afferenti

**IBBA** - Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria; **IBIMET** - Istituto di Biometeorologia; **IGV** - Istituto di Genetica Vegetale; **IPP** - Istituto per la Protezione delle Piante; **ISA** - Istituto di Scienza dell'Alimentazione; **ISAFoM** - Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo; **ISPA** - Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari; **ISPAAM** - Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo; **IVV** - Istituto di Virologia Vegetale; **IDAIC** - Istituto di Diritto Agrario Internazionale e Comparato.

## Istituti partecipanti alle attività

**IAMC** - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero; **IBP** - Istituto di Biochimica delle Proteine; **IBAF** - Istituto di Biologia Agro-Ambientale e Forestale; **IC** - Istituto di Cristallografia; **IGB** - Istituto di Genetica e Biofisica Adriano Buzzati Traverso; **IMC** - Istituto di Metodologie Chimiche; **ISMAR** - Istituto di Scienze Marine; **IVALSA** - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree; **ISE** - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi; **IFAC** - Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara.

## Principali collaborazioni

Numerosi progetti finanziati dalla Comunità Europea coinvolgono ricercatori e strutture del DAA, sia come partner che come ente coordinatore.

Sono stati realizzati progetti a livello internazionale con organizzazioni di beneficenza e con organizzazioni internazionali nel campo delle biotecnologie.

Il Dipartimento sostiene le piattaforme italiane

e europee Plant for the Future, Food for Life e Bio-fuels.

Per quanto riguarda le relazioni con i Paesi in via di sviluppo, vi sono 77 progetti di cooperazione internazionale o realizzati su specifica richiesta da parte di queste nazioni. Gli interventi si concentrano principalmente nell'area Mediterranea e sub-sahariana, ma ve ne sono anche in Asia e in America Latina come macro-regioni.

I brevetti gestiti dal DAA sono 52, di cui 23 negli ultimi 2 anni.

# Dipartimento Energia e Trasporti

Il Dipartimento Energia e Trasporti (DET) ha come principale obiettivo il miglioramento, attraverso opportune attività di ricerca e sviluppo, dell'efficienza, dell'impatto sull'ambiente dei sistemi di produzione dell'energia e dell'ottimizzazione degli usi finali della stessa, anche in relazione ai trasporti. La strategia del DET contribuisce a

fronteggiare due grandi sfide: assicurare allo sviluppo economico-sociale energia sufficiente e a basso costo, con continuità e ovunque necessario; ridurre, fino alla loro eliminazione, gli impatti negativi che la produzione, il trasporto e la distribuzione di energia hanno o possono avere sull'ambiente.

## I progetti

- Generazione pulita di energia da combustibili fossili
- Uso razionale dell'energia nei trasporti
- Generazione distribuita di energia.
- Partecipazione ai programmi nazionali e internazionali sulla Fusione termonucleare controllata.
- Nanotecnologie e metallurgia fisica per lo sviluppo di componentistica per sistemi ad alta efficienza energetica
- Energia e Mobilità sostenibile (HERMES) Interdipartimentale

## Istituti afferenti

**ENI** - Istituto per l'Energetica e le Interfasi; **IFP** - Istituto di Fisica del Plasma Piero Caldirola; **IGI** - Istituto Gas Ionizzati; **IM** - Istituto Motori; **IRC** - Istituto di Ricerca sulla Combustione; **ITAE** - Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia Nicola Giordano.

## Istituti partecipanti alle attività

**ISTEC** - Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici.

## Principali collaborazioni

EARPA (Unione Europea Centri di Ricerca nel settore Automotive); EURATOM /Progetto ITER (Fusione Nucleare); JTI Europeo sull'Idrogeno; ESA (Ricerca Aerospazio); CNRS; Institut Français du Petrol; Max-Planck Institut; Università di Osaka, Cambridge, Leeds.

Il DET sviluppa un Programma di ricerca e sviluppo sul sistema elettrico nazionale con fondi assegnati dal Ministero dello Sviluppo Economico, collabora con il Centro Internazionale per Technology Transfer sulle Energie Rinnovabili in Toscana e con il Distretto Tecnologico Siciliano.

Il Dipartimento, inoltre, partecipa al consorzio RFX nell'ambito del progetto internazionale ITER sulla fusione nucleare, il programma europeo di ricerca finalizzato alla realizzazione di un prototipo di reattore ITER-DEMO, tramite studi a carattere teorico sperimentale e tecnologico.

Il DET collabora con numerose aziende del settore, tra cui Daimler Chrysler, Bosch, STM, General Motors, ENI, ENEL, ITALGAS, Ferrari Motori, Pirelli Labs, Nuvera, Sudchemie, SORIN, Galileo Avionica, Ansaldo, Riello, Alenia Spazio, Snam Progetti.

# Dipartimento di Identità Culturale

Il Dipartimento di Identità Culturale (DIC) è composto da 15 istituti che si occupano di una serie molto differenziata di materie, dagli studi di linguistica a quelli giuridici

e socio-economici, dalla storia del pensiero alle culture mediterranee, dalle scienze cognitive alle scoperte tecnologiche nel campo delle scienze umanistiche.

## I progetti

- Storia delle idee e della cultura.
- Struttura, modelli, materiale di archivio della lingua italiana.
- Qualità e identità nei sistemi educativi e nella ricerca.
- Identità mediterranea ed Europa
- Innovazione e sviluppo italiani nell'economia globale post-industriale
- Lessico giuridico e patrimonio giuridico italiano: tradizione, interpretazione e innovazione
- Unificazione del diritto e diritto internazionale
- Trasformazioni istituzionali e sociali delle governances
- Memorie storiche, valori e istituzioni
- Migrazioni

## Istituti afferenti

**CERIS** - Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo; **ILC** - Istituto di Linguistica Computazionale; **ILIESI** - Istituto per il Lessico Intellettuale Europeo e la Storia delle Idee; **IRAT** - Istituto di Ricerca sulle Attività Terziarie; **IRPPS** - Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali; **IRSIG** - Istituto di Ricerca sui Sistemi Giudiziari; **ISEM** - Istituto per la Storia dell'Europa Mediterranea; **ISGI** - Istituto di Studi Giuridici Internazionali; **ISPF** - Istituto per la Storia del Pensiero Filosofico Moderno; **ISSIRFA** - Istituto sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie M.S. Giannini; **ISSM** - Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo; **ISTC** - Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione; **IDT** - Istituto per le Tecnologie Didattiche; **ITTIG** - Istituto di Teorie e Tecniche dell'Informazione Giuridica; **OVI** - Istituto Opera del Vocabolario Italiano.

## Istituti partecipanti alle attività

**IREA** - Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente; **ISAC** - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima; **ISTI** - Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione.

## Principali collaborazioni

Il DIC collabora con Università europee ed enti di

ricerca internazionali. Tra questi: European Science Foundation (ESF); CUPL - Università di Scienze Politiche e Legge della Cina, Pechino; CSIC - Consiglio Nazionale Ricerche spagnolo; CNRS: Laboratorio Leibniz, Grenoble; ASSER - Istituto di diritto internazionale.

Il Dipartimento produce un'ampia serie di pubblicazioni, incrociando tutti gli aspetti delle scienze sociali e umane.

Il Progetto di ricerca Herit sul patrimonio culturale è finalizzato allo studio del patrimonio e delle identità culturali di ogni nazione europea attraverso la partecipazione alla piattaforma europea nel campo delle scienze sociali e umanistiche.

Osservatori del Dipartimento riguardano gli studi di diritto in Cina e la codifica delle leggi sulla base del diritto romano; i neologismi nell'italiano; gli standard agroalimentari.

# Dip. Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni

L'attività del Dipartimento Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni (DICT) costituisce una combinazione virtuosa di ricerca di base, industriale e sviluppo precompetitivo. In essi convergono i risultati delle tre componenti scientifiche monodisciplinari

che definiscono il settore ICT stesso: componentistica, ossia elettronica e fotonica applicate; communication technologies, cioè reti e telecomunicazioni; information technologies, dunque informatica.

## I progetti

- Dispositivi e tecnologie per le reti telematiche.
- Data mining, web semantico e ontologie.
- GRID e Calcolo ad alte prestazioni (HPC).
- Mezzi e contenuti multimodali e multidimensionali.
- Sistemi di simulazione e modellistica complesse.
- Sicurezza (interdipartimentale, a guida del DICT).
- Bioinformatica (interdipartimentale, a guida del DICT).

## Istituti afferenti

**IASI** - Istituto per l'Analisi dei Sistemi e le Scienze Computazionali Antonio Ruberti; **ICAR** - Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni; **IEIT** - Istituto di Elettronica, Calcolo e Ingegneria delle Telecomunicazioni; **IIT** - Istituto di Informatica e Telematica; **IMATI** - l'Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche; **IREA** - Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente; **ISTI** - Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione Alessandro Faedo.

## Istituti partecipanti alle attività

**CERIS** - Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo; **IAC** - Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone; **IBB** - Istituto di Biostrutture e Bioimmagini; **ICIB** - Istituto di Cibernetica Edoardo Caianiello; **ICRM** - Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare; **IDPA** - Istituto di Dinamica dei Processi Ambientali; **IFAC** - Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara; **ILC** - Istituto di Linguistica Computazionale Antonio Zampolli; **IMAA** - Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale; **IPCF** - Istituto per i Processi Chimico-Fisici; **IRPPS** - Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali; **ISIB** - Istituto di Ingegneria Biomedica; **ISN** - Istituto di Scienze Neurologiche; **ISSIA** - Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione; **ISTC**

- Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione; **ISTM** - Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari; **ITTIG** - Istituto di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica.

## Principali collaborazioni

Programma Cooperation per la ricerca, sviluppo tecnologico e attività di dimostrazione nel 7° Programma Quadro; CCLRC (UK); ERCIM EurID register ccTLD.eu; INRIA; ESA; Osservatorio Europeo meridionale (ESO); Los Alamos National Labs; San Diego Supercomputing Center; Edinburgh Parallel Computing Centre; CNRS; Istitut FOKUS; MIT Media lab; Marie Curie Research; Europe labs; CNES; ONERA; Fraunhofer-Gesellschaft; ENST; UCAR/NCAR; Max-Planck Institut; ESA; Accademia delle Scienze di Russia.

Il DICT collabora con diverse università, italiane e straniere, e con numerose aziende. Tra queste ultime si segnalano: Getronics, Intel (UK); IBM Research; Thomson; CPS; CREATE-NET VPtech; Biometria; Microsoft; Vodafone; Motorola; ZGDV; British Telecommunications; Hewlett Packard; NEC Europa; Microsoft Innovations; Jujistu; Oracle; SUN; Toyota Technological Institute; Konica; Minolta.

Il Dipartimento partecipa al Registro europeo dei domini internet VZW/ASBL e ai vari CWI (Olanda); ZIB (Germania); ERCIM (Francia); ISRO (India).

## Dipartimento di Medicina

Il Dipartimento di Medicina (DM) realizza ricerche e attività di formazione nei campi della biologia, medicina, pubblica sanità apportando tecnologie e servizi al sistema nazionale di sanità pubblica e ai settori industriali pubblico e privato. L'obiettivo del Dipartimento è contribuire

al progresso nel campo della medicina attraverso lo studio dei meccanismi di formazione e sviluppo di varie malattie e l'esplorazione di nuove opportunità terapeutiche con l'obiettivo di contribuire al miglioramento della salute umana.

### I progetti

- Malattie cardiovascolari e polmonari
- Neuroscienze: basi molecolari e applicazioni cliniche
- Oncologia
- Immunologia e malattie infettive
- Medicina molecolare umana
- Tecnologie biomediche
- Epidemiologia e ricerca sanitaria

### Istituti afferenti

**ITB** - Istituto di Tecnologie Biomediche; **INMM** - Istituto di Neurobiologia e Medicina Molecolare; **IN** - Istituto di Neuroscienze; **ISN** - Istituto di Scienze Neurologiche; **IGM** - Istituto di Genetica Molecolare; **IBFM** - Istituto di Bioimaging e Fisiologia; **IFC** - Istituto di Fisiologia Clinica; **ISIB** - Istituto di Ingegneria Biomedica; **INN** - Istituto di Neurogenetica e Neurofarmacologia; **IBIM** - Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare Alberto Monroy; **ITOI** - Istituto per il Trapianto d'Organi e Immunologia.

### Istituti partecipanti alle attività

**IBB** - Istituto di Biostrutture e bio-immagini; **IASI** - Istituto per l'Analisi dei Sistemi e Informatica Antonio Ruberti; **IAC** - Istituto di Applicazioni di Calcolo Mauro Picone; **IMATI** - Istituto per la Matematica Applicata e le Tecnologie Informatiche; **IRPPS** - Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali; **ISTC** - Istituto di Scienze e Tecnologie Cognitive; **ISTEC** - Istituto di Scienza e Tecnologia della Ceramica.

### Principali collaborazioni

EMMA (Archivio database europeo delle mutazioni nei topi) finalizzato alla creazione di un magazzino biologico per simulazione delle malattie umane presso l'Istituto di Biologia Cellulare a Monterotondo.

Il DM collabora con l'Istituto Nazionale di Sanità (NIH) statunitense, con l'INSERM (Istituto Naziona-

le della Sanità e della ricerca medica) in Francia e l'IMI - Iniziativa di Medicina Innovativa, una collaborazione pan europea nel settore pubblico e privato tra personale, biofarmaceutica, ospedali, uffici decisionali, università e pazienti.

Il Dipartimento partecipa al progetto GENOMA CANADA.

Il DM intrattiene collaborazioni con aziende farmaceutiche, biomediche e biotecnologiche e detiene 220 brevetti.

Nel 2008 le sue pubblicazioni scientifiche sono state 705.

# Dipartimento Materiali e Dispositivi

Il Dipartimento Materiali e Dispositivi (DMD) svolge un ruolo di spicco a livello nazionale e internazionale nei campi della fisica applicata, della materia condensata e della scienza dei materiali. Gli obiettivi generali possono essere così riassunti: studio di funzionalità, processi e proprietà riconducibili agli stati condensati atomici

e molecolari; sviluppo della conoscenza fondamentale e dell'impiego tecnologico della materia; sinergia di discipline diverse (fisica, chimica, biologia e ingegneria) nei settori dei nano materiali e delle nanoscienze.

## I progetti

- Biofisica e materia soffice (soft matter)
- Sistemi e materiali complessi
- Ottica, fotonica e plasmii
- Materiali magnetici e superconduttori
- Microelettronica, sensori e microsistemi
- Nanoscienze e nanotecnologie
- Il DMD è capofila del Progetto interdipartimentale Fotonica 2015

## Istituti afferenti

**IAC** - Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone; **IBF** - Istituto di Biofisica; **ICIB** - Istituto di Cibernetica Edoardo Caianiello; **IFAC** - Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara; **IFN** - Istituto di Fotonica e Nanotecnologie; **IMIP** - Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi; **INO** - Istituto Nazionale di Ottica; **IOM** - Officina dei Materiali; **IMM** - Istituto per la Microelettronica e Microsistemi; **IPCF** - Istituto dei Processi Chimico-Fisici; **ISC** - Istituto dei Sistemi Complessi; **ISM** - Istituto di Struttura della Materia; **NANO** - Istituto di Nanoscienze; **SPIN** - Istituto Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi.

## Istituti partecipanti alle attività

**INEM** - Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo; **ISTI** - Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Informazione A. Faedo; **ISAC** - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima.

## Principali collaborazioni

Nano Sci - ERA (Ricerca di base su scala nanometrica) Programma ERA-net (6° Programma Quadro). Programma EUROCORES (ESF): FoNE, SONS, S3T, EuroQUAM, EuroQUASAR, FANAS.

RESEARCH NETWORKING PROGRAMMES (ESF): Arrays of Quantum Dots and Josephson Junctions - AQDJJ, Nanoscience and Engineering in Superconductivity - NES. Progetti vari con ESA, CNRS (Centre

National de la Recherche Scientifique), CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Max Planck e Deutsche Forschungsgemeinschaft, e con diversi Istituti in Canada, Israele, India, Giappone, Russia, USA, Cina e Taiwan. Institut Laue-Langevin (ILL) e European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble. ISIS (sorgente pulsata di neutroni e muoni), Rutherford Appleton Laboratory, Oxford. European Research Infrastructure Roadmap (ESFRI): ELI (Extreme Light Infrastructure), upgrade dell'ESRF, ESS (European Spallation Source), European XFEL, HIPER (High Power Laser for Energy Research), ILL 20/20, INSTRUMENT (Integrated Structural Biology Infrastructure), IRUVX-FEEL, PRINS (Pan-European Research Infrastructures for Nano-Structures).

La produzione scientifica del Dipartimento nel 2008 è stata di 2000 articoli pubblicati su riviste JCR.

Il DMD detiene 116 famiglie di brevetti e collabora con imprese tra le quali Finmeccanica (Alenia Aeronautica, Galileo Avionica, Selex Sistemi Integrati, ecc.) STMicroelectronics, Carlo Gavazzi Space, El. En.

Nel bando Efficienza Energetica (Industria 2015), 4 progetti con la partecipazione di istituti afferenti al DMD sono stati classificati tra i 30 migliori progetti di ricerca e sviluppo, ottenendo 60 milioni di euro di finanziamento.

Nel primo bando ERC (Starting Grants degli European Research Council) del 2007, quattro giovani ricercatori del Dipartimento sono stati insigniti dell'ambizioso premio per finanziare la propria ricerca di frontiera.

# Dipartimento Patrimonio Culturale

Le attività del Dipartimento Patrimonio Culturale (DPC) sono volte al miglioramento della conoscenza dei patrimoni italiano, europeo e mediterraneo e alla loro conservazione attraverso la gestione di progetti di ricerca nazionali e internazionali e la diffusione dei loro risultati di ricerca.

L'obiettivo è incrementare il valore del

patrimonio culturale, migliorandone la gestione. La strategia e la forza del DPC risiedono in un innovativo modello di rete scientifica in grado di stabilire fruttuose cooperazioni e sinergie fra le scienze umane e ingegneristiche e nell'esperienza e nelle capacità operative, conoscenze inseparabili ed entrambe necessarie alla ricerca nell'ambito del patrimonio culturale.

## I progetti

- I territori e gli insediamenti in Europa e nell'area Mediterranea
- Manufatti artigianali come prova materiale e storica dell'eredità culturale
- Diagnosi, intervento e conservazione del patrimonio culturale
- Creazione di un fabbisogno di patrimonio culturale
- Approfondimento e valorizzazione del patrimonio culturale
- Paesaggio culturale
- Culture e paesaggi (interdipartimentale, a guida del DPC)

## Istituti afferenti

**IBAM** - Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali; **ICEVO** - Istituto di Studi sulle Civiltà dell'Egeo e del vicino Oriente; **ICVBC** - Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali; **ISCIMA** - Istituto di Studi sulle Civiltà Italiane e del Mediterraneo Antico; **ITABC** - Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali.

## Istituti partecipanti alle attività

**CERIS** - Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo; **IAC** - Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone; **IBIMET** - Istituto di Biometeorologia; **ICAR** - Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni; **ICIB** - Istituto di Cibernetica Edoardo Caianiello; **ICIS** - Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici; **IDPA** - Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali; **IFAC** - Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara; **IFN** - Istituto di Fotonica e Nanotecnologie; **IGG** - Istituto di Geoscienze e Georisorse; **IIA** - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico; **ILC** - Istituto di Linguistica Computazionale Antonio Zampolli; **IM** - Istituto Motori; **IMAA** - Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale; **IMATI** - Istituto di Matematica

Applicata e Tecnologie Informatiche; **IMC** - Istituto di Metodologie Chimiche; **IPCF** - Istituto per i Processi Chimico-Fisici; **IRAT** - Istituto di Ricerche sulle Attività Terziarie; **ISAC** - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima; **ISC** - Istituto Sistemi Complessi; **ISEM** - Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea; **ISM** - Istituto di Struttura della Materia; **ISMAR** - Istituto di Scienze Marine; **ISO** - Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività; **ISSIA** - Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione; **ISSM** - Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo; **ISTC** - Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione; **ISTEC** - Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici; **ISTI** - Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione Alessandro Faedo; **ITC** - Istituto per le Tecnologie della Costruzione; **ITD** - Istituto per le Tecnologie Didattiche; **IVALSA** - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree.

## Principali collaborazioni

Il DPC partecipa a diversi progetti europei e collabora con numerosi Paesi europei (Grecia, Cipro).

Alcuni esempi di tecnologie studiate dal Dipartimento riguardano: i caratteri delle ceramiche archeologiche e architetture; la spettroscopia ad impedenza elettrochimica per il monitoraggio in situ della corrosività su superfici metalliche; il Field emission gun - microscopio ad elettroni per la scansione ambientale, spettroscopia a dispersione di energia - diffrazione elettronica retro diffusa per lo studio dei nano materiali.

IL DPC ha realizzato applicazioni di realtà virtuale al patrimonio culturale: modelli e sistemi online e offline tridimensionali; PIXE-ALPHA per l'analisi in situ di tipo quantitativo e non distruttivo di materiale inorganico.

# Dipartimento Progettazione Molecolare

Il Dipartimento Progettazione Molecolare (DPM) ha come obiettivo generale lo sviluppo, attraverso processi di sintesi chimica, di funzionalità innovative nei sistemi molecolari, macromolecolari e nei solidi a differente livello di organizzazione strutturale. Lo scopo è quello di contribuire all'innovazione in determinati campi quali la realizzazione di nuove molecole

con proprietà bio-farmaceutiche, prodotti e processi industriali a basso impatto ambientale e materiali innovativi per applicazioni funzionali e strutturali. Le attività del Dipartimento si articolano in tre grandi linee strategiche: 1. Energie Rinnovabili 2. Chimica Sostenibile 3. Tecnologie per la Nanomedicina.

## I progetti

- Progettazione di nuove molecole con proprietà biochimiche
- Polimeri e compositi a base polimerica
- Prodotti e processi per una Chimica Sostenibile
- Sistemi nano strutturati con proprietà elettroniche, fotoniche e magnetiche
- Progettazione di film sottili e superfici
- Tecnologie abilitanti nel Drug Discovery
- Modelling computazionale

## Istituti afferenti

**IBB** - Istituto di Biostrutture e Bioimmagini; **ICB** - Istituto di Chimica Biomolecolare; **ICCOM** - Istituto di Chimica dei Composti Organo-Metallici; **ICRM** - Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare; **ICTP** - Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri; **IC** - Istituto di Cristallografia; **ICIS** - Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici; **IMCB** - Istituto dei Materiali Compositi e Biomedici; **IMC** - Istituto di Metodologie Chimiche; **ISTM** - Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari; **ISOF** - Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività; **ISMN** - Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati; **ISMAC** - Istituto per lo Studio delle Macromolecole; **ITM** - Istituto di Tecnologia delle Membrane.

## Istituti partecipanti alle attività

**ITB** - Istituto di Tecnologie Biomediche; **IBP** - Istituto di Biochimica delle Proteine; **IBIM** - Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare Alberto Monroy; **IGB** - Istituto di Genetica e Biofisica Adriano Buzzati Traverso; **IGM** - Istituto di Genetica Molecolare; **IPCF** - Istituto per i Processi Chimico-Fisici.

## Principali collaborazioni

NOVELQ (Novel Processing Methods for the Production and Distribution of High-Quality and Safe

Foods); DISC REGENERATION (Novel Biofunctional high porous polymer scaffolds and techniques controlling angiogenesis for the regeneration and repair of the degenerated intervertebral disc); NANO-GLOWA (Nanostructured membranes against global warming); IDECAT; NANO-HOST; AQUACHEM; OLLA; OLAS; OFSPIN; MAGISTER; BIMORE; MAGMANET; NAIMO; MOLSPINQIP; EUROGLYCANET; NANOSPAD; BACABS; INSTRUC; PROMET; EU-VILLAGE; THETIS; ESF - EUROCORES; Sons 2.

## Altre Informazioni

Il DPM detiene 51 brevetti e collabora con numerose aziende tra cui FINMECCANICA ed ENI.

# Dipartimento Sistemi di Produzione

Il Dipartimento Sistemi di Produzione (DSP) rappresenta una peculiare iniziativa scientifica del CNR incentrata sugli sforzi coordinati di un numero significativo di

ricercatori afferenti a settori disciplinari diversi in tematiche di ricerca nell'ambito di processo e di prodotto industriale.

## I progetti

- Metodi e strumenti dei processi industriali high-tech
- Microsistemi embedded
- Robotica e sistemi di produzione integrati.
- Tecnologie sostenibili per la costruzione edile e civile
- Processo di realizzazione e gestione delle opere edili e civili
- Monitoraggio, controllo e sistemi di sicurezza nei contesti produttivi
- Sistemi per la movimentazione e produzione in ambienti non strutturati
- Prodotti industriali high-tech
- Funzionalizzazione di materiali e sensori per uso industriale
- Turismo: Sistema produttivo aperto (Progetto interdipartimentale diretto dal DSP)
- Componenti avanzati per la micro generazione di energia nel settore dell'edilizia civile (Progetto interdipartimentale diretto dal DSP)

## Istituti afferenti

**ITC** - Istituto per le Tecnologie della Costruzione; **ISTEC** - Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici; **IA** - Istituto di Acustica Orso Mario Corbino; **ITIA** - Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione; **ISSIA** - Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione; **IMEM** - Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo; **IMAMOTER** - Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra.

## Istituti partecipanti alle attività

**IVALSA** - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree; **ISMAC** - Istituto per lo Studio delle Macromolecole; **ITM** - Istituto per la Tecnologia delle Membrane; **IAC** - Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone; **IFAC** - Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara; **ISTC** - Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione; **IMATI** - Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche; **IMCB** - Istituto dei Materiali Compositi e Biomedicali.

## Principali collaborazioni

Il DSP partecipa alla definizione e realizzazione di interfacce hardware/software per intercomunicazione tra sistemi di controllo basati su PLC e sistemi di simulazione basati su PC, per la progettazione assistita di algoritmi di controllo (EU VI PQ, progetto RIMALCS).

Il Dipartimento progetta e sviluppa ambienti di configurazione di sistemi IEC 61499 standard di controllo basati su PC industriale (Progetto EU VI PQ CEC Shoe).

Progetto europeo ROM - Rete ottica nei Paesi del Mediterraneo (EUR INTERREG MEDOCC).

A livello nazionale le relazioni del DSP con le Regioni si sono concretizzate con l'approvazione di 3 progetti:

- Progetto pilota per il trasferimento tecnologico diretto allo sviluppo e alla creazione di imprese ad alto contenuto innovativo nel settore dell'edilizia e del ciclo di costruzione nella Regione Calabria
- Nuovi strumenti e tecnologie per l'efficienza energetica e utilizzo di risorse rinnovabili in usi civili nella regione Lombardia
- Processi high-tech e prodotti user-oriented per la competitività dell'industria manifatturiera lombarda, Regione Lombardia

A livello europeo il Dipartimento partecipa alle piattaforme tecnologiche europee e nella implementazione di piattaforme nazionali su future tecnologie di produzione: MANUFUTURE, ECPT, European Construction Platform on Technology.

# Dipartimento Scienze della Vita

Il Dipartimento di Scienze della Vita (DSV) abbraccia tutte quelle branche della ricerca riguardanti i meccanismi fondamentali che governano la vita degli organismi. DSV sostiene la ricerca sul genoma umano, sui modelli genomici e su tutti gli aspetti genetici, di biochimica

di base e di biologia cellulare relativi alla salute e alle malattie, incluso il trasferimento di conoscenze alle politiche e alle pratiche sanitarie con le relative implicazioni sociali dovute alle nuove scoperte in campo genetico.

## I progetti

- Funzione, regolazione ed evoluzione del genoma degli eucarioti
- Struttura, funzione e forma delle proteine, degli acidi nucleici e dei loro complessi sovramolecolari
- Meccanismi molecolari e meccanismi di signaling nel controllo della proliferazione, differenziazione e morte cellulare
- Modelli animali in fisiopatologia e comportamentistica
- Biodiversità e meccanismi di adattamento agli stress
- Bioinformatica e Biologia Computazionale
- Biodiversità Molecolare (Interdipartimentale - a guida del DSV)

## Istituti afferenti

**IBP** - Istituto di Biochimica delle Proteine; **IBPM** - Istituto di Biologia e Patologia Molecolare; **IBBE** - Istituto di Biomembrane e Bioenergetica; **IEOS** - Istituto di Endocrinologia e Oncologia Sperimentale Gaetano Salvatore; **IGB** - Istituto di Genetica e Biofisica Adriano Buzzati Traverso; **IGP** - Istituto di Genetica delle Popolazioni.

## Istituti partecipanti alle attività

**IAC** - Istituto di Applicazioni al Calcolo Mario Picone; **IBC** - Istituto di Biologia Cellulare; **IBIM** - Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare Alberto Monroy; **IGM** - Istituto di Genetica Molecolare; **IN** - Istituto di Neuroscienze; **INMM** - Istituto di Neuroscienze e Medicina Molecolare; **ISMAC** - Istituto di Studi Macromolecolari; **ISTC** - Istituto di Scienze e Tecnologie Cognitive; **ITB** - Istituto di Tecnologie Biomediche.

## Principali collaborazioni

Memorandum di understanding tra Genome Canada e CNR; LIFEWATCH; IMI - Innovative Medicine Initiative; INSERM - Institut National de la Santé et

de la Recherche Médicale (France); ELIXIR - European Life Sciences Infrastructure for Biological Information; ERA INSTRUMENTS - Fondi Infrastrutturali per le Scienze della Vita; CENTROSOME CONTROL - Studio della maturazione dei centrosomi come processo cruciale tra i checkpoints G2 e gli ingressi mitotici nelle cellule dei mammiferi; EMIL - European Molecular Imaging Laboratories; INTEGRAL - Training europeo intensivo per le attività di ricerca genomica sui legumi; CANCERDEGRADOME - Proteasi extracellulare e degradomi del cancro: markers diagnostici innovativi, agenti di imaging tumorale e targets terapeutici; VASOPLUS - Placental Growth Factor (PIGF): nuove applicazioni diagnostiche e terapeutiche per malattie cardiovascolari; GAZLEN: Global Allergy and asthma European Network ; MUVAPRED - Vaccini mucosali per le malattie della povertà; MARINE GENOMICS - Implementazione di approcci genomici per l'analisi degli ecosistemi marini e la biologia degli organismi marini; BIOMINTEC - Biomineralizzazione quale formazione di minerali dalle cellule vive e dagli organismi; LeptinMS - Leptina, stato metabolico e cellule T regolatrici naturali: basi cellulari e molecolari per un nuovo intervento immune nell'autoimmunità; EUROCORES - EUROMEMBRANE - Membrane Architecture and Dynamics RNA QUALITY.

Il DSV detiene 19 brevetti italiani, di cui 14 con estensione internazionale.

Il Dipartimento partecipa inoltre a diversi consorzi tra cui: Shar.dna.S.p.A.; Constem - Consorzio per la ricerca sulle cellule staminali; Gear - Genomics for applied research Scarl; BIOTEKNET S.C.p.A. Centro Regionale di Competenza in Biotecnologie Industriali; Bio.for.me Foundation.

# Dipartimento Terra e Ambiente

Le ricerche del Dipartimento Terra e Ambiente (DTA) sono indirizzate a incrementare la conoscenza in numerosi ambiti di competenza. Tra questi, la struttura del pianeta, le dinamiche

planetarie attraverso lo studio degli scambi energetici tra i vari componenti della Terra e degli effetti sulle dinamiche terrestri; l'ecologia e il metabolismo del pianeta.

## I progetti

- Sistema Terra: interazioni tra struttura solida, oceani, acque interne, atmosfera e biosfera
- Cambiamenti globali
- Qualità dei sistemi ambientali
- Sostenibilità dei sistemi terrestri e acquatici
- Rischio naturale e antropico
- Osservazioni della Terra
- Controllo dell'inquinamento e recupero ambientale
- Salute e ambiente (progetto interdipartimentale, diretto da DTA)
- GIIDA, Gestione Integrata e Interoperativa dei Dati Ambientali (progetto interdipartimentale, diretto dal DTA)

## Istituti afferenti

**IAMC** - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero; **IBAF** - Istituto di Biologia Agro-Ambientale e Forestale; **IDPA** - Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali; **IGAG** - Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria; **IGG** - Istituto di Geoscienze e Georisorse; **IIA** - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico; **IMAA** - Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale; **IRPI** - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica; **IRSA** - Istituto di Ricerca sulle Acque; **ISAC** - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima; **ISE** - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi; **ISMAR** - Istituto di Scienze Marine; **IVALSA** - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree.

## Istituti partecipanti alle attività

**CERIS** - Istituto di Ricerca sull'Impresa e Sviluppo  
**IA** - Istituto di Acustica; **IAC** - Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone; **IBF** - Istituto di Biofisica; **IBIMET** - Istituto di Biometeorologia; **IBIM** - Istituto di Biomedicina e di Immunologia Molecolare Alberto Monroy; **IBP** - Istituto di Biochimica delle Proteine; **ICIS** - Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici; **ICRM** - Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare; **IFAC** - Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara; **IGV** - Istituto di Genetica Vegetale; **IMATI** - Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie

Informatiche; **IMC** - Istituto di Metodologie Chimiche; **IREA** - Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente; **ISAFoM** - Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo; **ISSIA** - Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione.

## Principali collaborazioni

Lunghissimo l'elenco delle collaborazioni. Tra questi: ACCENT (Atmospheric Composition Change the European Network of Excellence); ACQWA (Valutazione dei cambiamenti climatici e impatto sulla quantità e qualità dell'aria); CIRCE (Ricerca sui cambiamenti climatici e impatto ambientale: il Mediterraneo); EARLINET (European Aerosol Research Lidar Network); ERA-EnvHealth (ERANET per coordinamento dei programmi di ricerca ambientale e sulla salute); EURO-SITES (Integrazione e rilancio degli osservatori oceanografici di profondità con ruolo chiave in Europa); EUSAAR (Supersites europei per la ricerca dell'aerosol atmosferico); INFRAPO-LAR (Infrastrutture Polari Europee); INNOWATECH (tecnologie integrate e di innovazione nello studio del trattamento delle acque reflue); MODEL-PROBE (Mappatura di larga scala e caratterizzazione dei livelli di inquinamento nell'aria nelle mega città e dell'impatto a livello regionale della qualità dell'aria e del clima); NEAREST (Osservazioni integrate da fonti di onde anomale nelle vicinanze della costa); PER-BIOF (Nuova tecnologia per il trattamento di acque reflue civili e industriali con basso impatto ambientale); TeaCH (Tecnologie per la diagnosi dell'impatto dell'inquinamento nell'aria sul patrimonio artistico e culturale).

## Altre informazioni

Il DTA è nella Rete di ricerca polare ([www.polar-net.cnr.it](http://www.polar-net.cnr.it)) con le basi polari Dirigibile Italia a Ny Alesund, Isole Svalbard, e Concordia in Antartide.

Il Dipartimento detiene oltre 30 brevetti.

# **Gli Istituti**



## Istituto di Acustica e Sensoristica «Orso Mario Corbino» • IDASC

**Sito web:** [www.idasc.rm.cnr.it](http://www.idasc.rm.cnr.it) **E-mail dell'Istituto:** [idasc@cnr.it](mailto:idasc@cnr.it) **Telefono:** 06 49934482 **Fax:** 06 20660061 **Indirizzo:** Via del Fosso del Cavaliere, 100 - Area della Ricerca Roma 2, Tor Vergata; 00133 Roma **Direttore:** Claudio Rafanelli  
**E-mail:** [segreteria@idasc.cnr.it](mailto:segreteria@idasc.cnr.it); [direzione@idasc.cnr.it](mailto:direzione@idasc.cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.idasc@pec.cnr.it](mailto:direttore.idasc@pec.cnr.it)

L'IDASC (Istituto di Acustica e Sensoristica Orso Mario Corbino) costituisce il riferimento nazionale e internazionale per la disciplina dell'acustica, coinvolta in numerosi aspetti dello sviluppo scientifico, tecnologico, economico e sociale dei vari Paesi.

Inoltre, l'Istituto è sede legale dell'Associazione Italiana di Acustica (AIA), che raccoglie la comunità scientifica degli acustici italiani. L'IA opera nei settori della scienza e della tecnologia per lo sviluppo di nuovi dispositivi acusto-elettronici e acusto-ottici per il trattamento di segnali elettrici, di trasduttori e, recentemente, è entrato a far parte del Laboratorio SENSOR per le applicazioni avanzate nel campo dell'ICT, della medicina (biosensori di DNA), delle na-

notecnologie (celle solari di terza generazione, nanowire electronics, dell'agroalimentare (naso elettronico EOS), dei beni culturali, dell'ambiente e della sicurezza (rilevazione del rumore, geoaustica, acustica subacquea), dell'Hi-Fi. Inoltre, all'interno dell'Istituto, è attivo il Centro di Taratura accreditato SIT n. 194, per la taratura di idrofoni di misura nella gamma di frequenze da 5 kHz a 300 kHz. L'IA svolge una consolidata attività di trasferimento tecnologico e di ricerca scientifica e industriale, supportata da progetti comuni con la Commissione Europea, alcuni Ministeri (Economia e Finanze, Ambiente), Regioni, Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, Aeronautica Militare Italiana, Enti e Università italiane ed estere.



## Istituto per l'Ambiente Marino Costiero IAMC

**Sito web:** [www.cnr.it/istituti/DatiGenerali.html?cds=002](http://www.cnr.it/istituti/DatiGenerali.html?cds=002) **E-mail dell'istituto:** [iamc@cnr.it](mailto:iamc@cnr.it) **Telefono:** 081 5423804 **Fax:** 081 5423887  
**Indirizzo:** Calata Porta di Massa - Porto di Napoli; 80133 Napoli **Direttore:** Mazzola Salvatore **E-mail:** [direttore.iamc@cnr.it](mailto:direttore.iamc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iamc@pec.cnr.it](mailto:direttore.iamc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Oristano, Taranto, Messina, Mazara del Vallo (TP) e Capo Granitola (TP)

L'IAMC (Istituto per l'Ambiente Marino Costiero) si occupa di tematiche inerenti l'ambiente marino, ponendo particolare attenzione agli aspetti geologici, chimici, fisici e biologici. Le aree di interesse scientifico rientrano nello studio della geologia e geofisica marina (morfobatimetria, stratigrafia e assetto tettonico dei fondi marini, risorse e rischi, paleo clima); della biodiversità degli ecosistemi marini e dei cicli biogeochimici, analizzando le fasce costiere e la tolleranza del sistema marino alle perturbazioni naturali e antropiche; delle risorse biologiche (pesca e acquacoltura); dell'oceanografia pre-operativa ed ecologica dei sistemi sensoriali e delle future condizioni dell'ecosistema marino; dell'ecologia degli ecosistemi costieri. Le attività

di ricerca vengono svolte anche grazie all'esistenza di numerosi laboratori e imbarcazioni, modernamente attrezzati con strumentazione avanzata per la ricerca a mare.

L'IAMC, inoltre, analizza la documentazione dei maggiori eventi catastrofici di epoca storica (alluvioni, tempeste), opera nel settore strategico della cartografia dei fondi marini costieri in zone sensibili (aree portuali, parchi marini) e partecipa a progetti finanziati da Ministeri ed Enti pubblici, impiegando moderne tecnologie marine e banche dati. I principali scambi scientifici intercorrono con Ministeri, Regioni, ARPA, APAT, Servizio Sismico Nazionale, Università italiane e straniere, Telespazio, ENEA, INGV, Staz. Zoologica Anton Dohrn, CNRS.



## Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale IBAF

**Sito web:** [www.ibaf.cnr.it](http://www.ibaf.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [ibaf@cnr.it](mailto:ibaf@cnr.it) **Telefono:** 0763 374911 **Fax:** 0763 374980 **Indirizzo:** Via Guglielmo Marconi, 2 - Villa Paolina; 05010 Porano (TR) **Direttore:** Brugnoli Enrico **E-mail:** [direttore.ibaf@cnr.it](mailto:direttore.ibaf@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibaf@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibaf@pec.cnr.it) **Sezioni:** Monterotondo (RM), Legnaro (PD)

Le attività dell'IBAF (Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale) sono finalizzate allo studio delle risposte ecofisiologiche ed evolutive di piante e sistemi agricoli e forestali ai fattori dell'ambiente, con particolare attenzione agli stress abiotici, ai cambiamenti climatici e ai fattori d'inquinamento e degrado ambientale. L'Istituto ha sviluppato competenze in vari settori (scienze agrarie e forestali, biologia, genetica molecolare, fisiologia ed ecofisiologia vegetali) e utilizza un approccio integrato per il miglioramento dell'ambiente, con tecnologie sostenibili e piante e organismi utili. Con particolare attenzione nello studio della fotosintesi, della microbiologia e della scienza del suolo, la biochimica dei fitofarmaci e la maler-

biologia, l'IBAF svolge ricerca per la valorizzazione delle bio-risorse, anche a fini alimentari; la mitigazione dei cambiamenti globali; la conservazione della biodiversità; il disinquinamento e recupero ambientale e la produzione di biomasse e biocombustibili per l'energia e l'industria. Tra le collaborazioni consolidate vi sono quelle con Ministeri (Ambiente, Politiche Agricole Alimentari e Forestali, MIUR, Sviluppo Economico), Regioni, Enti locali, industria, Università e centri di ricerca (Max Planck Institute for Biogeochemistry in Germania, Research School of Biological Science di Canberra, University of Wisconsin, Plant Research International in Olanda, Weizmann Institute of Science di Israele, INRA, University of Cambridge).



## Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica «Antonio Ruberti» • IASI

**Sito web:** [www.iasi.cnr.it](http://www.iasi.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [iasi@cnr.it](mailto:iasi@cnr.it) **Telefono:** 06 77161 **Fax:** 06 7716461 **Indirizzo:** Viale Manzoni, 30; 00185 Roma **Direttore:** Bertolazzi Paola **E-mail:** [direttore.iasi@cnr.it](mailto:direttore.iasi@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iasi@pec.cnr.it](mailto:direttore.iasi@pec.cnr.it)

L'Istituto di Analisi dei Sistemi e Informatica Antonio Ruberti (IASI) studia come rappresentare, con il linguaggio logico matematico e comportamenti e funzionamenti dei sistemi complessi, sia ciò che riguarda biologia, fisica e medicina, sia economia e ingegneria. I modelli matematici vengono impiegati per simulare e ottimizzare i sistemi attraverso algoritmi e programmi di calcolo efficienti, che permettono sperimentazioni in silicio, previsioni e individuazione di strategie. In biologia e medicina questo approccio si traduce nella ricerca traslazionale, per esempio gli studi sulla fisiopatologia del paziente traumatizzato grave, ma anche nei modelli per simulare gli effetti del trattamento di cura nei tumori. Nel settore ambiente e lavoro, invece, lo IASI studia

rappresentazioni per la stima della dose di esposizione ad agenti ambientali. Un secondo tema portante dell'attività di ricerca riguarda lo studio delle metodologie e tecnologie informatiche per la gestione della conoscenza nei sistemi informativi di organizzazioni pubbliche e aziende private, in sinergia con le nuove tecnologie Internet (Internet del futuro). Infine lo IASI si occupa anche di trasporti: ha elaborato un sistema di controllo del traffico urbano mediante tecniche avanzate di programmazione logica. Numerose e prestigiose le collaborazioni, tra cui il National Institute for Occupational Safety and Health USA; l'ISS e l'IEO in Italia, diversi atenei e importanti aziende come Consorzio START (Finmeccanica), TXT e-solutions, IBM Italia, Telecom Italia, FIAT, Agip Petroli.



## Istituto per le Applicazioni del Calcolo «Mauro Picone» • IAC

**Sito web:** [www.iac.cnr.it](http://www.iac.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [iac@cnr.it](mailto:iac@cnr.it) **Telefono:** 06 49270921 **Fax:** 06 4404306 **Indirizzo:** Via dei Taurini, 19; 00185 Roma **Direttore:** Bertsch Michiel **E-mail:** [direttore.iac@cnr.it](mailto:direttore.iac@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iac@pec.cnr.it](mailto:direttore.iac@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bari, Firenze, Napoli

L'Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone (IAC), fondato nel 1927, è il più antico centro di ricerca mondiale completamente dedicato alla matematica applicata, e il maggiore in Italia. La sua missione consiste nello sviluppo avanzato di nuovi modelli e metodi di matematici, statistici e computazionali, ossia di strumenti che giocano un ruolo decisamente strategico in un'epoca in cui la matematica è ormai indispensabile per la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica.

Tra i principali settori di competenza vi sono la modellistica differenziale, la fluidodinamica, la teoria del controllo, la statistica e la probabilità, il calcolo scientifico e l'informatica. Inoltre, tra le più promettenti linee di ricerca si annove-

ra il trattamento delle immagini (biomedicina, telerilevamento, beni culturali), le applicazioni di modelli matematici alla biologia (simulazione dell'organismo in presenza di virus o tumori, analisi di dati in genetica, modelli per le cellule staminali), la gestione ottimale delle emissioni dei titoli di stato, la modellistica del traffico urbano, i fluidi complessi.

Le collaborazioni dell'IAC comprendono i Ministeri dell'Economia e delle Finanze e dello Sviluppo Economico, l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro di Roma, numerose università italiane e straniere, diversi centri di ricerca in Italia e all'estero e le aziende Selex Communications, Atac e Orto Telematics.



## Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali IBAM

**Sito web:** [www.ibam.cnr.it](http://www.ibam.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibam@cnr.it](mailto:ibam@cnr.it) **Telefono:** 0832 422200 **Fax:** 0832 422225 **Indirizzo:** Prov. le Lecce-Monteroni - Campus Universitario; 73100 Lecce **Direttore:** D' Andria Francesco **E-mail:** [direttore.ibam@cnr.it](mailto:direttore.ibam@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibam@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibam@pec.cnr.it) **Sezioni:** Potenza, Catania

L'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM) svolge attività di ricerca, valorizzazione, trasferimento tecnologico e formazione nei campi delle metodologie innovative per la conoscenza dei paesaggi antichi; degli approcci multidisciplinari integrati per l'analisi dei manufatti antichi; dei metodi per la diagnostica finalizzata alla conservazione del patrimonio architettonico e archeologico nel bacino del Mediterraneo e, infine, delle metodologie finalizzate alla conoscenza, alla diagnosi e all'intervento per la conservazione, il restauro e la presentazione del patrimonio archeologico e monumentale. Per questa attività di ricerca l'IBAM si avvale di archeologi, architetti, geologi, ingegneri e informatici ed è dotato di una strumentazione di punta avanzata nei vari set-

tori della ricerca e dello studio applicati ai Beni Culturali. Lunghissimo l'elenco delle collaborazioni, che spazia da numerosi atenei italiani e stranieri a ministeri e istituzioni.

Tra tutti: Ministero degli Affari esteri italiano; Soprintendenza Archeologica dell'Etruria meridionale; Society for the Study of the Crusades and the Latin East di Londra; Istituto di Documentazione Storica dell'Universidade do Porto (Portogallo); Ministero di Cultura e Turismo di Turchia; Foundation of the Hellenic World (Grecia); Université della Picardie Jules Verne (Francia); CISIC-IGE di Madrid; Scottish University; Environmental Research Centre di Glasgow; Istituto Svedese di Studi Classici.



## Istituto di Biochimica delle Proteine IBP

**Sito web:** [www.ibp.cnr.it](http://www.ibp.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibp@cnr.it](mailto:ibp@cnr.it) **Telefono:** 081 6132273 - 081 6132536 **Fax:** 081 6132277  
**Indirizzo:** Via Pietro Castellino n. 111; 80131 Napoli **Direttore:** Daniela Corda **E-mail:** [direttore.ibp@cnr.it](mailto:direttore.ibp@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibp@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibp@pec.cnr.it)

L'IBP (Istituto di Biochimica delle Proteine) di Napoli si occupa di biomedicina avvalendosi della propria esperienza nello studio dei rapporti fra struttura e funzione di proteine ed enzimi e nella caratterizzazione e applicazione biotecnologica di proteine di organismi estremofili. Gli approcci sperimentali vanno dalla biochimica di base ed enzimologia, alla microbiologia, biologia cellulare e molecolare, microscopia avanzata, bioinformatica, genetica con applicazioni nelle biotecnologie, farmacologia e nanotecnologie.

Tra gli altri ambiti di ricerca, l'osservazione di nuovi bersagli farmacologici per lo sviluppo di approcci terapeutici innovativi è alla base dei numerosi progetti che l'IBP ha con l'industria in ambito biotecnologico e biomedico e della sua

partecipazione al Consorzio Biology for Medicine (Bio.for.me). Lunghissimo infine l'elenco delle collaborazioni con centri di ricerca nazionali ed internazionali di eccellenza.

Tra questi spiccano la Yale University, la Northeastern University, l'Oregon Health and Science University, l'University of Illinois, i National Institutes of Health di Rockville e la Columbia University (USA); l'Hiroshima University, la Kyoto University e il Tokyo Metropolitan Institute of Medical Science (Giappone); la Medical University of Vienna; la Bulgarian Academy of Sciences; l'University of Tromsø (Norvegia); l'AFMB CNRS UMR6098 France; l'Imperial College di Londra e la Synthetic Genomics Inc.



## Istituto di Biofisica IBF

**Sito web:** [www.ibf.cnr.it](http://www.ibf.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibf@cnr.it](mailto:ibf@cnr.it) **Telefono:** 010 6475577 **Indirizzo:** Via De Marini, 6 - Torre di Francia, 16149 Genova **Direttore:** Gambale Franco **E-mail:** [direttore.ibf@cnr.it](mailto:direttore.ibf@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibf@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibf@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano, Palermo Trento, Pisa

L'IBF (Istituto di Biofisica) svolge ricerca sulla struttura e sui meccanismi funzionali dei sistemi biologici nei settori della biologia molecolare, della bioenergetica, della fisica, della biochimica, della biologia molecolare, della genetica, della fisiologia e della bioinformatica. Le ricerche coprono argomenti complementari (proteine, acidi nucleici, strutture sopramolecolari, cellule nervose, piante superiori, microrganismi, cellule in coltura) e sono effettuate con metodologie e strumentazioni innovative, seguendo un approccio integrato e multidisciplinare che supera la lettura puramente descrittiva dei processi biologici.

L'Istituto realizza prodotti applicativi (bio-dispositivi, bio-sensori) e sviluppa processi innovativi per i test di biocompatibilità, lo screening

dei farmaci, l'acquisizione dei segnali biomedici, il monitoraggio di impatto biologico ambientale. L'IBF collabora a livello nazionale e internazionale con numerose università (Genova, Bologna, Trento, Milano, Napoli, Palermo, Potenza, Strasburgo, Zurigo, Losanna, Avana, Sheffield, Berkeley, Yale, Pittsburgh, Sendai, Buenos Aires), centri di ricerca (Ist. Giannina Gaslini, Ist. Agrario S. Michele all'Adige, Inst. du Sciences du vegetal di Parigi, Inst. de biotecnologia di Cuernavaca, National Institute for Medical Research di Londra, Russian Academy of Sciences, ESRF in Francia, Neuroscience Center of Excellence di New Orleans, Centre de Recherche sur l'énergie nucléaire - CEA) e, infine, enti privati e aziende (STMicroelectronics, Bionat Italia SrL, Medtronic Italia, Industriale UNIMI).



## Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare IBFM

**Sito web:** [www.ibfm.cnr.it](http://www.ibfm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibfm@cnr.it](mailto:ibfm@cnr.it) **Telefono:** 02 21717514 **Fax:** 02 21717558 **Indirizzo:** Via Fratelli Cervi, 93 c/o Lab. Interdisciplinare di Tecnologie Avanzate; 20090 Segrate **Direttore:** Gilardi Maria Carla **E-mail:** [direttore.ibfm@cnr.it](mailto:direttore.ibfm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibfm@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibfm@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova

**O**biiettivo dell'IBFM (Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare) è lo studio dei meccanismi di fisiologia e patogenesi, dal livello molecolare al livello d'organo, effettuato utilizzando diverse tecnologie tra cui, principalmente, quelle di imaging e diagnostica molecolare, fisiologia sistemica muscolare e neurodinamica. Le attività dell'Istituto sono contraddistinte da un approccio interdisciplinare, strumentale e traslazionale caratterizzato dall'uso e integrazione di tecnologie innovative e dal trasferimento informativo tra attività pre-clinica e clinica.

Tra i settori di indagine scientifica dell'IBFM, si identificano tre aree essenziali di sviluppo: bioimmagini, per la messa a punto e applicazione

in vivo di metodi per l'imaging molecolare nei campi della medicina, fisiopatologia, diagnostica; fisiologia e fisiopatologia dell'esercizio, per lo studio degli effetti dell'ipossia, sulle risposte metaboliche e cardiovascolari e sulle patologie in caso di obesità; neurofisiologia e neurofisiopatologia, con ricerche sull'acquisizione e analisi di eventi e meccanismi neurali complessi (neuronal e di network) in differenti condizioni sperimentali sia nell'animale che nell'uomo. L'IBFM collabora in Italia con le Università di Milano e di Genova, con il Politecnico e la Fondazione Centro S. Raffaele del Monte Tabor di Milano e la Fondazione Istituto San Raffaele G. Giglio di Cefalù. All'estero con numerosi atenei in Europa e negli Usa, oltre a diversi centri di ricerca.



## Istituto di Biologia Cellulare IBC

**Sito web:** [www.emma.cnr.it/CNR-IBC-Inst.html](http://www.emma.cnr.it/CNR-IBC-Inst.html) **E mail dell'istituto:** [emma@cnr.it](mailto:emma@cnr.it) **Telefono:** 06 90091207 **Fax:** 06 90091261 **Indirizzo:** Via E. Ramarini, 32 c/o Campus A. Buzzati-Traverso; 00015 Monterotondo Scalo (RM) **Direttore:** Alema' Stefano **E-mail:** [direttore.ibc@cnr.it](mailto:direttore.ibc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibc@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibc@pec.cnr.it)

**L**e attività di ricerca dell'IBC (l'Istituto di Biologia Cellulare A. Buzzati-Traverso) comprendono le aree della genomica funzionale, della biologia molecolare, della logica di costruzione e funzionamento degli organismi complessi e dei rapporti parassita-ospite nelle malattie tropicali. L'Istituto, che si trova a Monterotondo (Rm), svolge attività scientifica avanzata e coordina l'infrastruttura in rete EMMA (European Mouse Mutant Archive) per la produzione, crioconservazione, distribuzione ed analisi fenotipica su larga scala di ceppi murini mutanti, e per i modelli di malattie umane.

Altro settore di indagine riguarda lo studio dei meccanismi molecolari e cellulari durante la proliferazione cellulare, e il differenziamento e

la morte cellulare con l'obiettivo di identificare agenti terapeutici selettivi nel campo delle malattie oncologiche e degenerative. Infine, l'IBC svolge ricerca sui molteplici aspetti delle malattie tropicali e sull'analisi di nuovi farmaci e vaccini. In particolare, contro la Schistosomiasi. L'Istituto partecipa a Consorzi, Reti d'eccellenza ed Azioni di Coordinamento dell'Unione Europea (EMMAworks-EMMAinf, EURASNET, MUGEN, EUCOMM, PRIME, EUMORPHIA-EUMODIC, CASIMIR; EMMAservice, PHENOSCALE), è membro fondatore di FIMRe (Federation of International Mouse Resources) e collabora con l'EMBL-Mouse Biology Programme, l'ICGEB Research Unit, l'università di Cambridge, il Karolinska Institutet e il Jackson Laboratory.



## Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria IBBA

**Sito web:** [www.ibba.cnr.it](http://www.ibba.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibba@cnr.it](mailto:ibba@cnr.it) **Telefono:** 02 23699430 **Fax:** 02 23699411 **Indirizzo:** Via Edoardo Bassini, 15 - CNR - Area della Ricerca Milano 1; 20133 Milano **Direttore:** Bollini Roberto **E-mail:** direttore.  
[ibba@cnr.it](mailto:ibba@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibba@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibba@pec.cnr.it) **Sezioni:** Montelibretti (RM), Pisa, Lodi

**L**e attività di ricerca condotte dall'IBBA (l'Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria) hanno come obiettivo primario l'approfondimento e la diffusione delle conoscenze nel settore dell'agraria. Gli studi sulle basi molecolari che regolano il funzionamento dei sistemi biologici vegetale, animale e microbico, condotti a diversi livelli di organizzazione (cellula, organismo), sono il presupposto per la valorizzazione della biodiversità nonché per lo sviluppo di tutte le applicazioni genetiche, tecnologiche e biotecnologiche in campo agrario.

Inoltre, l'IBBA ha recentemente esteso le proprie ricerche anche ai settori della bioinformatica, delle nanotecnologie, del bio-farming e della bioenergia, a cui sono dedicate molte

attività di formazione per i giovani ricercatori. L'Istituto, con sede a Milano e sedi distaccate a Roma e Pisa, è riconosciuto a livello internazionale e ha attivato numerose collaborazioni di prestigio, tra cui quelle con l'Agricultural Research Council, il Council of Scientific and Industrial Research in India, il Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, la University of Potsdam in Germania e il Republican Scientific Production Center for Decorative Gardening and Forestry in Uzbekistan, numerose università straniere (Heidelberg, Leeds, California, Glasgow, Copenhagen). Altrettanto lungo l'elenco degli atenei e dei centri di ricerca italiani (Milano, Bologna, Firenze, Pisa, Parco Tecnologico Padano).



## Istituto di Biologia e Patologia Molecolari IBPM

**Sito web:** [www.ibpm.cnr.it](http://www.ibpm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibpm@cnr.it](mailto:ibpm@cnr.it) **Telefono:** 06 49910877 **Fax:** 06 4440062 **Indirizzo:** Piazzale Aldo Moro, 5 - c/o Dipartimento di Scienze Biochimiche «A.Rossi Fanelli», Università La Sapienza; 00185 Roma **Direttore:** Ruberti Ida **E-mail:** [direttore.ibpm@cnr.it](mailto:direttore.ibpm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibpm@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibpm@pec.cnr.it)

**L'**attività dell'IBPM (Istituto di Biologia e Patologia Molecolari) si inquadra all'interno della biologia di base moderna e affronta i problemi biologici fondamentali utilizzando metodologie ed approcci fra loro complementari. Gli studi di biologia strutturale permettono di comprendere funzione, meccanismi di controllo e dinamica delle proteine (regolazione della trascrizione, degradazione e turn-over delle biomolecole e trasduzione del segnale), mentre quelli genetico-molecolari definiscono la rete di interazioni alla base di processi complessi (sviluppo, differenziamento e controllo del ciclo cellulare).

L'Istituto ha conseguito importanti risultati nello studio della struttura e funzione di acidi

nucleici e proteine, nella dinamica e riconoscimento di proteine, nei meccanismi di regolazione dell'espressione genica, nel controllo del differenziamento e della divisione cellulare. Strategica è la localizzazione di gran parte dell'IBPM all'interno dell'Università di Roma Sapienza, e molto attiva la collaborazione con i vari dipartimenti. Sono numerosi i progetti anche con altri atenei italiani (Bologna, Milano, Torino, Pavia, Parma) e centri di ricerca e università stranieri (CNRS, Georgia Tech Institute of Technology, National Institutes of Health, Stanford University, Oxford University, Cambridge University, Accademia delle Scienze di S. Pietroburgo, International Agency for Research on Cancer (IARC), Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC).



## Istituto di Biomedicina e di Immunologia Molecolare «Alberto Monroy» • IBIM

**Sito web:** [www.ibim.cnr.it](http://www.ibim.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibim@cnr.it](mailto:ibim@cnr.it) **Telefono:** 091 6809194 **Fax:** 091 6809122 **Indirizzo:** Via Ugo La Malfa, 153 - Area della Ricerca CNR - Palermo; 90146 Palermo **Direttore:** Giovanni Viegi **E-mail:** [direttore.ibim@cnr.it](mailto:direttore.ibim@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibim@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibim@pec.cnr.it) **Sezioni:** Reggio Calabria

L'attività scientifica dell'IBIM (Istituto di Biomedicina e di Immunologia Molecolare Alberto Monroy) è compresa in aree di ricerca a carattere interdisciplinare nei settori della fisiopatologia e clinica dell'apparato cardiorespiratorio; dell'epidemiologia, biologia e clinica della patologia bronco-polmonare; della compatibilità tissutale nei trapianti di organo e analisi di modelli sperimentali di trapianto; dello studio molecolare, cellulare e morfologico nelle prime fasi dello sviluppo embrionale. L'IBIM svolge ricerca anche sul differenziamento e sui processi degenerativi di cellule eucariotiche, sulle proteine implicate nelle patologie immunologiche e allergiche, sull'epidemiologia, fisiopatologia e clinica dell'insufficienza renale e della

ipertensione arteriosa.

L'istituto collabora a livello nazionale ed internazionale con varie Università, ospedali, istituti specializzati e centri di ricerca tra cui si annoverano la Scuola Superiore S. Anna di Pisa, l'Istituto Nazionale di Malattie Infettive L. Spallanzani di Roma, il San Raffaele e l'Istituto di Ricerche Farmacologiche M. Negri a Milano, l'AMIA, l'ARPA Sicilia, l'University of Leiden, la Stockholm University, l'Istituto di Ricerche in Biomedicina di Bellinzona, il King's College di Londra, la University of Southampton, la BIO-MAY SpA di Vienna, INSERM, il CNRS Bordeaux, il National Centre for Marine Research di Atene, l'Institute of Oceanography di Israele e l'Albert Einstein College of Medicine di New York.



## Istituto di Biomembrane e Bioenergetica IBBE

**Sito web:** [www.ibbe.cnr.it](http://www.ibbe.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibbe@cnr.it](mailto:ibbe@cnr.it) **Telefono:** 080 5443389 **Fax:** 080 5443317 **Indirizzo:** Via Giovanni Amendola 165/A c/o Dipartimento di biochimica e biologica molecolare - Università; 70126 Bari **Direttore:** Ersilia Marra **E-mail:** [direttore.ibbe@cnr.it](mailto:direttore.ibbe@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibbe@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibbe@pec.cnr.it)

L'IBBE costituisce uno dei principali laboratori di ricerca nel campo della Bioenergetica e Biomembrane a livello nazionale ed internazionale. La sua attività è focalizzata sullo studio, sia strutturale che funzionale, delle proteine delle membrane mitocondriali. Le ricerche riguardano la biogenesi e la genomica di diversi enzimi mitocondriali, in particolare di complessi della fosforilazione ossidativa e di carriers mitocondriali, la regolazione cellulare di questi sistemi e il loro ruolo nell'omeostasi cellulare, il ruolo dei mitocondri nel differenziamento cellulare e nell'apoptosi e le alterazioni mitocondriali sia in patologie ereditarie e degenerative che nell'invecchiamento. Grazie alle nuove tecnologie, l'IBBE ha ulteriormente potenziato gli studi

in quei settori che lo hanno qualificato a livello internazionale finalizzandoli alla caratterizzazione strutturale e funzionale di geni e proteine già note, alla identificazione di nuovi geni e proteine coinvolti nella biogenesi e nel metabolismo energetico mitocondriale, allo studio del ruolo dei mitocondri nell'apoptosi, all'individuazione e caratterizzazione di mutazioni geniche e/o alterazioni dell'espressione, della struttura e della funzione di proteine mitocondriali associate a malattie ereditarie, malattie degenerative ed invecchiamento. Numerose le collaborazioni, con altri istituti del CNR e con diversi atenei italiani (Bari, Calabria, Molise) e università straniere (Manchester, Graz, Rochester). Oltre che con altri enti di ricerca (CNRS) e aziende farmaceutiche.



## Istituto di Biometeorologia IBIMET

**Sito web:** [www.ibimet.cnr.it](http://www.ibimet.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibimet@cnr.it](mailto:ibimet@cnr.it) **Telefono:** 055 3033711 **Fax:** 055 308910 **Indirizzo:** Via Giovanni Caproni, 8; 50145 Firenze **Direttore:** Raschi Antonio **E-mail:** [direttore.ibimet@cnr.it](mailto:direttore.ibimet@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibimet@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibimet@pec.cnr.it) **Sezioni:** Sassari, Bologna

L'IBIMET (Istituto di Biometeorologia) svolge, da sempre ricerca nel mondo agrario, forestale e rurale, acquisendo competenze e strumenti tecnici necessari per effettuare le opportune analisi ambientali e sociali. Fra i temi trattati dall'IBIMET, vi sono lo sviluppo della modellistica di colture agrarie; le applicazioni della meteorologia e della climatologia; l'impiego di metodologie come il telerilevamento e i GIS, l'ecofisiologia e la biochimica per la qualità degli alimenti. Negli anni più recenti l'Istituto ha avviato ricerche sui bilanci di gas serra, su cambiamenti climatici e strategie di adattamento e mitigazione, lo sviluppo rurale, la prevenzione dei rischi e le strategie di gestione sostenibile dei sistemi agrari e forestali. I ricercatori dell'IBIMET

conducono studi di climatologia dinamica per le previsioni stagionali, analizzando le possibili applicazioni nei settori dell'allerta alimentare, dei sistemi di protezione civile e delle previsioni per la campagna agricola, anche nei Paesi in via di sviluppo. Infine, l'IBIMET ha instaurato numerose collaborazioni con Istituzioni nazionali e internazionali e ha promosso la creazione di centri collegati quali il Lamma per la meteorologia e modellistica ambientale, il CESIA per l'informatica, l'FCS - Fondazione per il Clima e la Sostenibilità, il CiBIC per la bioclimatologia, il COMMA-Med per la meteorologia Marina, il CRES per studi sull'erosione del suolo, il PIAN.TE per la Pianificazione territoriale e, recentemente, l'Osservatorio dei Mestieri d'Arte a Firenze.



## Istituto di Biostrutture e Bioimmagini IBB

**Sito web:** [www.ibb.cnr.it](http://www.ibb.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ibb@cnr.it](mailto:ibb@cnr.it) **Telefono:** 081 2203187 **Fax:** 081 2296117 **Indirizzo:** Via Pansini, 5 c/o Università di Napoli «Federico II»; 80131 Napoli **Direttore:** Alfano Bruno **E-mail:** [direttore.ibb@cnr.it](mailto:direttore.ibb@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ibb@pec.cnr.it](mailto:direttore.ibb@pec.cnr.it) **Sezioni:** Catania, Napoli

Le attività di ricerca dell'IBB (l'Istituto di Biostrutture e Bioimmagini) si collocano nelle discipline della medicina, delle biotecnologie, della chimica e delle tecnologie biomediche, e hanno come finalità l'innovazione dell'imaging morfo-funzionale e molecolare, strumento fondamentale per caratterizzare malattie umane, per monitorare l'effetto dei farmaci e per studiare modelli di patologie negli animali.

Sinergicamente, l'Istituto sviluppa design su basi molecolari di nuovi lead compound per applicazioni in diagnostica e farmaceutica, ed è promotore e parte attiva del Centro Regionale di Competenza in Diagnostica e Farmaceutica Molecolari (CRdC DFM), orientato alla scoper-

ta di nuovi farmaci e strumenti diagnostici e al relativo trasferimento tecnologico alle aziende. L'IBB è inserito nei network europei EMIL e DIMI per le applicazioni oncologiche e neurologiche, e collabora a livello nazionale e internazionale con numerose Università straniere (Copenaghen, Debrecen, Leida, Goeteborg, Ginevra, Tampere, Cambridge, Aix en Provence, Chicago, Denver, Washington, Boston e North Dakota), con enti pubblici e privati, con istituti e centri di ricerca (INSERM, RCSI di Dublino, Imperial College di Londra, European Molecular Biology Laboratory di Amburgo, Weizmann Institute in Israele, Rochester Institute of Technology) e, infine, con il mondo industriale (PRIMM, Solvay, Sigma-Tau, Hardis, Tecnogen, ESAOTE, Wyeth Lederle).



## Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni ICAR

**Sito web:** [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icar@cnr.it](mailto:icar@cnr.it) **Telefono:** 0984 831720 **Fax:** 0984 839054  
Via Pietro Bucci - Cubo 41C c/o Dipartimento DEIS, Università della Calabria; 87030 Rende (CS) **Direttore:** Talia Domenico **E-mail:** [direttore.icar@cnr.it](mailto:direttore.icar@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.icar@pec.cnr.it](mailto:direttore.icar@pec.cnr.it) **Sezioni:** Palermo, Napoli

L'ICAR (l'Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni) ha come obiettivo primario quello di studiare e progettare soluzioni innovative in termini di ricerca, trasferimento tecnologico e alta formazione nell'area dei sistemi di elaborazione ad alte prestazioni (griglie computazionali e di conoscenza, sistemi di calcolo paralleli e distribuiti, ambienti e tecnologie avanzate per Internet) e dei sistemi intelligenti e a funzionalità complessa (gestione di grandi depositi e flussi di dati, rappresentazione e scoperta di conoscenza, sistemi percettivi per la robotica, sistemi multi-agenti intelligenti, sistemi multimediali, calcolo scientifico).

Il contributo dell'Istituto riguarda aree di ricerca di significativa importanza per lo sviluppo

dell'economia e della società. La realizzazione di modelli, architetture e sistemi software distribuiti, ad alte prestazioni e basati sulla rappresentazione ed elaborazione della conoscenza sono fondamentali per la realizzazione degli obiettivi principali delle società avanzate e testimoniano l'importanza della missione scientifica dell'ICAR. L'ICAR si avvale del personale della sede centrale e delle due unità operative di Napoli e Palermo, e opera in collaborazione con altri Istituti del CNR e con Università e Centri di ricerca nazionali ed internazionali, tra cui l'INRIA, la University of California di Los Angeles, il Polytechnic di Vienna, la Cardiff University, l'Università di Pisa e il Politecnico di Torino.



## Istituto di Chimica Biomolecolare ICB

**Sito web:** [www.icb.cnr.it](http://www.icb.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icb@cnr.it](mailto:icb@cnr.it) **Telefono:** 081 8675018 **Fax:** 081 8041770 **Indirizzo:** Via Campi Flegrei, 34 - Area ex-Olivetti Pad. '70; 80078 Pozzuoli **Direttore:** Gambacorta Agata **E-mail:** [direttore.icb@cnr.it](mailto:direttore.icb@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.icb@pec.cnr.it](mailto:direttore.icb@pec.cnr.it) **Sezioni:** Padova, Roma, Catania, Sassari

L'ICB (Istituto di Chimica Biomolecolare) svolge ricerche, di base e applicate, nel campo della chimica dei sistemi biologici, con lo scopo di incrementare attività di ricerca in aree trasversali, consolidando le competenze disciplinari nell'ambito della caratterizzazione, sintesi e funzionalità di molecole bioattive. Le ricerche fanno particolare riferimento a prodotti, processi e sistemi, aventi specifico interesse chimico, farmaceutico, farmacologico, cosmetico, alimentare, agrochimico, biotecnologico ed eco-ambientale.

Dall'attività di ricerca nel settore della chimica di sintesi l'ICB attende nuove molecole di interesse per il settore bio e per quello della chimica sostenibile. Interessanti campi di studio tra

cui la chemical biology, il molecular design e il drug discover, inseriscono l'ICB, quale centro di eccellenza scientifico radicato sul territorio, nei più importanti programmi di ricerca e accordi bilaterali regionali, nazionali e internazionali, soprattutto all'interno della Unione Europea. L'ICB, ha la propria sede centrale a Pozzuoli (Napoli) e sezioni a Sassari, Padova, Roma e Catania. Negli ultimi anni l'Istituto è stato presente nei più importanti programmi di ricerca regionali, nazionali e internazionali, soprattutto della Unione Europea, e in accordi bilaterali. Sono intensi gli scambi di ricercatori e numerosi i soggiorni formativi di ospiti italiani e stranieri. Sono inoltre numerose le collaborazioni e contratti con l'industria.



## Istituto di Chimica dei Composti Organo Metallici • ICCOM

**Sito web:** [www.iccom.cnr.it](http://www.iccom.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [iccom@cnr.it](mailto:iccom@cnr.it) **Telefono:** 055 5225280 **Fax:** 055 5225203 **Indirizzo:** Via Madonna del Piano 10 - Area di Ricerca CNR di Firenze; 50019 Sesto Fiorentino **Direttore:** Bianchini Claudio **E-mail:** [direttore.iccom@cnr.it](mailto:direttore.iccom@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iccom@pec.cnr.it](mailto:direttore.iccom@pec.cnr.it) **Sezioni:** Pisa, Bari

ICCOM (L'Istituto di Chimica dei Composti Organo Metallici) svolge la sua attività nel settore della produzione di energia da fonti rinnovabili e della sostenibilità attraverso celle a combustibile, elettrolizzatori a membrana polimerica, celle fotovoltaiche. Ulteriori settori di ricerca riguardano i processi catalitici sostenibili per la produzione di molecole e composti funzionali e i materiali polimerici e i nano composti con proprietà funzionali. Di particolare rilevanza è l'attività nel Network Europeo di Eccellenza IDECAT (Integrated Design of Catalytic Nanomaterials for a Sustainable Development), di cui ICCOM ha il vice coordinamento, e all'interno dell'Istituto Europeo di Ricerca sulla Catalisi (ERIC), che ha sede a Bruxelles. L'istituto, inoltre, prosegue l'attività

del laboratorio HYDROLAB per la produzione ed immagazzinamento di idrogeno, e vanta rapporti con le Regioni Toscana e Puglia. La prima finanziaria nel 2010 due nuovi progetti di cui uno sulla progettazione e sintesi di nuovi sensibilizzatori organici per la produzione di celle fotovoltaiche non convenzionali (FOTOSENSORG) ed uno sullo studio e definizione di procedure di Micro-metrologia per Field Emission Electric Propulsion (MI.ME.FEEP). Innumerevoli i contratti con industrie, Enti Governativi e CE. È operativo un contratto Industria 2015 del Ministero per lo Sviluppo Economico, e ICCOM coordina un progetto FP7 Marie Curie Initial Training Network NANO-HOST nel settore delle tecnologie catalitiche mediante eterogeneizzazione di catalizzatori singolo sito.



## Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare • ICRM

**Sito web:** [www.icrm.cnr.it](http://www.icrm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icrm@cnr.it](mailto:icrm@cnr.it) **Telefono:** 02 28500020 **Fax:** 02 28901239 **Indirizzo:** Via Mario Bianco, 9; 20131 Milano **Direttore:** Riva Sergio **E-mail:** [direttore.icrm@cnr.it](mailto:direttore.icrm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.icrm@pec.cnr.it](mailto:direttore.icrm@pec.cnr.it) **Sezioni:** Roma

Le ricerche dell'ICRM (Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare) sono incentrate sullo studio dei principi e delle forze che regolano la biospecificità e il bioriconoscimento a livello molecolare, coinvolgendo competenze multidisciplinari di chimica organica, biorganica, analitica e computazionale, biochimica e biotecnologia.

In tali ambiti, l'ICRM affronta sia problematiche riguardanti la ricerca di base nel settore delle biomolecole, quali aspetti concernenti la regolazione biologica, le interazioni recettore-ligando o enzima substrato, il folding e la dinamica di peptidi e proteine, che aspetti più applicativi basati sull'impiego di metodologie chimiche e biotecnologiche per la produzione, caratterizza-

zione e analisi di composti di interesse chimico-farmaceutico, alimentare, ambientale e biomedico. Parole chiave che identificano l'attività dei ricercatori dell'ICRM sono, quindi, biocatalisi, biochimica strutturale, bioinformatica, microsistemi analitici, proteomica e sostanze naturali bioattive. L'Istituto ha sede a Milano e due Unità Organizzative di Supporto presso il Policlinico Gemelli della Università Cattolica di Roma e il Dipartimento di Chimica del Politecnico di Milano. L'ICRM è riconosciuto a livello internazionale e ha attivato numerose collaborazioni di prestigio con centri di ricerca italiani e con numerose università europee (nell'ambito dei programmi finanziati dalla CE), americane (USA e Canada) e sudafricane.



## Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri ICTP

**Sito web:** [www.ictp.cnr.it](http://www.ictp.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ictp@cnr.it](mailto:ictp@cnr.it), [secr@ictp.cnr.it](mailto:secr@ictp.cnr.it) **Telefono:** 081 867 5111 **Fax:** 081 8675230; Via Campi Flegrei, 34 c/o Comprensorio «Adriano Olivetti» - Edificio 70; 80078 Pozzuoli (NA) **Direttore:** Carfagna Cosimo  
**E-mail:** [direttore.ictp@cnr.it](mailto:direttore.ictp@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ictp@pec.cnr.it](mailto:direttore.ictp@pec.cnr.it) **Sezioni:** Catania

L'ICTP (Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri) con sede centrale a Pozzuoli (Napoli) e sezione distaccata a Catania, svolge ricerca nel campo della sintesi e della progettazione di sistemi polimerici innovativi ad elevate prestazioni per lo sviluppo ecosostenibile e per la caratterizzazione di nuovi materiali polimerici nel settore del packaging e del riciclo. Gli studi dell'ICTP si concentrano, inoltre, sullo sviluppo di metodologie computazionali per la caratterizzazione di materiali in silicio, di biomarcatori utili nella diagnosi e terapia di patologie congenite, tumorali e infiammatorie, e di materiali biodegradabili di origine sia sintetica che naturale.

Trasversalmente alla varie attività di ricerca, l'ICTP opera nel trasferimento tecnologico pro-

muovendo le proprie conoscenze scientifiche all'interno delle varie realtà produttive del territorio. Numerosi e consolidati sono i rapporti che l'ICTP ha instaurato con Università e Centri di Ricerca nazionali ed internazionali tra cui la University of Massachusetts, la Loughborough University, il Centre of Molecular and Macromolecular Science in Polonia, la University of Dublin, la University of Georgia (USA), la Slovak Academy of Sciences di Bratislava, l'Hungarian Academy of Science di Budapest, la Fachhochschule Osnabrück Fachbereich Werkstoffe und Verfahren e l'Universität Hannover in Germania, la University of Tennessee (USA), la Division GEMO in Francia, la VTT Biotechnology in Finlandia, e con aziende quali NOVAMONT S.p.A. e FARAPLAN S.p.A.



## Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici ICIS

**Sito web:** [www.icis.cnr.it](http://www.icis.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icis@cnr.it](mailto:icis@cnr.it) **Telefono:** 049 8295940 **Fax:** 049 8702911 **Indirizzo:** Corso Stati Uniti, 4 c/o Area della ricerca di Padova; 35127 Padova **Direttore:** Rossetto Gilberto **E-mail:** [direttore.icis@cnr.it](mailto:direttore.icis@cnr.it)  
**Posta elettronica certificata:** [direttore.icis@pec.cnr.it](mailto:direttore.icis@pec.cnr.it)

L'attività di ricerca dell'ICIS (Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici) è indirizzata allo sviluppo di nuove metodologie di sintesi e di processi razionali in grado di rispettare l'ambiente e la salute umana grazie al minore utilizzo e formazione di sostanze tossiche o dannose. Le competenze sviluppate sono alla base di uno dei settori strategici della chimica del futuro.

Gli studi condotti dall'Istituto presentano elementi di forte innovazione, rivolti alla progettazione, sintesi non convenzionale, caratterizzazione e modulazione delle proprietà di sistemi chimici a diverso grado di complessità, applicati allo sviluppo sostenibile e alla sicurezza ambientale (fuel cells, produzione di idrogeno e suo sfrut-

tamento quale fonte primaria di energia a basso costo e non inquinante, tecnologie fotovoltaiche, materiali autopulenti); alla salute (diagnostica, molecole bioattive, materiali biocompatibili per protesi e impianti) e ai beni culturali (micro e nano-metodologie chimico-fisiche applicate a materiali ceramici, vetri e metallici). L'ICIS collabora con il LRMH - Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques in Francia, l'UNESCO, il National Museum di Berlino, l'Institute of Inorganic Chemistry e la Russian Academic of Sciences in Russia, il CSIC spagnolo, l'Universidade do Estado de Santa Catarina (CCT), il Departamento de Engenharia Mecânica in Brasile, il Forschungszentrum Rossendorf in Germania e la Harvard Medical School di Boston.



## Istituto di Cibernetica «Edoardo Caianiello» ICIB

**Sito web:** [www.cib.na.cnr.it](http://www.cib.na.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icib@cnr.it](mailto:icib@cnr.it) **Telefono:** 0818675111 **Fax:** 0818675128 **Indirizzo:** Via Campi Flegrei, 34; 80078 Pozzuoli (NA) **Direttore:** Russo Maurizio **E-mail:** [direttore.icib@cnr.it](mailto:direttore.icib@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.icib@pec.cnr.it](mailto:direttore.icib@pec.cnr.it)

L'ICIB (Istituto di Cibernetica E. Caianiello) opera nel campo della cibernetica, della fisica della materia condensata, delle scienze dell'informazione, delle neuroscienze e della biologia. In particolare, conduce studi nei settori della fisica dei sistemi coerenti, dei sistemi informativi avanzati, della modellistica di sistemi naturali e artificiali e progetta e caratterizza tecnologie abilitanti, prototipi di strumentazione e dispositivi avanzati.

Numerose le collaborazioni con varie università estere e italiane (Illinois, Yale, Cambridge, Madrid, Israele, New York, San Pietroburgo, Lonsanna, Dublino, Napoli, Salerno, Roma, Cagliari, Chieti, Milano, Palermo, Bologna); Enti e centri di ricerca scientifica (Russian Academy of Scien-

ces, CNRS di Grenoble, INTAS di Lingby, Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering di Varsavia, Accademia delle Scienze di Praga, Max-Planck Institute, Belarusian Academy of Sciences, INFN, Stazione Zoologica A. Dohrn di Napoli); Istituzioni pubbliche (Soprintendenze, Comuni, Province) e imprese (ANSALDO CRIS, AtB-Advanced Technologies Biomagnetic, CO-MEFI, Pirelli Labs, PROMETE, COSMO FILM, SmithKline Beecham Pharmaceuticals).



## Istituto di Studi sulle Civiltà dell'Egeo e del Vicino Oriente • ICEVO

**Sito web:** [www.icevo.cnr.it](http://www.icevo.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icevo@cnr.it](mailto:icevo@cnr.it) **Telefono:** 06 4416131 **Fax:** 06 44237724 **Indirizzo:** Via Gianio della Bella, 18; 00162 Roma **Direttore:** Tremouille Marie Claude **E-mail:** [direttore.icevo@cnr.it](mailto:direttore.icevo@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.icevo@pec.cnr.it](mailto:direttore.icevo@pec.cnr.it)

L'ICEVO (Istituto di Studi sulle Civiltà dell'Egeo e del Vicino Oriente) ha come area primaria di ricerca il bacino del mar Egeo, il vicino Oriente e, in generale, il Mediterraneo. Dal punto di vista cronologico, le attività scientifiche sono incentrate sulla ricostruzione della storia delle antiche civiltà mediterranee, in particolare di quelle dell'età del Bronzo (dal 3200 al 1000 a.C.), affiancando alle tradizionali discipline storiche, le nuove tecnologie e le analisi archeometriche. Le discipline di indagine scientifica dell'ICEVO sono l'archeologia e la filologia e, quindi, lo studio di siti, reperti, necropoli, testi e trascrizioni delle culture minoica e micenea, dell'Anatolia, della Siria, dell'Armenia e dell'Iran. Le ricerche riguardano la messa online di testi

cuneiformi del II millennio a.C. nella lingua degli Hurriti, popolazione in gran parte ignota, di cui l'ICEVO è il centro di studi principale a livello mondiale. Sono molte le relazioni e collaborazioni con istituzioni internazionali di ricerca e università italiane e straniere; tra queste spiccano quelle con l'Institute for Aegean Prehistory di Philadelphia, la University of Harvard, il Chicago Institute, la British School e l'American School of Classical Studies di Atene, i Ministeri della Cultura greco e turco, la Freie Universität e il Deutsches Archäologisches Institut di Berlino, l'Akademie der Wissenschaften und der Literatur di Magonza, il Musée du Louvre, l'Institut Catholique de Paris, l'Accademia Nazionale delle Scienze di Yerevan e l'Università Modares di Teheran.



## Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali • ICVBC

**Sito web:** [www.icvbc.cnr.it](http://www.icvbc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [icvbc@cnr.it](mailto:icvbc@cnr.it) **Telefono:** 055 5225480 **Fax:** 055 5225403 **Indirizzo:** Via Madonna del Piano 10, Edificio C - Area della ricerca di Firenze; 50019 Sesto Fiorentino (FI) **Direttore:** Frediani Piero  
**E-mail:** [direttore.icvbc@cnr.it](mailto:direttore.icvbc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.icvbc@pec.cnr.it](mailto:direttore.icvbc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano, Roma

L'ICVBC (L'Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali) concentra la propria attività nel settore della conservazione del patrimonio culturale. Si occupa non solo degli aspetti della diagnostica, intesa come sviluppo di metodiche sempre più informative e meno invasive, ma anche dell'intervento. In questo senso la ricerca riguarda: l'ottimizzazione dei metodi di restauro, prima ancora che dei materiali; il monitoraggio, strumento cruciale di programmazione della conservazione nelle sue varie azioni (restauro, manutenzione programmata, conservazione preventiva); un approccio al bene sempre contestualizzato all'ambiente di conservazione. In alcuni casi, la contestualizzazione dell'intervento diventa essa stessa oggetto di studi.

Grazie a un'esperienza pluridecennale, l'Istituto collabora con molte Istituzioni, con Enti locali e nazionali preposti alla tutela del patrimonio culturale nonché con privati e imprese che operano nel campo del restauro dei Beni Culturali. Tra questi l'Opificio delle Pietre Dure e la Soprintendenza al Polo Museale di Firenze; l'Istituto Centrale del Restauro a Roma; gli atenei italiani di Firenze, Pisa, Torino, Milano, Parma e Varese, numerose università ed enti di ricerca stranieri tra cui l'Università Nuova di Lisbona, il Weizmann Institute of Science di Rehovot (Israele), la North Carolina State University (USA), il Netherland Institute for Cultural Heritage ad Amsterdam. Infine collabora con le aziende Menci Software ed HESP Technology di Arezzo e SINT Technology a Firenze.



## Istituto di Cristallografia IC

**Sito web:** [www.ic.cnr.it](http://www.ic.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ic@cnr.it](mailto:ic@cnr.it) **Telefono:** 080 5929172 **Fax:** 080 5929170 **Indirizzo:** Via Giovanni Amendola, 122/O; 70126 Bari **Direttore:** Giacobuzzo Carmelo **E-mail:** [direttore.ic@cnr.it](mailto:direttore.ic@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ic@pec.cnr.it](mailto:direttore.ic@pec.cnr.it) **Sezioni:** Roma

Obiettivo principale dell'IC (Istituto di Cristallografia) è lo sviluppo di metodologie e applicazioni cristallografiche teoriche e sperimentali, nell'ambito delle relazioni struttura - attività - funzione di molecole e bio macromolecole di interesse farmacologico, e la caratterizzazione di materiali di interesse nanotecnologico.

L'Istituto è punto di riferimento a livello internazionale per la produzione di software innovativi e programmi di calcolo (Milione e Sir2008), per la determinazione strutturale di proteine e di molecole da dati di diffrazione da cristallo singolo e per la determinazione strutturale di composti organici ed inorganici da polveri microcristalline, utilizzati nel settore chimico-farmaceutico. Nel

campo dell'imaging a raggi X, l'IC ha sviluppato nuovi approcci per radiografie quantitative per i materiali nano strutturati e i tessuti ossei ingegnerizzati e per la diagnostica preventiva in biomedicina. Oltre al settore salute (molecular design, cristallografia, calcoli di dinamica molecolare, saggi biologici, studi su inibitori), l'IC è coinvolto nelle attività di sviluppo del Piano Innovazione della Provincia di Roma per la diffusione delle reti Wi-Fi e per la lotta al Digital Divide e ha numerose e stabili collaborazioni con istituzioni accademiche, organismi di ricerca e industrie tra cui: NIH, MPI-Biochimie, LMU-Muenchen, University of Leicester, University of Halle, IIT, EBRI, ICGEB, SISSA, Rigaku, Algatechnologies, ACRAF-Angelini, Menarini, Biosint.



## Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali IDPA

**Sito web:** [www.idpa.cnr.it](http://www.idpa.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [idpa@cnr.it](mailto:idpa@cnr.it) **Telefono:** 041 2348547 **Fax:** 041 2348549 **Indirizzo:** Calle Larga Santa Marta, 2137 c/o Dipartimento di scienze ambientali, Università; 30123 Venezia **Direttore:** Rossi Pietro Mario **E-mail:** [direttore.idpa@cnr.it](mailto:direttore.idpa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.idpa@pec.cnr.it](mailto:direttore.idpa@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano

L'IDPA (Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali) opera in aree diversamente caratterizzate da fenomeni antropici e naturali e svolge ricerche sui processi e i cambiamenti globali sia su scala locale che planetaria. L'Istituto intende, così, apportare un contributo originale alla comprensione dell'evoluzione dell'ambiente, inteso come sistema in equilibrio dinamico caratterizzato da processi fisici, chimici, geologici e biologici, attraverso la ricerca di base e applicata e l'attività di alta consulenza scientifica per imprese e enti pubblici.

Le tematiche riguardano lo studio di inquinanti, la contaminazione chimica ambientale, l'inquinamento in realtà produttive e scolastiche, le cause e le dinamiche di incendi civili e

boschivi, la valutazione e la conservazione del patrimonio culturale e lo studio dei sistemi geologici (geodinamica, georisorse e multirischio). L'IDPA conduce, inoltre, attività scientifiche in Antartide, Artico e Groenlandia nel settore della paleoclimatologia e per l'analisi della diffusione della contaminazione in aree antropizzate valutando l'impatto delle attività umane sull'ambiente e proponendo interventi di recupero ambientale. In particolare, l'IDPA utilizza tecniche di tomografia elettrica tempo-variante per caratterizzare i processi di contaminazione della falda dovuti a fattori naturali (intrusione salina costiera) o antropica (inquinamento industriale) attraverso lo sviluppo di apparati sperimentali dedicati.



## Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni IEIT

**Sito web:** [www.ieit.cnr.it](http://www.ieit.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ieit@cnr.it](mailto:ieit@cnr.it) **Telefono:** 011 5645400 **Fax:** 011 5645429 **Indirizzo:** Corso Duca degli Abruzzi, 24 - Politecnico di Torino; 10129 Torino **Direttore:** Tascone Riccardo **E-mail:** [direttore.ieit@cnr.it](mailto:direttore.ieit@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ieit@pec.cnr.it](mailto:direttore.ieit@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova, Milano, Bologna, Pisa

L'IEIT (Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni) possiede competenze avanzate nel settore dell'ingegneria dell'informazione e, quindi, nelle discipline dell'informatica, dell'elaborazione dei segnali, delle telecomunicazioni, della sistemistica, dei controlli automatici, dell'elettromagnetismo applicato, dell'elettronica e della fotonica.

L'IEIT coniuga sapientemente gli aspetti della ricerca di base con quelli applicativi, utili per la conoscenza e l'acquisizione di nuovi strumenti. I risultati dell'IEIT rientrano nel processo di innovazione del sistema produttivo, grazie alla realizzazione di prodotti soft (algoritmi, modelli di simulazione, metodiche progettuali e tecniche di sintesi) e prodotti hard (nuove architetture di dispositivi,

sensori e sottosistemi) caratterizzati sperimentalmente nei propri laboratori e utili per applicazioni nel settore industriale, delle telecomunicazioni e delle osservazioni scientifiche terrestri e spaziali.

All'IEIT sono dovuti importanti contributi in numerosi settori tra cui quelli delle reti telematiche, dei sistemi di comunicazioni wireless, del calcolo parallelo e distribuito, della visione artificiale, di sistemi e dispositivi a microonde e onde millimetriche. L'approccio ingegneristico, che contraddistingue le attività di ricerca dell'Istituto, facilita il rapporto con le realtà produttive del Paese e l'instaurarsi di contratti e collaborazioni scientifiche con industrie, PMI, enti di ricerca, agenzie e varie Università tra cui Bologna, Genova, Milano, Padova e Pisa.



## Istituto per l'Endocrinologia e l'Oncologia «Gaetano Salvatore» • IEOS

**Sito web:** [www.ieos.cnr.it](http://www.ieos.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [ieos@cnr.it](mailto:ieos@cnr.it) **Telefono:** 081 7463602 **Fax:** 081 2296674 **Indirizzo:** Via Sergio Pansini, 5 c/o Dipartimento di biologia e patologia cellulare e molecolare L. Califano - Università Federico II; 80131 Napoli **Direttore:** Fusco Alfredo **E-mail:** [direttore.ieos@cnr.it](mailto:direttore.ieos@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ieos@pec.cnr.it](mailto:direttore.ieos@pec.cnr.it)

L'attività di ricerca dell'IEOS (Istituto per l'Endocrinologia e Oncologia Gaetano Salvatore) sono svolte nelle tematiche dell'oncologia, dell'endocrinologia e della patologia molecolare. L'Istituto rappresenta un'eccellenza scientifica riconosciuta a livello internazionale per le sue ricerche sui tumori di tipo endocrino, sul differenziamento e la proliferazione della ghiandola tiroidea; sul ruolo determinante di specifiche proteine nei processi di progressione tumorale e nell'insorgenza degli adenomi ipofisari; sui meccanismi molecolari responsabili dell'insorgenza del diabete mellito di tipo 2, con particolare attenzione nell'identificare nuovi geni.

L'IEOS ha, nel tempo, contribuito a offrire

nuove prospettive applicative per la diagnosi e la terapia e, recentemente, ha potenziato gli studi sui non-coding RNA (molecole non codificanti) considerati una nuova classe di regolatori genici con un ruolo importante nel differenziamento cellulare e nelle neoplasie. I progetti di ricerca in corso sono finanziati da AIRC, Telethon, Regione Campania, Unione Europea e MIUR, e sono numerose le collaborazioni Internazionali dell'Istituto. In particolare con il Kimmel Cancer Center, la Jefferson University di Filadelfia, l'Ohio State University, il Centro Leon Berard di Lione, il CNIO di Madrid, l'NIH di Bethesda. Con tali Centri è stato istituito in passato anche un Dottorato Internazionale di Oncologia del quale l'istituto è tuttora coordinatore.



## Istituto per l'Energetica e le Interfasi IENI

**Sito web:** [www.ieni.cnr.it](http://www.ieni.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ieni@cnr.it](mailto:ieni@cnr.it) **Telefono:** 049 8295 850 **Fax:** 049 8295 853 **Indirizzo:** Corso Stati Uniti, 4 - Area della di Ricerca di Padova; 35127 Padova **Direttore:** Daolio Sergio **E-mail:** [direttore.ieni@cnr.it](mailto:direttore.ieni@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ieni@pec.cnr.it](mailto:direttore.ieni@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova, Milano, Pavia, Lecco

L'Istituto per l'Energetica e le Interfasi (IENI) è caratterizzato da un'elevata interdisciplinarietà orientata alla scienza e tecnologia dei materiali. A Padova e Pavia, con una storica vocazione elettrochimica, si sviluppano materiali ceramici e polimerici in bulk o film sottile per vari dispositivi, materiali termoelettrici, materiali innovativi per batterie o supercapacitori e nanofluidi per migliorare gli scambi termici, oltre a studiare teoria e applicazioni della spettroscopia d'impedenza in vari temi elettrochimici e di scienza dei materiali. Lo IENI di Lecco è uno dei pochi centri in Italia nel settore della metallurgia avanzata, dove vengono studiate leghe a memoria di forma, materiali termoelettrici, schiume metalliche e compositi per applicazioni nell'energia e nei trasporti.

Nella sede milanese si studiano il comportamento meccanico e micro strutturale di materiali per altissime prestazioni, tecnologia e fluidodinamica della combustione in propulsori o bruciatori industriali e diagnostiche basate su spettroscopie laser, utili anche per valutare l'impatto ambientale di fumi e polveri. A Genova si sviluppano materiali ceramici funzionali nanostrutturati per la produzione o recupero di energia, o in dispositivi elettronici; metalli e leghe fusi a contatto con altri materiali metallici e ceramici. Le attività dello IENI sono svolte in collaborazione con numerose istituzioni e imprese, tra cui CNRS (LISE), Europea Microfusioni Aerospaziali, Ansaldo Energia, Enea, Univ. Berkeley, Ecole des Mines (ENSMP), ESA, Max-Planck Inst. for Colloids and Interfaces.



## Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» IFAC

**Sito web:** [www.ifac.cnr.it](http://www.ifac.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [ifac@cnr.it](mailto:ifac@cnr.it) **Telefono:** 055 52251 - 436 **Fax:** 055 5226477 **Indirizzo:** Via Madonna del Piano, 10 - Area di Ricerca di Firenze; 50019 Sesto Fiorentino (FI) **Direttore:** Salimbeni Renzo **E-mail:** [direttore.ifac@cnr.it](mailto:direttore.ifac@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ifac@pec.cnr.it](mailto:direttore.ifac@pec.cnr.it)

L'obiettivo primario dell'IFAC (Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara) è lo studio interdisciplinare di metodi fisici per nuove applicazioni quali i dispositivi fotonici per le telecomunicazioni, la strumentazione aerotrasportata su satelliti, i palloni e gli aerei per l'osservazione della Terra, le soluzioni digitali per l'accesso all'informazione, la biofotonica per terapie e chirurgie, i laser e le lavorazioni laser per l'industria, i sensori ottici per il controllo ambientale, le tecniche e le diagnostiche per l'archeometria e la conservazione dei beni culturali. Gli approcci perseguiti sono di ricerca teorica, sperimentale e applicata, con una forte attitudine allo sviluppo di nuove tecniche ed alla costruzione di prototipi di strumenti innovativi. L'Istituto è impegnato

nella conduzione di ricerche di frontiera a livello internazionale e nello stesso tempo persegue intensivamente lo sviluppo di nuove tecnologie e metodologie da trasferire efficacemente al sistema economico nazionale; l'IFAC collabora, infatti, con imprese high-tech nei settori di competenza attraverso progetti regionali. Attualmente l'Istituto partecipa a 13 progetti internazionali, 8 progetti nazionali e 14 progetti della Regione Toscana; i progetti europei POP ART, CHARISMA, LIGHT+TER, PHOTONICS4LIFE, CAREMAN, CARDIAC, ESA ESTEC CORE, STOCCATA, LEIMON, KLIMA, MIPAS, SIDS, DOMEX-2 sostengono le ricerche nei settori del patrimonio culturale, della biofotonica e dell'accesso all'informazione, sul clima e sull'osservazione della Terra.



## Istituto di Fisica del Plasma «Piero Caldirola» IFP

**Sito web:** [www.ifp.cnr.it](http://www.ifp.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ifp@cnr.it](mailto:ifp@cnr.it) **Telefono:** 02 66173238 **Fax:** 02 66173239 **Indirizzo:** Via Roberto Cozzi, 53; 20125 Milano **Direttore:** Lontano Maurizio Giuseppe **E-mail:** [direttore.ifp@cnr.it](mailto:direttore.ifp@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ifp@pec.cnr.it](mailto:direttore.ifp@pec.cnr.it)

L'Istituto di Fisica del Plasma (IFP) Piero Caldirola svolge attività di ricerca nel campo della fusione e ha una esperienza riconosciuta internazionalmente nella fisica e nelle tecnologie del riscaldamento dei plasmi da fusione mediante onde elettromagnetiche millimetriche di potenza, basato sull'interazione risonante onda-plasma alla frequenza di ciclotrone degli elettroni (ECRH). L'IFP costituisce una Unità di ricerca nell'ambito dell'associazione EURATOM-ENEA-CNR sulla fusione, e collabora alla realizzazione del prototipo sperimentale di reattore a fusione ITER. Le competenze e la strumentazione sviluppata nel campo delle micro-onde hanno permesso all'istituto di effettuare, presso i propri laboratori, la caratterizzazione elettromagnetica delle antenne ad altissimo guadagno

del Low Frequency Instrument della missione satellitare Planck, che fornirà una misura estremamente precisa del Cosmic Microwave Background. L'IFP è integrato nel programma europeo sulla fusione e ha sviluppato competenze utili anche in altri settori scientifico-tecnologici, ad esempio per lo sviluppo e l'installazione, con l'Università di Milano-Bicocca, di diagnostiche innovative. Altri progetti europei a cui partecipa sono FTU (ENEA, Frascati), ASDEX-U (IPP, Garching), TCV (CRPP-EPFL, Losanna), JET (GB). Infine, per studiare processi di fisica del plasma di base in laboratorio e istruire giovani ricercatori, con il CRPP-EPFL di Losanna l'IFP ha costruito la macchina a plasma GyM, su cui saranno effettuati esperimenti e simulazioni in scala sui processi di turbolenza del plasma.



## Istituto di Fisiologia Clinica IFC

**Sito web:** [www.ifc.cnr.it](http://www.ifc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ifc@cnr.it](mailto:ifc@cnr.it) **Telefono:** 050 3153302 **Fax:** 050 3153302 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 c/o Area di Ricerca "S. Cataldo"; 56124 Pisa **Direttore:** Picano Eugenio **E-mail:** [direttore.ifc@cnr.it](mailto:direttore.ifc@cnr.it)  
**Posta elettronica certificata:** [direttore.ifc@pec.cnr.it](mailto:direttore.ifc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano, Massa Carrara, Lecce, Siena, Roma

La ricerca scientifica dell'IFC (Istituto di Fisiologia Clinica) ha come obiettivo principale l'innovazione finalizzata alla cura e viene condotta lungo l'asse bench-to-bedside-to-population nell'ambito cardiovascolare, con integrazioni e ramificazioni sulle relazioni del cuore con polmone, metabolismo, sistema neuroendocrino, ambiente e cancro.

L'IFC ha quattro principali aree di competenza: fisiopatologia clinica; medicina sperimentale, molecolare e cellulare; tecnoscienze (informatica, nano-materiali, biotecnologia) ed epidemiologia (clinica, ambientale, sociale e molecolare). Tali ambiti di studio convergono da prospettive diverse e complementari su argomenti centrali d'interesse quali l'aterosclerosi coronarica, lo

scompenso cardiaco, le cardiopatie congenite e dello sviluppo, la cardiologia ambientale e lo studio dei legami molecolari, fisiopatologici, clinici ed epidemiologici tra cuore e cancro. L'IFC gode di una consolidata reputazione scientifica, tanto da risultare uno dei poli di eccellenza della ricerca biomedica italiana e attrae finanziamenti esterni (da Comunità europea, Governo, Regioni, industria e privati) anche a seguito delle innovazioni apportate nella pratica medica internazionale con ricerche sul vasospasmo coronarico nella cardiopatia ischemica, sull'insulino-resistenza, sugli algoritmi non-invasivi per la diagnostica di embolia polmonare e sulla valutazione rischio-beneficio della diagnostica per immagini.



## Istituto di Fotonica e Nanotecnologie IFN

**Sito web:** [www.ifn.cnr.it](http://www.ifn.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ifn@cnr.it](mailto:ifn@cnr.it) **Telefono:** 06 415221 **Fax:** 06 41522220 **Indirizzo:** Via Cineto Romano, 42; 00156 Roma **Direttore:** Evangelisti Florestano **E-mail:** [direttore.ifn@cnr.it](mailto:direttore.ifn@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ifn@pec.cnr.it](mailto:direttore.ifn@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano, Trento

L'IFN (Istituto di Fotonica e Nanotecnologie) svolge ricerche innovative nel campo della fotonica considerando sia gli aspetti più fondamentali legati all'interazione radiazione-materia che quelli più applicativi collegati allo sviluppo di nuove tecnologie per la realizzazione di sistemi e dispositivi fotonici ed optoelettronici avanzati.

Tali ricerche hanno significative ricadute in svariati settori portanti per l'economia e il miglioramento della qualità della vita dei cittadini quali, ad esempio, le scienze dei materiali, la medicina, la biologia, il monitoraggio ambientale, le telecomunicazioni a larga banda e i beni culturali. In particolare, sono condotti studi sulla interazione radiazione materia con risoluzione

temporale e potenze di picco estremamente elevate, sulla fisica dei laser, sullo sviluppo di processi avanzati per micro e nano optoelettronica, e sullo sviluppo di tecniche di diagnostica ottica (in ambito medico-biologico, agroalimentare, per i beni culturali e per le applicazioni spaziali) dal medio infrarosso fino ai raggi X. L'IFN è fortemente integrato con la comunità scientifica Universitaria Italiana e collabora con i più importanti centri di ricerca internazionali del settore attraverso progetti finalizzati finanziati dalle principali Agenzie e fondazioni Nazionali e Internazionali.



## Istituto Gas Ionizzati IGI

**Sito web:** [www.igi.cnr.it](http://www.igi.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [igi@cnr.it](mailto:igi@cnr.it) **Telefono:** 0498 295000 - 001 **Fax:** 0498 700718 **Indirizzo:** Corso Stati Uniti, 4 c/o Area della ricerca di Padova; 35127 Padova **Direttore:** Piovon Roberto **E-mail:** [direttore.igi@cnr.it](mailto:direttore.igi@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igi@pec.cnr.it](mailto:direttore.igi@pec.cnr.it)

L'IGI (Istituto Gas Ionizzati) di Padova si occupa di studiare la fusione, sul modello di quanto avviene nel Sole dove si fondono idrogeno ed elio. L'obiettivo è la riproduzione controllata di processi analoghi per ottenere una fonte praticamente illimitata di energia compatibile con l'ambiente. L'IGI contribuisce a questa ricerca attraverso lo studio dei gas ionizzati (plasmi) confinati da intensi campi magnetici. Gli studi sono svolti su impianti sperimentali complessi come RFX (Reversed Field eXperiment), entrato in funzione nel 1992, che ha comportato investimenti per circa 100 milioni di euro. In questa macchina il plasma viene creato all'interno di un contenitore toroidale e in esso si studiano le transizioni del plasma da regimi a elevata turbolenza a regimi con

minori perdite di energia, e, mediante complessi sistemi di avvolgimenti e alimentazioni elettriche, si controllano le perturbazioni che si generano al suo interno. RFX è l'impianto al mondo maggiormente attrezzato per lo studio di questi fenomeni. L'IGI inoltre, attraverso il Consorzio RFX, partecipa al programma europeo di ricerca sulla fusione e in quest'ambito contribuisce al Progetto ITER, il primo reattore sperimentale a fusione a partecipazione mondiale. Parallelamente, i ricercatori dell'IGI svolgono un'intensa attività di formazione, promossa dall'Università di Padova e dal Consorzio RFX, nel campo della fisica e dell'ingegneria del plasma. È attiva presso il Consorzio RFX la prima scuola di dottorato europeo sulla fisica e ingegneria della fusione.



## Istituto di Genetica delle Popolazioni IGP

**Sito web:** [www.cnr.it/istituti/DatiGenerali.html?cnds=038](http://www.cnr.it/istituti/DatiGenerali.html?cnds=038) **E mail dell'istituto:** [igp@cnr.it](mailto:igp@cnr.it) **Telefono:** 0792 841301 **Fax:** 0792 841399 **Indirizzo:** Trav. La Crucca, 3 Reg. Balduca - Area della Ricerca di Sassari; 07100 Li Punti Sassari **Direttore:** Pirastu Mario **E-mail:** [direttore.igp@cnr.it](mailto:direttore.igp@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igp@pec.cnr.it](mailto:direttore.igp@pec.cnr.it)

L'IGP (Istituto di Genetica delle Popolazioni) studia le caratteristiche peculiari di popolazioni umane e animali in ambienti isolati esaminandone il profilo genetico, ambientale, epidemiologico, demografico e storico sociale.

L'Istituto ha attivato un programma multidisciplinare per lo studio dei fattori coinvolti nell'insorgenza e nella trasmissione di malattie multifattoriali comuni in paesi isolati dell'Ogliastra, nella Sardegna centro-orientale, e sviluppato un database per l'accesso, la correlazione e l'analisi dei dati di varia natura ed origine. Tra gli ambiti di ricerca dell'IGP vi è lo studio delle caratteristiche genetiche della popolazione caprina, presente in particolari zone della Sardegna,

e l'identificazione delle particolarità associate all'isolamento geografico insulare, utili per la conservazione della biodiversità della specie.

Per condurre le proprie ricerche, l'IGP ha allestito laboratori e ambulatori nei vari comuni Ogliastrini e il decentramento della propria attività ha positive ricadute socio-economiche e culturali in tali aree marginali. Tra le collaborazioni di maggior rilievo sono da segnalare quelle con il Parco Genetico dell'Ogliastra, l'Università e il Centro di Osservazione Epidemiologica Multizonale di Sassari, l'Ospedale Binaghi e l'Università degli studi di Cagliari, l'Azienda Ospedaliera Niguarda di Milano, l'Ospedale Brotzu di Cagliari, l'Istituto Nazionale dei Tumori di Napoli, la Società Shardna e la ASL di Lanusei.



## Istituto di Genetica e Biofisica «Adriano Buzzati Traverso» • IGB

**Sito web:** [www.igb.cnr.it](http://www.igb.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [igb@cnr.it](mailto:igb@cnr.it) **Telefono:** 081 6132 401 **Fax:** 0816132706 **Indirizzo:** Via Pietro Castellino 111; 80131 Napoli **Direttore:** Baldini Antonio **E-mail:** [direttore.igb@cnr.it](mailto:direttore.igb@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igb@pec.cnr.it](mailto:direttore.igb@pec.cnr.it)

Le ricerche condotte in campo genetico dall'IGB (Istituto di Genetica e Biofisica Adriano Buzzati Traverso) sono svolte con un approccio integrato da studi morfologici e molecolari delle macromolecole di interesse biologico (DNA, RNA e proteine) in organismi modello (procarioti e eucarioti). Le attività di ricerca sono condotte nei settori della genetica e biologia molecolare, della patogenesi delle malattie umane, della biologia delle cellule staminali, delle biotecnologie applicate all'ambiente e all'agricoltura. L'IGB può contare su strutture di laboratorio efficienti e all'avanguardia nella sua sede di Napoli. La multidisciplinarietà, l'expertise del personale, le tecnologie utilizzate e i contributi e risultati scientifici fanno sì che l'Isti-

tuto risulti in posizioni di spicco nelle discipline delle scienze della vita. L'IGB opera, inoltre, per la promozione e la diffusione della cultura scientifica in Italia e all'estero e collabora con varie importanti realtà nazionali ed internazionali quali l'Unione Europea, l'European Science Foundation, il MIUR, l'Istituto Superiore della Sanità, l'AIRC e Telethon. Numerosi contatti con gruppi di ricerca di Austria, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Inghilterra, Israele, Messico, Panama, Spagna, Svezia, Svizzera, USA. Conseguenza della estesa rete di collaborazioni e di scambi culturali con diversi laboratori è la possibilità che offre l'IGB ai giovani ricercatori di interagire e formarsi direttamente con scienziati di fama internazionale.



## Istituto di Genetica Molecolare IGM

**Sito web:** [www.igm.cnr.it](http://www.igm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [igm@cnr.it](mailto:igm@cnr.it) **Telefono:** 0382 546322 **Fax:** 0382 422286 **Indirizzo:** Via Abbiategrasso, 207; 27100 Pavia **Direttore:** Biamonti Giuseppe **E-mail:** [direttore.igm@cnr.it](mailto:direttore.igm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igm@cnr.it](mailto:direttore.igm@cnr.it) **Sezioni:** Bologna, Chieti

Le ricerche condotte dall'IGM (Istituto di Genetica Molecolare) rivestono il campo della genetica molecolare, della biologia di cellule umane normali e patologiche e delle relative applicazioni biotecnologiche.

In particolare, l'attività scientifica dell'IGM si svolge nei settori dell'analisi dei meccanismi di proliferazione cellulare; della replicazione del DNA e dell'apoptosi in cellule umane; di malattie genetiche ereditarie, difetti nella riparazione dei danni sul DNA, malattie collegate al cromosoma X e distrofie muscolari; dei processi di replicazione virale; della regolazione post-trascrizionale dell'espressione genica durante la risposta cellulare allo stress e alla progressione tumorale; della struttura genetica di po-

polazioni umane. Una parte consistente degli studi condotti dall'Istituto è volta allo sviluppo di tecniche, protocolli e strumentazioni per imaging ottico in vivo e in vitro, utili in applicazioni biomediche e per la visualizzazione di processi biologici complessi, oltre che all'identificazione di nuovi composti con proprietà terapeutiche, e alla messa a punto di approcci terapeutici su cellule muscolari prelevate da pazienti distrofici e in modelli di cellule staminali. Le collaborazioni nazionali ed internazionali attivate dall'Istituto sono numerose, come dimostrato dai vari grants della Unione Europea e dalla partecipazione dell'IGM al Network di eccellenza sullo splicing alternativo.



## Istituto di Genetica Vegetale IGV

**Sito web:** [www.igv.cnr.it](http://www.igv.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [igv@cnr.it](mailto:igv@cnr.it) **Telefono:** 080 5583400 **Fax:** 080 5587566 **Indirizzo:** Via Giovanni Amendola, 165/A; 70126 Bari **Direttore:** Pignone Domenico **E-mail:** [direttore.igv@cnr.it](mailto:direttore.igv@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igv@pec.cnr.it](mailto:direttore.igv@pec.cnr.it) **Sezioni:** Firenze, Palermo, Perugia, Portici (NA)

L'IGV (Istituto di Genetica Vegetale) possiede competenze multidisciplinari e avanzate per l'acquisizione, la gestione e l'utilizzo delle risorse genetiche vegetali; per lo studio della variabilità genetica presente nei pool genici; per la ricerca di nuovi geni con caratteristiche di pregio e di quelli coinvolti nella sintesi di sostanze utili; per l'analisi dell'interazione piante - ambiente; per l'osservazione delle potenziali applicazioni in campo farmaceutico e alimentare. L'Istituto, inoltre, gestisce la prima e più grande banca genetica vegetale italiana e ha, quale obiettivo finale, lo sviluppo delle conoscenze necessarie e la diffusione delle tecnologie convenzionali e innovative utili per affrontare e risolvere problematiche di interesse nazionale nel settore agroalimentare, e

offrire soluzioni adeguate per migliorare la qualità della vita, il benessere e la salute dei cittadini. Nell'ambito delle sue attività scientifiche, l'IGV collabora con prestigiose istituzioni europee ed extraeuropee, quali il Leibniz Institute of Plant Breeding in Germania, il John Innes Centre in UK, la rete degli Istituti del CIHEAM, l'Università del Wisconsin e di Purdue negli USA, l'Agricultural Research Organization in Israele. Fitta la rete di collaborazioni anche con università (Firenze, Roma, Napoli, Palermo), enti (Istituto Agronomico Mediterraneo, Centro Regionale Agrario Sperimentale, Regione Sardegna, Enea) e istituzioni italiane (Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Regione Basilicata, Comunità montane dell'Umbria).



## Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria IGAG

**Sito web:** [www.igag.cnr.it](http://www.igag.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [igag@cnr.it](mailto:igag@cnr.it) **Telefono:** 06 90672743 **Fax:** 06 90672733 **Indirizzo:** Via Salaria Km 29,300 C.P. 10 - Area della Ricerca di Roma 1; 00016 Monterotondo Stazione (RM) **Direttore:** Zuppi Giovanni Maria **E-mail:** [direttore.igag@cnr.it](mailto:direttore.igag@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igag@pec.cnr.it](mailto:direttore.igag@pec.cnr.it) **Sezioni:** Cagliari, Torino, Roma

L'IGAG (Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria) svolge ricerca di base e applicata nei temi della recente storia geologica della Terra. Una parte cospicua della propria attività è dedicata alla difesa dalle catastrofi naturali, con particolare riferimento agli effetti di terremoti e frane; alla definizione delle sorgenti sismogeniche e alla microzonazione sismica.

L'Istituto conduce anche studi nel settore della geologia marina e, quindi, della geomorfologia delle aree italiane, raccogliendo dati morfobatimetrici ad altissima risoluzione e realizzando carte geologiche di elevato dettaglio. L'IGAG, inoltre, sviluppa metodologie e procedure di supporto all'attività normativa per la

valutazione e mitigazione del rischio sismico, idrogeologico, vulcanico e geochimico e per lo sviluppo di processi e tecnologie connesse allo sfruttamento, alla valorizzazione e alla lavorazione delle risorse minerarie. Sono numerose le collaborazioni che l'Istituto può vantare, in Italia e all'estero, con Università (Atene, Addis Abeba, Leoben, Sydney, Roma, L'Aquila, Sassari, Cagliari), centri di ricerca (Austrian Research Center, Moscow Institute of Steel and Alloys, Institute of Mining & Processing Technology di Tirana, Institute GEONICS, Russian Academy of Sciences, ING, ENEA), Istituzioni (Ministeri, Soprintendenze, Regioni, Province, Dipartimento Protezione Civile) e aziende (ENI, ANAS, ENEL, Mafei, Sardinian Gold Mining, Sarda Silicati).



## Istituto di Geoscienze e Georisorse IGG

**Sito web:** [www.igg.cnr.it](http://www.igg.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [igg@cnr.it](mailto:igg@cnr.it) **Telefono:** 050 3152372 **Fax:** 050 3152323 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 - c/o Area della Ricerca di Pisa; 56124 Pisa **Direttore:** Gianelli Giovanni **E-mail:** [direttore.igg@cnr.it](mailto:direttore.igg@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.igg@pec.cnr.it](mailto:direttore.igg@pec.cnr.it) **Sezioni:** Firenze, Torino, Roma, Pavia, Pisa, Padova

L'IGG (Istituto di Geoscienze e Georisorse) svolge ricerche di base e applicate nei campi della geologia, geotermia, idrogeologia, geochimica ambientale e confinamento dei gas serra, mineralogia e vulcanologia. L'obiettivo dell'istituto è implementare le conoscenze, sia dei processi geologici che interessano il sistema Terra, sia dell'utilizzo delle risorse, nel quadro di uno sviluppo sostenibile.

L'attività prevede l'analisi dei rischi geologico e sismico; lo studio di materiali naturali e sintetici e le loro applicazioni nel settore dei beni culturali, dell'ambiente e delle georisorse; di processi geodinamici del passato e attuali; del sequestro geo-mineralogico dei gas serra e della circolazione dei fluidi sia in aria che nel sotto-

suolo. Oltre alla cartografia geologica, un altro campo di indagine dell'IGG riguarda le strutture profonde delle aree geotermiche, per lo sfruttamento energetico del calore tramite sistemi geotermici ingegnerizzati (EGS). L'IGG collabora con numerose università italiane e straniere, con alcuni Ministeri (Ambiente, Affari Esteri, Beni Culturali), diversi Enti pubblici (APAT, Protezione Civile, alcune ARPA) e aziende private (Snam Progetti Spa e ENEL Spa). Infine, L'IGG partecipa a progetti coordinati dal Progetto Nazionale Ricerche Antartide, dal Gruppo Nazionale di Vulcanologia dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche, dall'UNESCO, dall'IAEA e dalla Comunità Europea.



## Istituto di Informatica e Telematica IIT

**Sito web:** [www.iit.cnr.it](http://www.iit.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [iit@cnr.it](mailto:iit@cnr.it) **Telefono:** 050 3152123 **Fax:** 050 3152113 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 c/o Area della Ricerca di Pisa; 56124 Pisa **Direttore:** Laforenza Domenico **E-mail:** [direttore.iit@cnr.it](mailto:direttore.iit@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iit@pec.cnr.it](mailto:direttore.iit@pec.cnr.it)

L'IIT (Istituto di Informatica e Telematica) svolge attività di ricerca, valorizzazione, trasferimento tecnologico e formazione nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e delle scienze computazionali. Il numero e la qualità delle pubblicazioni scientifiche e la partecipazione a importanti progetti di ricerca internazionali testimoniano l'importante presenza dell'Istituto nei settori di ricerca e sviluppo per le reti ubiquitarie ad altissima velocità, l'algoritmica, la matematica computazionale, la sicurezza e la privacy, le tecnologie innovative per il Web e la governance dell'internet del futuro. L'integrazione delle attività di ricerca con le applicazioni tecnologiche consente la creazione di servizi ad alto valore aggiunto:

nel 2009, la struttura ha reperito sul mercato il 96% delle proprie risorse, dimostrando elevata capacità di trasferimento tecnologico. L'IIT, inoltre, gestisce il servizio di registrazione dei domini Internet a targa .it (Registro .it) di importanza strategica per l'uso e la diffusione della cultura di Internet in Italia. Con oltre 1.800.000 domini, 2.244 contratti attivi con operatori italiani e stranieri e 900mila utenti finali, il Registro .it è il quinto country code d'Europa e il settimo al mondo. La presenza nell'istituto di competenze sinergiche e complementari è dimostrata dalle numerose collaborazioni nazionali e internazionali: Ican, Ripe, Centr e Isoc, Dimatia, il Registro europeo Eurid, il consorzio Ercim, il Wireless World Research Forum, Assosecurity.



## Istituto di Ingegneria Biomedica ISIB

**Sito web:** [www.isib.cnr.it](http://www.isib.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isib@cnr.it](mailto:isib@cnr.it) **Telefono:** 049 8295702 **Fax:** 049 8295763 **Indirizzo:** Corso Stati Uniti, 4 - Area della Ricerca di Padova; 35127 Padova **Direttore:** Grandori Ferdinando **E-mail:** [direttore.isib@cnr.it](mailto:direttore.isib@cnr.it)  
**Posta elettronica certificata:** [direttore.isib@pec.cnr.it](mailto:direttore.isib@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano, Roma

L'attività di ricerca dell'ISIB (L'Istituto di Ingegneria Biomedica) mira alla prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione della salute umana, in base alle esclusive competenze nel settore della biomedicina. Le direttive principali comprendono i disordini della comunicazione; i metodi e modelli matematici per la ricerca sul metabolismo; il diabete e le sue complicanze; i campi elettromagnetici e il loro impatto sulla salute umana, la strumentazione per diagnostica avanzata e la modellazione di sistemi complessi incerti. Nello studio dei disordini della comunicazione l'ISIB è riconosciuto leader a livello internazionale in tema di screening uditivo nel neonato (sordità pre-verbale) e nell'anziano, e di funzionalità dell'orecchio interno. L'Istituto è

centro di riferimento internazionale nello studio del metabolismo e malattia diabetica. Nel settore dell'imaging diagnostico ha depositato nuovi brevetti e costituito una società di spin-off CNR (Li-tech SpA). L'ISIB collabora in maniera continuativa con organizzazioni internazionali come l'Organizzazione Mondiale della Sanità e il Center for Disease and Control Prevention statunitense, e con università e centri di ricerca nazionali ed internazionali (Università Medica di Vienna; Università di Lund; Trinity College, Dublino; University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA; Institute of Endocrinology, Praga). Infine, lavora con alcune multinazionali del settore biomedicale e farmaceutico tra cui Novo-Nordisk; Novartis; Takeda; Eli-Lilly.



## Istituto sull'Inquinamento Atmosferico IIA

**Sito web:** [www.iaa.cnr.it](http://www.iaa.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [iaa@cnr.it](mailto:iaa@cnr.it) **Telefono:** 06 90625349 **Fax:** 06 90672660 **Indirizzo:** Via Salaria Km 29,300 C.P. 10 - Area della Ricerca di Roma 1; 00015 Monterotondo (RM) **Direttore:** Pirrone Nicola **E-mail:** [direttore.iaa@cnr.it](mailto:direttore.iaa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iaa@pec.cnr.it](mailto:direttore.iaa@pec.cnr.it)

L'IIA (Istituto sull'Inquinamento Atmosferico) svolge attività di ricerca nel campo dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, industriali, remote e in ambienti confinati. Le tematiche affrontate riguardano la valutazione delle criticità ambientali in relazione all'impatto sulla salute, sulle opere d'arte e al danneggiamento di edifici storici; l'osservazione e lo studio delle dinamiche degli inquinanti atmosferici e della qualità dell'aria in aree polari e su scala locale e globale. Obiettivo dell'IIA è lo sviluppo di metodologie e tecnologie per definire lo stato di qualità e sostenibilità ambientale; di modelli integrati di analisi a supporto delle decisioni normative; di metodi e procedure di certificazione per la valutazione della qualità dell'aria e

delle missioni industriali; di sistemi per la gestione delle problematiche e per la diffusione delle conoscenze scientifiche. L'Istituto ha un ruolo di leadership in progetti e programmi Internazionali e collabora con Ministeri (Ambiente, Salute, Difesa, MIUR, Esteri), Università (Calabria, Lecce, Siena, Milano, Roma, Parma, Salerno, Algeri, Ankara, Pechino, Michigan, Washington, Harvard), Organismi e Istituzioni (CE, ONU), Enti e centri di ricerca (ISPESL, ISS, ASI, NILU, Ist. Paul Sherrer in Svizzera, CNRS di Grenoble, Ist. Meteorologico Finlandese, CEAM, Agenzia Cinese e USA per la Protezione dell'Ambiente) e imprese. L'IIA è stato protagonista degli studi condotti per le Olimpiadi di Pechino 2008, l'EXPO 2010 a Shanghai e i Giochi del Commonwealth in India.



## Istituto per il Lessico Intellettuale Europeo e Storia delle Idee • ILIESI

**Sito web:** [www.iliesi.cnr.it](http://www.iliesi.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [iliesi@cnr.it](mailto:iliesi@cnr.it) **Telefono:** 06 86320527 **Fax:** 06 49917215 **Indirizzo:** Via Nomentana, 118 - Villa Mirafiori - Facoltà di Filosofia - Università La Sapienza; 00161 Roma **Direttore:** Pozzo Riccardo  
**E-mail:** [direttore.iliesi@cnr.it](mailto:direttore.iliesi@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iliesi@pec.cnr.it](mailto:direttore.iliesi@pec.cnr.it)

L'ILIESI (Istituto per il Lessico Intellettuale Europeo e Storia delle Idee) svolge la propria attività di ricerca nei settori: storia del pensiero filosofico-scientifico e della terminologia di cultura nelle civiltà greco-romana imperiale, bizantina, ebraica e araba; storia delle idee e della terminologia filosofico-scientifica (età moderna e classica); studio dell'innovazione lessicale di derivazione latina attraverso la stampa quotidiana.

La realizzazione di un'infrastruttura informatica aperta e flessibile, in grado di convertire testi e icone storici cartacei in un ipertesto fruibile e accessibile, ha consentito all'Istituto di sviluppare una metodologia avanzata per l'analisi lessicale dei testi. La finalità principale dell'Istituto

è sperimentare e rendere disponibili nuovi metodi di ricerca nelle discipline per le quali oggi l'Italia presenta risultati di eccellenza.

L'ILIESI ha ricevuto uno starting grant 2010-2015 dallo European Research Council dedicato all'edizione critica e all'interpretazione di testi filosofici di autori greci e romani, in gran parte inediti e conservati nei papiri greco-ercolanesi e greco-egizi. Sono numerose le collaborazioni dell'ILIESI con università e centri di ricerca italiani e stranieri, tra queste si ricordano l'Accademia della Crusca, l'Istituto di Studi sul Rinascimento di Firenze, il Warburg Institute di Londra, il CNRS in Francia, l'European Sciences Foundation, il CETEDOC in Belgio e il Leibniz Archiv di Hannover.



## Istituto di Linguistica Computazionale «Antonio Zampolli» • ILC

**Sito web:** [www.ilc.cnr.it](http://www.ilc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ilc@cnr.it](mailto:ilc@cnr.it) **Telefono:** 050 3152872 **Fax:** 050 3152839 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 - Area della Ricerca; 56124 Pisa **Direttore:** Bozzi Andrea **E-mail:** [direttore.ilc@cnr.it](mailto:direttore.ilc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ilc@pec.cnr.it](mailto:direttore.ilc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova

L'ILC (Istituto di Linguistica Computazionale Antonio Zampolli) svolge attività di ricerca nel campo dell'Humanities Computing progettando sistemi di ricerca sui testi per analisi linguistico-lessicografiche e di filologia computazionale su fonti digitali; realizzando ambienti software per gestire grandi basi di dati testuali morfologicamente e semanticamente marcati; studiando l'edizione critica elettronica on-line di immagini digitali di documenti con grande valore storico e culturale. Tali ricerche sono affiancate da un settore propriamente linguistico-computazionale che analizza sistemi, modelli e metodi per il trattamento automatico del linguaggio naturale. L'ILC è partner di Grek into Arabic: un advanced grant ERC-Ideas a

cui contribuisce con i propri sistemi di filologia assistita dal calcolatore. I risultati e gli sviluppi ottenuti hanno consentito l'instaurarsi di rapporti con società industriali e con realtà nazionali ed internazionali di rilievo. Tra le principali collaborazioni figurano quelle con la Commissione Europea, l'Istituto dell'Enciclopedia Italiana di Roma, la Fondazione Rinascimento Digitale di Firenze, l'Accademia-Biblioteca-Pinacoteca Ambrosiana a Milano, l'European Science Foundation di Strasburgo, la Fundação para a Ciência e a Tecnologia di Lisbona, il Consejo Superior de Investigaciones Científicas di Madrid, la Pushkinskij Dom Russian Academy of Sciences di San Pietroburgo. Con il CNRS francese sarà costituito un LEA (Laboratoire Européen Associé).



## Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra • IMAMOTER

**Sito web:** [www.imamoter.cnr.it](http://www.imamoter.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imamoter@cnr.it](mailto:imamoter@cnr.it) **Telefono:** 0532 735611 **Fax:** 0532 735666  
**Indirizzo:** Via Canal Bianco, 28; 44124 Cassana (FE) **Direttore:** Paoluzzi Roberto **E-mail:** [direttore.imamoter@cnr.it](mailto:direttore.imamoter@cnr.it)  
**Posta elettronica certificata:** [direttore.imamoter@pec.cnr.it](mailto:direttore.imamoter@pec.cnr.it)

La ricerca svolta dall'IMAMOTER (Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra) si articola in otto settori che prevedono l'innovazione di componenti e sistemi a fluido; la robotica non strutturata e mecatronica; l'analisi numerica e sperimentale di strutture e campi fluidi; il monitoraggio e controllo dell'emissione acustica di sorgenti complesse; l'analisi e riduzione di vibrazioni e rumore strutturale; la progettazione di macchine e loro sottosistemi; la meccanizzazione e l'impatto ambientale delle colture; la certificazione, standardizzazione e le prove di macchine agricole e movimento terra. L'IMAMOTER, partecipa a network scientifici come EUROSHNET (European Occupational Safety and Health Network) e FPNI (Fluid Power Net International), e costituisce

il punto di riferimento accademico e industriale per la promozione e divulgazione delle conoscenze su macchine agricole e movimento terra. L'Istituto collabora con molti atenei e politecnici italiani (Ferrara, Modena e Reggio Emilia, Torino e Ancona) e stranieri (Università Politecnica di Catalogna, Danish Technical University e Monash University di Melbourne, e ha instaurato legami con aziende di vari settori produttivi (Case New Holland e Komatsu), piccole e medie imprese, associazioni di categoria, amministrazioni pubbliche (Ministeri, Regioni e ASL), Enti pubblici e privati (Iso, Uni, Cuna, Enama, Ispesl, OECD e Cemagref) e, infine, con l'Istituto di Agrofisica di Lublino, l'Istituto per le macchine da costruzione e miniera di Varsavia, l'Associazione Italiana di Acustica (AIA).



## Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche • IMATI

**Sito web:** [www.imati.cnr.it](http://www.imati.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [imati@cnr.it](mailto:imati@cnr.it) **Telefono:** 0382 548211 **Fax:** 0382 548300 **Indirizzo:** Via Ferrata, 1 c/o Polo Universitario Cravino; 27100 Pavia **Direttore:** Brezzi Franco **E-mail:** [direttore.imati@cnr.it](mailto:direttore.imati@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imati@pec.cnr.it](mailto:direttore.imati@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova, Milano

IMATI (Istituto di matematica applicata e tecnologie informatiche) svolge attività di ricerca in numerosi settori della matematica, dell'informatica e delle loro applicazioni nei campi della modellistica differenziale per l'ingegneria, delle scienze della vita, della statistica matematica, della modellazione geometrica e grafica computazionale, delle tecnologie dell'informazione, delle architetture di elaborazione e calcolo ad alte prestazioni.

L'IMATI, raggruppando competenze multidisciplinari, costituisce una realtà innovativa per le ricerche di base e applicate inserita in vari progetti e network internazionali quali l'Innovative compatible discretization techniques for Partial Differential Equations (GEOPdES), per lo svilup-

po di tecniche isoparametriche per problemi di elettromagnetismo, fluidodinamica ed elasticità; il Mathematics for Shape-Memory Technologies in Biomechanics (BIOSMA), dedicato allo studio modellistico di leghe a memoria di forma per strumentazioni biomediche; lo Shape Memory Alloys to Regulate Transient Responses in civil engineering (SMARTeR); la Rete di Eccellenza AIM@SHAPE sul trattamento della conoscenza associata a forme digitali; la Coordination Action FOCUS K3D per la codifica e l'interscambio di contenuti digitali 3D. L'Istituto partecipa, inoltre, a programmi di ricerca ministeriali e regionali collaborando con Regioni, Ministeri, INGV e Dipartimento della Protezione Civile.



## Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici IMCB

**Sito web:** [www.imcb.cnr.it](http://www.imcb.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imcb@cnr.it](mailto:imcb@cnr.it) **Telefono:** 081 2425928 **Fax:** 081 2425932 **Indirizzo:** Piazzale Vincenzo Tecchio, 80 c/o Facoltà di Ingegneria, Università Federico II; 80125 Napoli **Direttore:** Ambrosio Luigi **E-mail:** [direttore.imcb@cnr.it](mailto:direttore.imcb@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imcb@pec.cnr.it](mailto:direttore.imcb@pec.cnr.it) **Sezioni:** Pisa

**L**e attività dell'IMCB (Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici) sono focalizzate allo sviluppo di nuovi materiali polimerici e compositi con specifiche multifunzionalità, che possano essere tradotti in innovazione di prodotti e processi a basso impatto ambientale necessari per lo sviluppo della green economy. In particolare, l'Istituto è dedicato alla progettazione di strutture multifunzionali a base polimerica bio-inspired e di nuovi green materials con funzioni multiple per applicazioni industriali (trasporti, edilizia, packaging); allo sviluppo di strutture nanometriche composite per applicazioni industriali, di nuovi polimeri naturali e sintetici, semisintetici; alla realizzazione di polimeri e compositi nano-micro-strutturati utilizzati nel-

la produzione di energia alternativa (fotovoltaico e fuel-cells); alla creazione di biomateriali sensibili a stimoli fisico-chimici utili per la medicina rigenerativa, riparativa e il drug delivery. L'IMCB coordina e partecipa a numerosi programmi di ricerca nazionali ed internazionali che interessano diversi settori industriali: biomedicale, packaging, elettronico, trasporto, energia, edilizia, moda e tempo libero. Inoltre, l'Istituto collabora sul territorio con enti locali, imprese e spin-off (Consorzio Campec, OPTOSMART, ACADEMICA LIFE SCIENCE, HYPUCEM) e partecipa a diversi progetti dell'unione europea, cooperando con realtà scientifiche internazionali (Corea, Canada, Cina).



## Istituto dei Materiali per l'Elettronica e il Magnetismo • IMEM

**Sito web:** [www.imem.cnr.it](http://www.imem.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imem@cnr.it](mailto:imem@cnr.it) **Telefono:** 052 12691 **Fax:** 052 1269206 **Indirizzo:** Parco Area delle Scienze 37/A; 43124 Parma **Direttore:** Iannotta Salvatore **E-mail:** [direttore.imem@cnr.it](mailto:direttore.imem@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imem@pec.cnr.it](mailto:direttore.imem@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova

**L'**IMEM (Istituto dei Materiali per l'Elettronica e il Magnetismo) svolge ricerca interdisciplinare coniugando raffinati metodi di crescita, sintesi e studio di materiali con la modellazione teorica e la costruzione di prototipi di dispositivi. L'obiettivo è esplorare proprietà funzionali innovative oltre a implementare e sviluppare applicazioni e prospettive tecnologiche, focalizzate su materiali, processi e prodotti per applicazioni energetiche, sensoristiche, bio-mediche e spaziali. In dettaglio, l'IMEM si dedica alla progettazione di nanostrutture semiconduttrici per il fotovoltaico di nuova generazione, di sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori, di tecnologie per la refrigerazione magnetica a temperatura ambiente, e di sensori per automobili elettriche ad alta efficienza. Le

competenze riconosciute internazionalmente e i recenti brevetti (Spin off Film4Sun) fanno sì che l'IMEM abbia consolidato le proprie collaborazioni di rilievo con Università e centri di ricerca (Université Pierre & Marie Curie di Parigi; M.I.T. Massachusetts Institute of Technology; Università di Saragozza, Porto, Goettingen, Sheffield, Edinburgh, New Hampshire, Bergen, Roma, Torino, Modena, Pavia, Perugia; ESA; N.I.M.S. in Giappone; Imperial College of Science di Londra; Donostia International Physics Center; Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris; I.N.R.I.M.; ASI) e con imprese e aziende (XGroup, Rial Vacuum, C.T.G. Italcementi Group, Ceramiche Marazzi, ST-Microelectronics, Infineon Technologies AG, 5NPlus, ENI - Venezia Tecnologie, HENESIS Srl, QUANTASOL).



## Istituto di Metodologie Chimiche IMC

**Sito web:** [www.mlib.rm.cnr.it](http://www.mlib.rm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imc@cnr.it](mailto:imc@cnr.it) **Telefono:** 06 90625111 - 641 **Fax:** 06 90672519 **Indirizzo:** Via Salaria Km 29,300 C.P. 10 c/o Area della Ricerca di Roma - Montelibretti; 00016 Monterotondo Stazione (RM)  
**Direttore:** Angelini Giancarlo **E-mail:** [direttore.imc@cnr.it](mailto:direttore.imc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imc@pec.cnr.it](mailto:direttore.imc@pec.cnr.it)

L'IMC (Istituto di Metodologie Chimiche) opera nei settori di ricerca della chimica, utilizzando metodologie radiochimiche e di chimica delle radiazioni; cromatografiche, elettroforetiche e gas-cromatografiche; di spettrometria di massa; di risonanza magnetica nucleare. Lo studio dei meccanismi di reazione e l'innovazione nei metodi di analisi hanno reso possibile la realizzazione di applicazioni nei settori alimentare, ambientale, biologico, farmaceutico e dei materiali e beni culturali. Un ruolo fondamentale viene svolto dall'Istituto nello sviluppo di procedure chimiche per la sintesi, la purificazione e la caratterizzazione di materiali, prodotti e processi innovativi, con notevole importanza strategica e nell'applicazione di

metodologie volte alla organizzazione di sistemi complessi, ordinati sulla base di interazioni non-covalenti e progettati per esprimere funzioni preordinate (sensing, catalisi, trasporto). La metodologia chimica viene usualmente adattata alle specifiche esigenze che lo studio settoriale richiede, e necessita di approfondite analisi di base, profonda esperienza e cultura interdisciplinare quali quelle messe a disposizione dall'Istituto. Gli interventi in atto sono frutto di numerose collaborazioni con Università, enti di ricerca nazionali e internazionali con cui sono stati avviati contratti e fondi speciali di sostegno alla ricerca per rispondere alle nuove esigenze sociali e industriali di sviluppo e trasferimento tecnologico.



## Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi IMIP

**Sito web:** [www.imip.cnr.it](http://www.imip.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imip@cnr.it](mailto:imip@cnr.it) **Telefono:** 06 90672235 **Fax:** 06 90672238 **Indirizzo:** Via Salaria km. 29,3 - C.P. 10 c/o Area della Ricerca di Roma - Montelibretti; 00016 Monterotondo Stazione (RM)  
**Direttore:** Avaldi Lorenzo **E-mail:** [direttore.imip@cnr.it](mailto:direttore.imip@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imip@pec.cnr.it](mailto:direttore.imip@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bari, Potenza

L'IMIP (Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi) svolge ricerca di base per la caratterizzazione ed il controllo dei processi chimico-fisici elementari che determinano la reattività in sistemi macroscopici, sia da un punto di vista teorico che sperimentale. A tal fine gli studi scientifici si fondono con attività applicative e di interesse tecnologico nei settori della scienza dei materiali (deposizioni e trattamenti via plasma e laser), dell'aerospazio, dell'energia (fusione), dell'ambiente e della salute. Gran parte delle attività scientifiche dell'IMIP ha richiesto lo sviluppo di strumentazione e know-how per la costruzione di apparecchiature spettroscopiche innovative, per la realizzazione di software di controllo automatico basati su personal com-

puter e per la definizione di nuove metodologie spettroscopiche. Tra le collaborazioni nazionali ed internazionali si segnalano quelle con la Duke University, il Georgia Institute of Technology, la University of North Carolina negli USA; il CIEMAT in Spagna; la Romanian Academy di Bucarest; la Universidade do Minho in Portogallo; le Università di Padova, Catania e Bologna, il Politecnico di Torino e l'ENEA in Italia; il CNRS, il Laboratoire de Genie des Procédés Plasmas et Traitement de Surfaces e il CEA (Commisariat à l'Énergie Atomique) in Francia; lo Ioffe Institute e la State University of Aerospace Instrumentation di San Pietroburgo, il Troitsk Institute of Innovation and Fusion Research di Mosca e l'Institute of Plasma Physics (AVCR) di Praga.



## Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale IMAA

**Sito web:** [www.imaa.cnr.it](http://www.imaa.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imaa@cnr.it](mailto:imaa@cnr.it) **Telefono:** 0971 427260 - 232 **Fax:** 0971 427 264 **Indirizzo:** Contrada S. Loja - C.P. 27 c/o Area della ricerca di Potenza; 85050 Tito Scalo (PZ) **Direttore:** Enzo Lapenna **E-mail:** [direttore.imaa@cnr.it](mailto:direttore.imaa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imaa@pec.cnr.it](mailto:direttore.imaa@pec.cnr.it)

Le attività di ricerca dell'IMAA (Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale) sono rivolte allo sviluppo e all'integrazione di tecnologie per le osservazioni della Terra da satellite, da aereo e dal suolo finalizzate allo studio di processi geofisici ed ambientali. L'approccio fortemente multi-disciplinare consente di affrontare in modo innovativo lo studio di fenomeni ambientali di notevole complessità, percorrendo le linee del programma GMES (Global Monitoring of Environment and Security) e ben collocandosi nella strategia GEOSS (Global Earth Observation System of Systems). Le ricerche dell'Istituto pongono l'attenzione sullo sviluppo di nuove tecnologie e sulla progettazione e realizzazione di facility strumentali di rilevan-

za internazionale tra cui vi sono: le osservazioni atmosferiche, della rete mondiale GRUAN-GCOS UPPER-AIR NETWORK; il sistema di ricezione, elaborazione ed archiviazione di dati satellitari; il Campo Prove sperimentali Hydrogeosite, primo laboratorio full-scale per lo studio di processi idrogeofisici; il Distretto Tecnologico della Regione Basilicata su Osservazioni della Terra e Rischi Naturali e il sistema di mezzi mobili e sensori per piattaforme aeree per emergenze ambientali. L'IMAA partecipa a molti progetti europei, è Centro di Competenza del Dipartimento della Protezione Civile e collabora con soggetti di rilevanza nazionale e internazionale per il sistema territoriale e industriale.



## Istituto per la Microelettronica e Microsistemi IMM

**Sito web:** [www.imm.cnr.it](http://www.imm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [imm@cnr.it](mailto:imm@cnr.it) **Telefono:** 095 5968211 **Fax:** 095 5968 312 **Indirizzo:** Ottava strada, 5 (Zona Industriale) - Istituto di Microelettronica e Microsistemi; 95121 Catania **Direttore:** Spinella Rosario Corrado **E-mail:** [direttore.imm@cnr.it](mailto:direttore.imm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.imm@pec.cnr.it](mailto:direttore.imm@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bologna, Roma, Napoli, Lecce

L'IMM (Istituto per la Microelettronica e Microsistemi) svolge attività scientifica per lo sviluppo di soluzioni innovative nei settori della microelettronica e della sensoristica. In particolare, l'Istituto si occupa della progettazione e realizzazione di tecnologie CMOS sub-32 nm e memorie non volatili; di materiali, processi e dispositivi per l'elettronica di potenza, ad alta frequenza e su substrati plastici; di nuove applicazioni fotovoltaiche e di sensori per applicazioni nel campo dei trasporti, dell'health care e dell'ambient assisted living. La ricerca è condotta sulla base di competenze multidisciplinari (fisica, chimica e ingegneria) e copre aspetti a carattere fondamentale (sviluppo e controllo su scala atomica delle proprietà di nuovi materiali)

e aspetti relativi alle possibili applicazioni tecnologiche (sviluppo di processi per integrare le nanotecnologie in dispositivi microelettronici), lavorando nei laboratori con tecnologie avanzate situati presso la STMicroelectronics e l'Università di Catania. Attraverso la partecipazione a numerosi progetti europei, l'IMM ha stretto numerose collaborazioni con organismi internazionali di ricerca quali il Laboratoire d'Electronique de Technologie et d'Instrumentation (LETI), l'Interuniversity MicroElectronics Center (IMEC), il Centro Nacional de Microelectrónica (CNM), e con diverse industrie top-level del settore dei semiconduttori come STMicroelectronics, Philips, Silvaco, AMD, Tower Semiconductor e Siemens.



## Istituto Motori IM

**Sito web:** [www.im.cnr.it](http://www.im.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [im@cnr.it](mailto:im@cnr.it) **Telefono:** 081 2390768 131 **Fax:** 081 2396097 **Indirizzo:** Via Marconi, 8; 80125 Napoli **Direttore:** Belardini Paola **E-mail:** [direttore.im@cnr.it](mailto:direttore.im@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.im@pec.cnr.it](mailto:direttore.im@pec.cnr.it)

La missione dell'IM (l'Istituto Motori) è lo sviluppo della ricerca e della formazione nel campo della conversione dell'energia e del relativo impatto ambientale, per aumentare la competitività dell'industria nazionale e sostenere l'attività degli organi normativi. Nello specifico l'IM opera nel settore della propulsione, con particolare riferimento ai motori, ai combustibili e ai fenomeni chimico-fisici connessi. L'obiettivo generale è la riduzione degli inquinanti emessi dai motori a combustione interna (MCI) e il miglioramento della loro efficienza, oltre allo studio del processo di combustione in propulsori fuel neutral, anche con utilizzo di combustibili alternativi. Per testare le proprie ricerche l'Istituto dispone di laboratori altamente specializ-

zati. Lunghissimo l'elenco delle collaborazioni: dalle università italiane di Napoli e Roma a quelle di Stoccarda (Germania), Valencia (Spagna), Goteborg (Svezia), Rennes (Francia), Novosibirsk (Russia), Madison (Usa), Istanbul (Turchia). Proficui contatti anche con enti di ricerca italiani ed esteri come il Politecnico di Milano o il VTT finlandese, istituzioni internazionali tra cui l'International Civil Aviation Organisation (ICAO) o italiane come i Ministeri di Ambiente e Salute. Rapporti con le amministrazioni locali (Regione Toscana, Campania) e numerose aziende tra cui Ferrari H.P.E. srl; Isotta Fraschini Motori; Lombardini, Piaggio Veicoli srl; Magneti; Ansaldo ricerche; TSI Inc. U.S.A.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto di Neurobiologia e Medicina Molecolare INMM

**E-mail dell'istituto:** [inmm@cnr.it](mailto:inmm@cnr.it) **Telefono:** 06 501703025 **Fax:** 06 501703311 **Indirizzo:** Via del Fosso di Fiorano, 64, Località Prato Smeraldo - CERC - Centro Europeo di Ricerca sul Cervello; 00143 Roma **Direttore:** Mercanti Delio **E-mail:** [direttore.inmm@cnr.it](mailto:direttore.inmm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.inmm@pec.cnr.it](mailto:direttore.inmm@pec.cnr.it)

L'INMM (Istituto di Neurobiologia e Medicina Molecolare) si occupa principalmente dei meccanismi molecolari che regolano le funzioni cellulari (proliferazione, differenziazione e morte cellulare), ponendo particolare attenzione sia all'analisi dei fattori di crescita cellulare, dove il Fattore di Crescita Nervoso (NGF) svolge un ruolo determinante, sia alla comprensione di malattie come l'Alzheimer. L'obiettivo è quello di sviluppare una strategia terapeutica di prevenzione della neurodegenerazione. Altri rilevanti studi dell'INMM, condotti a livello genetico, biochimico e immunologico, riguardano i determinanti molecolari di patologie umane, e sono per la maggior parte focalizzati sui meccanismi di insorgenza, di prevenzione e di intervento terapeutico. In parti-

colare nei settori dell'oncologia molecolare, delle patologie degenerative, dei processi e patologie dello sviluppo e differenziazione cellulare, delle patologie infettive ed infiammatorie. Le attività di ricerca dell'INMM spaziano in diverse discipline, quali la biologia, la biofisica e le scienze mediche, e l'attività di ricerca di base è affiancata da studi preclinici e di medicina transazionale, offrendo un importante contributo al miglioramento della salute pubblica. L'esperienza e le competenze scientifiche acquisite collocano l'Istituto in numerosi progetti finanziati da varie istituzioni nazionali ed europee (UE, MIUR, Telethon, AIRC) e con realtà di ricerca scientifica internazionale (Katholieke Universiteit Leuven in Belgio e McGill University in Canada).



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto di Neurogenetica e Neurofarmacologia INN

**E-mail dell'istituto:** inn@cnr.it **Telefono:** 070 6754543 **Fax:** 070 6754652 **Indirizzo:** Cittadella Universitaria di Cagliari - S.S 554 bivio per Sestu Km 4,500; 09042 Monserrato (CA) **Direttore:** Cucca Francesco **E-mail:** direttore.inn@cnr.it  
**Posta elettronica certificata:** direttore.inn@pec.cnr.it

L'INN (Istituto di Neurogenetica e Neurofarmacologia) si occupa dell'identificazione e dello studio dei geni implicati nelle malattie monogeniche e nelle malattie complesse, della regolazione dei geni globinici e della ematopoiesi, per il miglioramento dei sistemi di prevenzione e delle cure e lo sviluppo della terapia genica. L'attività scientifica dell'istituto è focalizzata sulle linee di ricerca che riguardano l'analisi delle basi molecolari di patologie ereditarie monogeniche, le indagini inerenti le talassemie e le patologie e i tratti poligenici presenti nelle popolazioni della Sardegna. L'INN possiede, quindi, le tecnologie e le competenze necessarie per la ricerca sul genoma umano nei suoi aspetti strutturali, sull'espressione genica nei diversi

tessuti, sulla funzione dei geni e dei loro prodotti, sulla statistica genetica e per la raccolta di dati fenotipici in banche apposite e la manipolazione in vitro di DNA. Tra le collaborazioni di pregio dell'INN si segnalano quelle negli Stati Uniti d'America con i National Institutes of Health (NIH), la Rockefeller University, il Memorial Sloan Kettering Cancer Center, il Weill Medical College of Cornell University di New York, il Coriell Institute for Medical Research di Camden, il Salk Institute for Biological Studies di La Jolla; in Europa con l'European XLMR Consortium, la Erasmus University di Rotterdam, il Cologne Center for Genomics, l'Università di Monaco, l'Università di Sassari, Cagliari e Verona, varie ASL e ospedali italiani.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto di Neuroscienze IN

**Sito web:** www.in.cnr.it **E mail dell'istituto:** in@cnr.it **Telefono:** 050 3153207 **Fax:** 050 3153210 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 c/o Area di Ricerca; 56124 Pisa **Direttore:** Pozzan Tullio **E-mail:** direttore.in@cnr.it **Posta elettronica certificata:** direttore.in@pec.cnr.it **Sezioni:** Milano, Padova, Roma, Cagliari

L'IN (Istituto di Neuroscienze) promuove la conoscenza dell'organizzazione e del funzionamento del sistema nervoso, e stimola l'applicazione della conoscenza scientifica per la risoluzione e la cura di condizioni patologiche del sistema nervoso. L'Istituto effettua ricerche di base e applicate. Le principali tematiche includono lo sviluppo e la plasticità della circuiteria nervosa; i meccanismi della visione e della cognizione, e di apprendimento e memoria; i processi molecolari alla base della trasmissione neuronale e, in generale, delle interazioni tra glia-neuroni e tra nervo-muscolo; l'omeostasi del calcio; i meccanismi della morte cellulare e le basi neurobiologiche dell'alcolismo e delle tossicodipendenze. Tematiche che sono affrontate applicando tecnologie di

punta, con approcci che spaziano dalla biologia cellulare e molecolare, alla biochimica, biofisica, elettrofisiologia, neuroanatomia, neurofarmacologia, neurochimica e genetica, agli studi comportamentali e psicofisici, neuroinformatici e di brain imaging. In molti casi gli scienziati dell'Istituto hanno messo a punto nuovi protocolli sperimentali e assemblato nuove apparecchiature per affrontare problemi irrisolti con un approccio alternativo. Queste competenze garantiscono all'IN un livello di eccellenza nel contesto internazionale, qualificandolo come una delle realtà italiane più significative per la formazione avanzata nel campo delle neuroscienze. Le collaborazioni con università ed enti di ricerca italiani e stranieri sono infatti numerosissime e prestigiose.



## Istituto Opera del Vocabolario Italiano OVI

**Sito web:** [www.oivi.cnr.it](http://www.oivi.cnr.it) **Telefono:** 055 452841 **Fax:** 055 452843 **Indirizzo:** Via di Castello, 46 c/o Accademia della Crusca, Villa Medicea di Castello; 50141 Firenze **Direttore:** Beltrami Pietro **E-mail:** [direttore.oivi@cnr.it](mailto:direttore.oivi@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.oivi@pec.cnr.it](mailto:direttore.oivi@pec.cnr.it)

L'Opera del Vocabolario Italiano si può dire a buon diritto l'«istituto del vocabolario storico italiano»: attualmente elabora e pubblica online nel proprio sito il Tesoro della Lingua Italiana delle Origini (TLIO), che è la parte relativa alla lingua antica, fino alla fine del Trecento, e proseguirà poi con il lessico delle epoche successive e con l'aggiornamento continuo rispetto allo stato degli studi. Le attività di ricerca dell'istituto si svolgono in funzione di questa grandiosa opera permanente di studio del lessico italiano nella storia. La redazione del vocabolario è supportata da una grande banca dati dell'italiano antico, in costante sviluppo, aperta alla consultazione online libera e gratuita, che è oggi uno degli strumenti di ricerca

più importanti per gli studi di filologia e storia della lingua italiana, fonte riconosciuta del grande Lessico Etimologico Italiano di Saarbrücken. Anche il software è frutto della ricerca dell'OVI: i prodotti più importanti sono GATTO (per la gestione, lemmatizzazione e interrogazione di banche dati su piattaforma locale) e GattoWeb (per l'interrogazione online). Il corpus più importante sviluppato in GATTO al di fuori dell'OVI è ARTESIA (Archivio di Testi Siciliani Antichi), dell'Università di Catania. L'OVI collabora con l'Accademia della Crusca, con l'Università di Zurigo, con l'Università di Notre Dame (Indiana, USA), e con Università italiane dalle quali riceve dottorandi per stages di redazione del TLIO.



## Istituto per i Processi Chimico-Fisici IPCF

**E-mail dell'istituto:** [ipcf@cnr.it](mailto:ipcf@cnr.it) **Sito web:** [www.ipcf.cnr.it](http://www.ipcf.cnr.it) **Telefono:** 050 3152443- 2552 **Fax:** 050 3152230 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 c/o Area di Ricerca; 56124 Pisa **Direttore:** Lami Alessandro **E-mail:** [direttore.ipcf@cnr.it](mailto:direttore.ipcf@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ipcf@pec.cnr.it](mailto:direttore.ipcf@pec.cnr.it) **Sezioni:** Messina, Bari

L'IPCF (Istituto per i Processi Chimico-Fisici) svolge ricerca interdisciplinare su materia soffice, materiali a struttura complessa, sistemi disordinati, interfacce, compositi con nanoparticelle, strutture supramolecolari e biosistemi, rivolta ad estendere la comprensione di sistemi di varia complessità, del loro comportamento e del loro sviluppo. Le principali attività di ricerca riguardano sia lo studio di fenomeni quali l'auto-organizzazione, le interazioni superficiali, il rilassamento, e il trasporto, sia più in generale l'analisi di struttura, dinamica, trasformazioni, reattività e interazioni radiazione-materia. L'IPCF si occupa, inoltre, della progettazione e realizzazione di materiali con proprietà predeterminate, dello sviluppo di modelli

e tecniche teorico-computazionali e analitiche, e di dispositivi e metodologie sperimentali. Le ricerche dell'Istituto sono rivolte ai temi di grande impatto sociale (energia, salute, ambiente) e allo sviluppo di nuovi materiali (biocompatibili e bioattivi) e di tecnologie innovative per l'industria. L'IPCF può contare sulla presenza di laboratori regionali (PolyLab di Pisa, Licryl di Cosenza), di centri di ricerca e sviluppo (SOFT e SMC di Roma) e di una vasta rete di collaborazioni, estesa a tutti i continenti, con prestigiosi enti e centri di ricerca, Università, atenei e industrie. Infine, l'IPCF ha attivato solide partnerships con l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) e l'ILL (Institut Laue Langevin) di Grenoble.



## Istituto per la Protezione delle Piante IPP

**Sito web:** [www.ipp.cnr.it](http://www.ipp.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ipp@cnr.it](mailto:ipp@cnr.it) **Telefono:** 055 5225580 **Fax:** 055 5225666 **Indirizzo:** Via Madonna del Piano 10 - Polo Scientifico di Sesto Fiorentino; 50019 Sesto Fiorentino **Direttore:** Loreto Francesco **E-mail:** [diettore.ipp@cnr.it](mailto:diettore.ipp@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ipp@pec.cnr.it](mailto:direttore.ipp@pec.cnr.it) **Sezioni:** Torino, Portici (NA), Bari

L'IPP (Istituto per la Protezione delle Piante) studia i fattori di stress delle piante, allo scopo di individuare meccanismi di resistenza, metodi di difesa e protezione da stress biotici che contribuiscono al miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni agroalimentari, per una crescita sostenibile e rispettosa dell'ambiente. L'IPP ha competenze multidisciplinari integrate (biochimica, genetica, biologia molecolare, brevetti) e persegue un approccio innovativo che mira a conoscere e a sfruttare la biodiversità delle piante e dei loro ospiti, aggiornando i propri temi di ricerca in accordo con le emergenze e gli argomenti di rilevanza globale. Particolare esperienza riguarda i settori della patologia forestale, della protezione

da stress ambientali, dello studio dei nematodi, della comunicazione delle piante con gli erbivori ed i loro antagonisti, delle relazioni tra piante e simbionti e dell'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi naturali e coltivati. Infine l'IPP conduce una ricerca di eccellenza nello studio delle sostanze volatili, emesse dalle piante e dai loro ospiti, che guidano l'attrazione di insetti utili; questa particolare linea di ricerca, di fondamentale interesse per la lotta biologica, ha portato al recentissimo finanziamento di un importante programma di ricerca dell'European Science Foundation (EUROVOL) coordinato dall'Istituto e al quale hanno aderito altri 19 paesi Europei.



## Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica • IRPI

**Sito web:** [www.irpi.cnr.it](http://www.irpi.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irpi@cnr.it](mailto:irpi@cnr.it) **Telefono:** 075 5014402 **Fax:** 075 5014420 **Indirizzo:** Via Madonna Alta, 126; 06128 Perugia **Direttore:** Guzzetti Fausto **E-mail:** [direttore.irpi@cnr.it](mailto:direttore.irpi@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irpi@pec.cnr.it](mailto:direttore.irpi@pec.cnr.it) **Sezioni:** Torino, Padova, Cosenza, Bari, Firenze

L'IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica) progetta, coordina ed esegue ricerca scientifica e sviluppo tecnologico nel settore dei rischi naturali, in particolare di quelli geo-idrologici (piene, inondazioni, frane, erosione del suolo, instabilità costiera o glaciale, risorse idriche). L'attività è condotta in tutte le scale geografiche e temporali, e in differenti ambiti scientifici (geologici, geomorfologici e climatici), con l'obiettivo di approfondire le conoscenze sui fenomeni naturali potenzialmente pericolosi e sulle interazioni con l'ambiente antropico. Accanto allo sviluppo di soluzioni, prodotti e tecnologie innovative per la mitigazione dei rischi, la pianificazione territoriale e la gestione ambientale, l'IRPI svolge ricerca di

campo e gestisce reti di monitoraggio locali e banche dati utili a Ministeri, Amministrazioni Regionali, Agenzie, e Autorità di Bacino. L'Istituto partecipa alle attività del Piano Spaziale Nazionale finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana e dalla Executive Research Agency; collabora con Università e Enti di Ricerca nazionali ed esteri quali l'U.S. Geological Survey (USA), il Public Work Research Institute (Giappone), il Lamont-Doherty Earth Observatory (USA), il King's College London (UK) e l'Indian Institute of Technology (India). Dal 2005, inoltre, l'IRPI è diventato Centro di Competenza del Dipartimento nazionale della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri.



## Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo CERIS

**Sito web:** [www.ceris.cnr.it](http://www.ceris.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ceris@cnr.it](mailto:ceris@cnr.it) **Telefono:** 011 6824911 **Fax:** 011 6824966 **Indirizzo:** Via Real Collegio, 30; 10024 Moncalieri (TO) **Direttore:** Rolfo Secondo **E-mail:** [direttore.ceris@cnr.it](mailto:direttore.ceris@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ceris@pec.cnr.it](mailto:direttore.ceris@pec.cnr.it) **Sezioni:** Roma, Milano

Il Ceris (l'Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo) svolge ricerca finalizzata allo studio dell'economia applicata e dell'impresa, ponendo particolare enfasi sull'economia industriale, sull'innovazione e sullo sviluppo territoriale. L'istituto può contare su un'equipe di ricercatori fortemente interdisciplinare, e su uno stretto rapporto con il mondo accademico, politico e produttivo, che consentono al Ceris di aggiornare spesso le proprie ricerche riportandole all'evoluzione dell'economia reale e delle discipline economiche. Recentemente, le competenze si sono estese all'ambito dell'economia ambientale e delle politiche della scienza, e sono state attivate con successo altre linee di attività riguardanti la valutazione delle politi-

che pubbliche, l'analisi del mercato del lavoro e l'impatto di arte e cultura sullo sviluppo locale. Il Ceris utilizza metodologie di ricerca interdisciplinari ed è strettamente legato al mondo accademico, politico e produttivo. Tra i suoi interlocutori ricorrenti ci sono diversi Ministeri, numerose Regioni, Agenzie pubbliche, Camere di Commercio, Associazioni sindacali e di categoria e singole imprese. Inoltre, negli ultimi anni il Ceris ha accentuato i propri contatti internazionali partecipando a numerosi programmi dell'Unione Europea, tra cui Erawatch, Imera, Equal, Tempus Meda, e a reti europee (PRIME, ESTO e Gate 2 Growth). Infine, l'istituto può vantare numerosi accordi con Università ed Istituti stranieri.



## Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali • IRPPS

**Sito web:** [www.irpps.cnr.it](http://www.irpps.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irpps@cnr.it](mailto:irpps@cnr.it) **Telefono:** 06 492724200 **Fax:** 06 49383724 **Indirizzo:** Via Palestro, 32; 00185 Roma **Direttore:** Avveduto Sveva **E-mail:** [direttore.irpps@cnr.it](mailto:direttore.irpps@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irpps@pec.cnr.it](mailto:direttore.irpps@pec.cnr.it) **Sezioni:** Salerno

IRPPS (Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali) studia le tematiche demografiche e migratorie, i sistemi di welfare, le politiche sociali, la politica della scienza, la tecnologia e l'alta formazione, i rapporti tra scienza e società e la creazione, accesso e diffusione della conoscenza e delle tecnologie dell'informazione. Integrando analisi, studi teorici ed empirici, l'Istituto analizza in particolare le relazioni tra le tendenze della popolazione e lo sviluppo socio-economico; le dinamiche sociali all'interno dei sistemi di welfare e gli studi di genere; i comportamenti sociali e demografici; la didattica e la comunicazione pubblica della scienza; i modelli e i sistemi di accesso all'informazione e alle tecnologie; la

sanità elettronica e il mutamento della società secondo la diffusione dell'informazione. L'IRPPS ha come obiettivo finale lo sviluppo di capacità utili per rispondere ai bisogni della società nelle proprie aree di competenza, e per fornire strumenti e metodi conoscitivi per applicare i risultati della ricerca in un ampio contesto socio-economico. L'Istituto si avvale di numerose collaborazioni nazionali e internazionali, anche in forma di convenzione o consorzio, con università ed enti, partecipa a network di policy e ricerca (Ocse, UE, Unesco) e, infine, usufruisce di finanziamenti provenienti dalla Commissione Europea, da enti pubblici e locali, da imprese ed enti privati.



## Istituto di Ricerca sulle Acque IRSA

**Sito web:** [www.irsa.cnr.it](http://www.irsa.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irsa@cnr.it](mailto:irsa@cnr.it) **Telefono:** 06 90672850 **Fax:** 06 90672787 **Indirizzo:** Via Salaria Km 29,300 C.P. 10 - Area della Ricerca Roma 1; 00016 Monterotondo Stazione (RM) **Direttore:** Maurizio Pettine **E-mail:** [direttore.irsa@cnr.it](mailto:direttore.irsa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irsa@pec.cnr.it](mailto:direttore.irsa@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bari, Brugherio (MI)

L'IRSA (Istituto di Ricerca sulle Acque) svolge attività di ricerca nei settori della gestione e protezione delle risorse idriche e nello sviluppo di metodologie e tecnologie per la potabilizzazione e il trattamento delle acque di scarico. L'Istituto opera attraverso lo sviluppo di ricerca innovativa, attività pre-normativa, formazione ed informazione sulle problematiche delle acque italiane e, in particolare, sul rapporto tra ecosistemi acquatici e gli impatti antropici, sugli effetti degli inquinanti, sulla gestione di fanghi e rifiuti solidi, sul recupero di siti contaminati, sulla gestione sostenibile delle risorse idriche e sulle interazioni tra acque sotterranee e superficiali. Le ricadute di tali attività hanno una valenza sia in ambito scientifico che tecnico-consultivo presso varie ammini-

strazioni pubbliche, Enti di gestione e industrie. L'IRSA partecipa ad attività di ricerca bilaterali per la protezione delle acque comuni (Italia-Svizzera) e multilaterali (Himalaya e Karakoram) ed è il rappresentante italiano nella rete europea di organismi di ricerca sulle acque (EurAqua), nella Water Sanitation and Supply Technology Platform (MSMG) e nella International Water Association (IWA). Tra le collaborazioni di prestigio, quelle con il Centre for Water Research in Australia, la Queen's University in Canada, la Aachen University of Technology in Germany, la Delft University of Technology in Olanda, la Cranfield University in UK, lo Swiss Federal Institute of Technology e con Istituti di ricerca nepalesi, cinesi, giapponesi e pakistani.



## Istituto di Ricerche sulla Combustione IRC

**Sito web:** [www.irc.cnr.it](http://www.irc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irc@cnr.it](mailto:irc@cnr.it) **Telefono:** 081 7682245 **Fax:** 081 5936936 **Indirizzo:** Piazzale Vincenzo Tecchio, 80 - Dipartimento di ingegneria chimica, Università Federico II; 80125 Napoli **Direttore:** Salatino Piero **E-mail:** [direttore.irc@cnr.it](mailto:direttore.irc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irc@pec.cnr.it](mailto:direttore.irc@pec.cnr.it)

L'IRC (Istituto di Ricerche sulla Combustione) svolge attività di ricerca dedicate allo studio dei processi di combustione, sia con riferimento alle applicazioni connesse con le conversioni energetiche e la propulsione, che alle manifestazioni indesiderate quali incendi, esplosioni e rilasci accidentali. Le linee di ricerca dell'IRC si sono sviluppate negli anni di pari passo con l'emergere delle problematiche energetiche, ambientali e della sostenibilità connesse allo sviluppo tecnologico. Recentemente, dunque, nuova enfasi è stata rivolta allo sviluppo di tecnologie e percorsi di conversione energetica basati su fonti rinnovabili e su combustibili fossili compatibili con la cattura ed il sequestro della CO<sub>2</sub>. Parallelamente, l'IRC per-

segue nuovi indirizzi di ricerca coerenti con la nuova emergenza ambientale. L'Istituto ha acquisito stabilmente una posizione internazionale di primo piano nel settore dell'energia e può contare su una fitta rete di collaborazioni di rilievo con industrie e aziende (ENEL, ENI, Ansaldo, FIAT, EDF, Alstom), organismi governativi (Dipartimento per la Protezione Civile, enti preposti alle norme per la sicurezza e la prevenzione) e, infine, istituzioni universitarie e di ricerca (Università di Napoli Federico II, Politecnici di Milano e di Torino, INFN e ENEA, MIT, University of Cambridge, University College of London, Imperial College of London, Chalmers University of Technology - Göteborg, Technical Universität Hamburg-Harburg, CANMET).



## Istituto di Ricerche sulle Attività Terziarie IRAT

**Sito web:** [www.irat.cnr.it](http://www.irat.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irat@cnr.it](mailto:irat@cnr.it) **Telefono:** 081 2470953 **Fax:** 081 2470956 **Indirizzo:** Via Michelangelo Schipa, 91; 80122 Napoli **Direttore:** Morvillo Alfonso **E-mail:** [direttore.irat@cnr.it](mailto:direttore.irat@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irat@pec.cnr.it](mailto:direttore.irat@pec.cnr.it)

**L**e attività di ricerca condotte presso l'IRAT (Istituto di Ricerche sulle Attività Terziarie) hanno l'obiettivo di studiare i servizi del settore economico e delle attività strategiche per la competitività delle imprese, focalizzandosi sui settori chiave (porti, trasporti e logistica, turismo, beni culturali, assicurazioni, pubblica amministrazione, sanità), con un ruolo fondamentale per la competitività del sistema paese. Il know-how utilizzato spazia dall'applicazione delle metodologie di analisi economico-aziendale e settoriale, alla valorizzazione strategica di risorse culturali e turistiche; dalla configurazione e integrazione dei network a livelli di impresa, di supply chain e di territori, alla promozione della sostenibilità delle strategie di sviluppo del-

le imprese e delle economie locali nell'ottica di favorire imprenditorialità e misure di sostegno pubblico per l'innovazione. L'IRAT collabora con Università, centri di ricerca e imprese tra cui l'Heriot-Watt-Logistics Research Centre (Edimburgo), il National Institute of Transport and Logistic (Dublino), l'International Association of Maritime Economics (IMEA), l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS), la London Metropolitan University, il Policy Center on Commodity Flows (Belgio), la British Columbia University, l'École Supérieure du Commerce Extérieur (Parigi), l'Association for Tourism and Leisure Education (ATLAS), l'International Association of Scientific Experts in Tourism (Aiest), l'IBM Italia e la Fox-Bit Srl.



## Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente • IREA

**Sito web:** [www.irea.cnr.it](http://www.irea.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irea@cnr.it](mailto:irea@cnr.it) **Telefono:** 081 5707999 - 945 **Fax:** 081 5705734 **Indirizzo:** Via Diocleziano, 328; 80124 Napoli **Direttore:** Bucci Ovidio Mario **E-mail:** [direttore.irea@cnr.it](mailto:direttore.irea@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irea@pec.cnr.it](mailto:direttore.irea@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano

**L'**IREA (Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente) svolge ricerca mirata allo sviluppo di metodologie e tecnologie per l'acquisizione, l'elaborazione, la fusione, l'interpretazione e la rappresentazione di dati derivati dai sensori di tipo elettromagnetico su satellite, aereo e in situ, finalizzate al monitoraggio dell'ambiente e del territorio, alla diagnostica non invasiva di manufatti e sistemi biologici, alla valutazione del rischio associato ai campi elettromagnetici. La compresenza e integrazione di competenze multidisciplinari (sensoristica, elaborazione dei segnali e dell'informazione, informatica, geomatica, elettromagnetismo, biologia) inserisce l'Istituto nel contesto della ricerca nazionale e internazionale e lo integra appieno con

la realtà economica ed istituzionale, in numerosi settori tecnologici e applicativi dell'ICT. L'IREA collabora con le Università di Leicester, Keele, Delft, Kuopio, Politecnica di Catalogna, Tecnica di Istanbul, Stanford, San Antonio, South California, Maryland, Trento, Firenze, Pisa, Bologna, Roma, Napoli, Salerno, Reggio Calabria e Politecnico di Milano; con numerosi Enti e centri di ricerca quali l'Institute for Environment and Sustainability - European Commission, l'Institute for Snow and Avalanche Research (CH), l'Institut Fresnel - CNRS (FR), il CSIRO Land & Water (AUS), il JPL (USA), l'INGV, l'ASI; con Aziende ed Enti locali; con la Regione Campania (CeRICT e AMRA), il CNIT, l'ICEMB e, infine, con il Dipartimento della Protezione Civile.



## Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici ISTEC

**Sito web:** [www.istec.cnr.it](http://www.istec.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [istec@cnr.it](mailto:istec@cnr.it) **Telefono:** 0546 699711 **Fax:** 0546 699719 **Indirizzo:** Via Granarolo, 64; 48018 Faenza (RA) **Direttore:** De Portu Goffredo **E-mail:** [direttore.istec@cnr.it](mailto:direttore.istec@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.istec@pec.cnr.it](mailto:direttore.istec@pec.cnr.it)

**O**biiettivo dell'ISTEC (Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici) è l'approfondimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche nei vari settori applicativi dei materiali ceramici, per l'innovazione industriale e la formazione scientifica e professionale nel contesto nazionale ed internazionale. Gli studi multidisciplinari dell'Istituto si articolano nei campi dei ceramici avanzati con elevate prestazioni meccaniche per la sostituzione ossea e la medicina rigenerativa (bio-ceramici), per le applicazioni elettriche ed energetiche (elettroceramici, piezo-elettrici, celle fotovoltaiche), per l'edilizia eco-compatibile e per il patrimonio culturale (ceramici e malte, mosaico e materiali lapidei, tecnologie multimediali). L'ISTEC si col-

loca, dunque, come cerniera tra la scienza dei materiali e le applicazioni provenienti dalle ricerche di base, rafforzando così la propria attività di trasferimento tecnologico verso le imprese e consolidando le sue prestigiose collaborazioni con NASA, US Air Force (AFOSR), Istituto per i Materiali Ceramici di Shanghai (SIC), Institut für Angewandte Geowissenschaften Germania, Istituti Ortopedici Rizzoli, University Hospital di Basilea, Corning University di New York, ESRF Grenoble, CSIC di Madrid, Technical University of Eindhoven e le Università di Siviglia e Iasi. L'ISTEC, infine, dirige il progetto Research Institute for Nanoscience a Kyoto e partecipa a quello di addestramento per restauratori presso Damasco in Siria.



## Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione «Alessandro Faedo» • ISTI

**Sito web:** [www.isti.cnr.it](http://www.isti.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isti@cnr.it](mailto:isti@cnr.it) **Telefono:** 050 3152878 **Fax:** 050 3152811 **Indirizzo:** Via Giuseppe Moruzzi, 1 c/o Area di Ricerca di Pisa; 56124 Pisa **Direttore:** Montani Claudio **E-mail:** [direttore.isti@cnr.it](mailto:direttore.isti@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isti@pec.cnr.it](mailto:direttore.isti@pec.cnr.it)

**L'**ISTI (Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione A. Faedo) svolge attività di formazione, trasferimento di conoscenze e tecnologie nel settore della Computer Science e, più in generale, dell'ICT. L'attività interdisciplinare dell'ISTI si articola principalmente all'interno di cinque grandi aree tematiche: Networking, per l'analisi di aspetti rilevanti delle reti (wireless, internet) e delle nuove tecnologie correlate (domotica); Knowledge, per attività connesse all'accesso e al filtraggio intelligente dell'informazione, al social networking, alle biblioteche digitali pervasive, al data mining, alle varie interfacce utente; Software, per la sperimentazione e validazione dei sistemi software complessi e per la certificazione di prodotti e

processi ICT; Visual and High Performance Computing, per la grafica, l'imaging e la ricostruzione 3D di superfici e immagini; Flight and Structural Mechanics, per la dinamica e la fisica di astri e asteroidi, la modellazione dei detriti spaziali, il controllo del volo di palloni stratosferici e satelliti, la termomeccanica dei solidi. Attualmente l'ISTI ha circa 90 progetti di ricerca attivati con la Commissione Europea, gli Enti locali, le Regioni e i Ministeri e collabora con numerose industrie e aziende tra cui Fiat Auto, Ericsson Italia, Gruppo Almagora, Alstom Trasporti, ST Microelectronics, Finmeccanica-Alenia Aeronautica, Gruppo di supermercati Coop.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima ISAC

**Sito web:** [www.isac.cnr.it](http://www.isac.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isac@cnr.it](mailto:isac@cnr.it) **Telefono:** 051 6399619 - 626 **Fax:** 051 6399658 **Indirizzo:** Via Piero Gobetti, 101 - Area della Ricerca di Bologna; 40129 Bologna **Direttore:** Anfossi Domenico **E-mail:** [direttore.isac@cnr.it](mailto:direttore.isac@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isac@pec.cnr.it](mailto:direttore.isac@pec.cnr.it) **Sezioni:** Lecce, Roma, Torino

Le principali tematiche in cui si svolge la ricerca dell'ISAC (Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima) riguardano la meteorologia di base e applicata, la dinamica e la struttura dell'atmosfera, la climatologia dinamica (variabilità, cambiamenti e predicibilità del clima) e la regionalizzazione del clima. Le metodologie di indagine utilizzate sono quelle proprie della fluidodinamica geofisica (analitiche, numeriche, modellistiche e di analisi dati) e sono affiancate da campagne osservative ed esperimenti in laboratori e osservatori avanzati. Le osservazioni della Terra sono ulteriore settore di attività dell'ISAC, che utilizza dati rilevati dallo spazio, dal suolo e in situ per lo studio di processi e fenomeni fisici che avvengono nell'at-

mosfera terrestre e nel mare, con specifico interesse verso le aree geografiche delle medie latitudini, mediterranea e alpina. L'istituto partecipa a vari accordi bilaterali con Paesi Europei ed extraeuropei tra cui USA, Russia, Corea del Sud, Israele, Messico, Brasile, Argentina e partecipa a un centinaio di progetti di ricerca nazionali e internazionali, collaborando con Università italiane e straniere e con i maggiori centri di ricerca tra cui ENEA, INGV, UGM dell'Aeronautica Militare, APAT, ARPA Regionali, Agenzia Spaziale Italiana, Alenia Spazio, EV-K2-CNR in Italia; ESA, CNRS, ECMWF, UK Met Office, Max Planck Institutes, DLTR, GKSS, IMK in Europa; UFRGS, UFSM in Brasile e NOAA, NASA, NCAR negli Stati Uniti.



## Istituto di Scienze dell'Alimentazione ISA

**Sito web:** [www.isa.cnr.it](http://www.isa.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isa@cnr.it](mailto:isa@cnr.it) **Telefono:** 082 5299111 - 092 **Fax:** 082 5781585 **Indirizzo:** Via Roma, 64; 83100 Avellino **Direttore:** Coppola Raffaele **E-mail:** [direttore.isa@cnr.it](mailto:direttore.isa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isa@pec.cnr.it](mailto:direttore.isa@pec.cnr.it)

L'ISA (Istituto di Scienze dell'Alimentazione) si occupa di ricerca, valorizzazione, formazione e trasferimento tecnologico nel settore delle scienze dell'alimentazione, utilizzando approcci innovativi. In particolare, l'Istituto conduce studi nei campi della caratterizzazione del modello alimentare mediterraneo, degli studi di popolazioni, delle tecnologie alimentari propriamente dette, della salute, della tracciabilità e sicurezza alimentare, della conservazione e qualità delle produzioni agroalimentari e della bioinformatica per lo studio di patologie umane e intolleranze alimentari.

Grazie a un attrezzato centro di spettrometria di massa, tra i più moderni in Europa, e a competenze nella genomica funzionale, proteomica

e metabolomica, l'ISA partecipa a diversi progetti e reti internazionali. Tra questi si annovera NOCHEMFOOD sull'utilizzo di estratti naturali come sostituti di additivi chimici nei salumi; IDEFICS sugli effetti di nutrizione, attività fisica, fattori ambientali, genetici e sociali nelle patologie infantili; MAC-Oils per mappare e confrontare le caratteristiche chimico-fisiche, organolettiche e salutistiche di otto diversi oli alimentari. Le numerose e specifiche competenze dell'Istituto contribuiscono all'instaurarsi di collaborazioni con la comunità scientifica nazionale e internazionale, gli Enti pubblici locali, i Ministeri, le Regioni, le PMI e forniscono informazioni utili per le varie Associazioni di consumatori.



## Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari ISPA

**Sito web:** [www.ispa.cnr.it](http://www.ispa.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ispa@cnr.it](mailto:ispa@cnr.it) **Telefono:** 080 5929333 – 359 **Fax:** 080 5929373 **Indirizzo:** Via Amendola, 122/0; 70126 Bari **Direttore:** Visconti Angelo **E-mail:** [direttore.ispa@cnr.it](mailto:direttore.ispa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ispa@pec.cnr.it](mailto:direttore.ispa@pec.cnr.it) **Sezioni:** Sassari, Lecce, Torino, Milano

L'ISPA (Istituto di Scienze delle Preparazioni Alimentari) è una delle realtà internazionali di eccellenza nella ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico per il miglioramento della qualità e della sicurezza dei prodotti alimentari, e realizza azioni sinergiche tra ricerca e mondo produttivo supportando l'innovazione di tutte le imprese nazionali del settore agroalimentare.

Nel campo della sicurezza alimentare l'ISPA sviluppa metodologie innovative per la determinazione di micotossine, funghi tossigeni, microrganismi patogeni, ed allergeni per la sicurezza d'uso delle materie prime e degli alimenti (cereali, vino, pasta, latte, baby foods e frutta secca); per la valorizzazione delle produzioni

locali (prodotti caseari, pane, salumi) e per lo sviluppo di nuovi alimenti probiotici e funzionali da prodotti tipici locali italiani e esteri. L'Istituto è impegnato, inoltre, nello studio della biodiversità molecolare dei microrganismi, delle biotecnologie per la produzione di molecole funzionali (antiossidanti, proteine, enzimi), delle tecniche innovative per la qualità e la conservabilità dei prodotti ortofrutticoli. Tra le collaborazioni strategiche e consolidate dell'ISPA vi sono quelle con realtà leader nel panorama agroalimentare mondiale (FAO, EFSA, FSA, USDA) e nel mondo industriale (Barilla, Syngenta, Bayer, Thermo, Copaim), e con i vari partner dei progetti di ricerca finanziati nell'ambito di programmi di sostegno regionali, nazionali ed europei.



## Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione • ISTC

**Sito web:** [www.istc.cnr.it](http://www.istc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [istc@cnr.it](mailto:istc@cnr.it) **Telefono:** 06 44595246 **Fax:** 06 44595243 **Indirizzo:** Via S. Martino della Battaglia, 44; 00185 Roma **Direttore:** Castelfranchi Cristiano **E-mail:** [direttore.istc@cnr.it](mailto:direttore.istc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.istc@pec.cnr.it](mailto:direttore.istc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Padova, Roma, Roma, Trento

L'ISTC (Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione) svolge attività di ricerca, valorizzazione, di trasferimento tecnologico e formazione nel campo dei processi cognitivi, comunicativi e linguistici. Luogo di nascita delle scienze cognitive in Italia, l'ISTC studia gli aspetti di acquisizione, elaborazione, deficit, multimodalità e tecnologie nel settore della comunicazione; analizza teorie del parlato e della variabilità linguistica e meccanismi di sviluppo cognitivo, apprendimento e socializzazione nei bambini e nei primati non umani.

Altri settori di indagine scientifica sono i sistemi artificiali (intelligenza, vita e società), le tecnologie della conoscenza (reti neurali, robotica autonoma), la cognizione sociale (compor-

tamenti, motivazioni, trasmissione, processi culturali), la qualità dell'ambiente, salute e società (prevenzione, educazione, integrazione, handicap, progettazione di tecnologie).

L'ISTC ha una consolidata rete di collaborazioni internazionali con numerosi centri di ricerca (Santa Fe Institute, Max Planck, Karolinska Institute, IRIT CNRS, PRI-Kyoto, AT&T lab & Bell Lab, CSRL in Colorado, CSLU in Oregon, l'Haskins Lab. di New Haven, CSIC-IIIa di Barcelona, Complex Systems I. di Cambridge, IPO in Olanda) e università (Lisbona, Manchester, Beirut, Surrey, Utrecht, Amsterdam, Parigi, Nijmegen, Madrid, Barcellona, Montreal, Osaka, Aix-en-Provence, Yale, California, Amherst, Atlanta, Londra).



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari ISTM

**Sito web:** [www.istm.cnr.it](http://www.istm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [istm@cnr.it](mailto:istm@cnr.it) **Telefono:** 02 50314401 **Fax:** 02 50313927 **Indirizzo:** Via Camillo Golgi, 19 c/o Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica, Università degli Studi di Milano; 20133 Milano **Direttore:** Psaro Rinaldo **E-mail:** [direttore.istm@cnr.it](mailto:direttore.istm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.istm@pec.cnr.it](mailto:direttore.istm@pec.cnr.it) **Sezioni:** Padova, Perugia

L'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari (ISTM) con sede principale a Milano presso i Dipartimenti Chimici dell'Università degli Studi di Milano, è inoltre costituito da due unità organizzative di supporto (UOS) a Padova e Perugia, e da due unità di ricerca presso terzi (URT) rispettivamente a Firenze e Catania.

Le attività di ricerca condotte dall'ISTM hanno come obiettivo primario l'approfondimento e la diffusione delle conoscenze nel settore delle scienze chimiche (inorganica, organica, industriale, chimica fisica, teorica e computazionale). Nel settore di punta dei materiali nanostrutturati ISTM possiede tutte le competenze per portare contributi anche per una ricaduta nei settori industriali che operano nella chimica so-

stenibile, nell'elettronica miniaturizzata, nell'optoelettronica, nell'informatica, nella nanomedicina e nella diagnostica, nell'energy storage, nella farmaceutica. Una specificità dell'Istituto è la consolidata sinergia con il mondo accademico locale e nazionale, non solo per la ricerca ma anche per l'alta formazione. A livello internazionale sono state attivate numerose collaborazioni di prestigio tra cui quelle con la Danish National Research Foundation, Max-Planck di Dresda, The Getty Conservation Institute, Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca e della Russia, CNRS Montpellier, e con numerose università (Princeton, Melbourne, EPF Lausanne, ETH Zurigo, Oviedo, Saragoza, Cardiff, Oxford, Belfast).



## Istituto di Scienze Marine ISMAR

**Sito web:** [www.ismar.cnr.it](http://www.ismar.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ismar@cnr.it](mailto:ismar@cnr.it) **Telefono:** 041 2404702 **Fax:** 041 5204126 **Indirizzo:** Riva Sette Martiri - Castello 1364/A; 30122 Venezia **Direttore:** Trincardi Fabio **E-mail:** [direttore.ismar@cnr.it](mailto:direttore.ismar@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ismar@pec.cnr.it](mailto:direttore.ismar@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bologna, Pozzuolo Leric (SP), Ancona, Lesina (FG), Trieste, Genova

L'ISMAR (Istituto di Scienze Marine) effettua ricerche nel campo dell'oceanografia fisica, chimica e biologica; della geologia marina; della tecnologia e biologia della pesca. In particolare, la biologia marina è presente con competenze legate all'ecologia del plancton e del bentos e di ecotossicologia, alla genetica e alle biotecnologie della riproduzione, nonché alla maricoltura ed alla valutazione degli stock di pesca. L'oceanografia chimica con studi sui cicli biogeochimici di ambienti diversi, mentre l'oceanografia fisica con ricerche sulle correnti e sulla dispersione e il trasporto, l'interazione aria-mare e l'influenza con il clima. Questi studi vengono effettuati mediante metodiche fluodinamiche, la modellizzazione oceanico-ecosistema e il telerilevamento. La geologia

marina si occupa principalmente di tettonica, stratigrafia e paleoclimatologia ma anche di sedimentologia e geologia ambientale e, con particolare riferimento alla laguna di Venezia, di subsidenza e di idrogeologia.

Le tecnologie legate all'ambiente marino in sviluppo presso ISMAR sono legate all'acustica della pesca e alla tecnologia della nave e degli attrezzi da pesca, oltre che nel settore della sicurezza e salute sulle navi da pesca. Infine, un altro campo di indagine è dedicato allo studio della protezione dalla corrosione e dal fouling dei materiali d'impiego marino. L'ISMAR con sedi e sezioni a Venezia, Bologna, Ancona, Trieste, Lesina, Leric e Genova si caratterizza per la sua forte presenza sul territorio e lo stretto legame con le realtà locali.



## Istituto di Scienze Neurologiche ISN

**Sito web:** [www.isn.cnr.it](http://www.isn.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isn@cnr.it](mailto:isn@cnr.it) **Telefono:** 0984 98011 **Fax:** 0984 969306 **Indirizzo:** Località Burga - Piano Lago; 87050 Mangone (CS) **Direttore:** Gambardella Antonio **E-mail:** [direttore.isn@cnr.it](mailto:direttore.isn@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isn@pec.cnr.it](mailto:direttore.isn@pec.cnr.it) **Sezioni:** Catanzaro, Catania

L'ISN (Istituto di Scienze Neurologiche) conduce studi in fisiopatologia, clinica, diagnosi e terapia delle malattie del sistema nervoso, ponendo particolare attenzione alle forme ereditarie. Fornisce inoltre prestazioni diagnostiche di genetica molecolare, neuroimmagini e biochimica altamente specializzate. L'Istituto svolge ricerca per la realizzazione di nuovi farmaci, protocolli terapeutici e biotecnologie e ha, come discipline di interesse primario, la biochimica (proteomica del sistema nervoso, farmacocinetica, markers biochimici); la genetica molecolare (malattie neurologiche familiari, analisi genotipo-fenotipo, farmacogenetica) e di popolazione (studio genetico della popolazione calabrese); la genomica funzionale (regolazione

genica in condizioni fisiopatologiche); la neuropediatria (sindromi neurocutanee, malattie neuromuscolari dell'infanzia); la neurobiologia cellulare e molecolare (cellule neuronali in condizioni normali e patologiche) e, infine, la neurofarmacologia (influenza di farmaci sul SNC). L'ISN ha, nel tempo, consolidato le proprie collaborazioni con Istituti, centri di ricerca e atenei universitari quali il National Institutes of Neurological Disorders and Stroke, la Columbia University, la Cornell University, la Mayo Clinic Rochester e i NIH in USA, la University of Antwerpen in Belgio, la McGill University di Montreal, la Kanazawa University in Giappone, la University of Essen in Germania, e la University of Melbourne Austin and Repatriation Centre in Australia.



## Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività • ISOF

**Sito web:** [www.isof.cnr.it](http://www.isof.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isof@cnr.it](mailto:isof@cnr.it) **Telefono:** 051 6399770 - 773 **Fax:** 0516399844 **Indirizzo:** Via Piero Gobetti, 101 c/o Area della Ricerca di Bologna; 40129 Bologna **Direttore:** Seconi Giancarlo **E-mail:** [direttore.isof@cnr.it](mailto:direttore.isof@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isof@pec.cnr.it](mailto:direttore.isof@pec.cnr.it) **Sezioni:** Ferrara

La vocazione dell'ISOF (Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività) è quella di effettuare ricerche nel campo della progettazione e sintesi di strutture molecolari e supramolecolari con funzioni d'uso programmate, e di studiare processi fondamentali in sistemi complessi di interesse chimico, fisico e biologico. In particolare, vengono sviluppati, grazie a raffinate metodologie di sintesi, progettazione e caratterizzazione, nuovi processi sintetici e materiali con elevate prestazioni; si approfondiscono i meccanismi dei processi bio-organici; si caratterizzano spettroscopicamente specie instabili (radicali, stati eccitati, intermedi di reazione).

Le tematiche di ricerca dell'Istituto sono indirizzate verso obiettivi di grande rilevanza quali la

chimica sostenibile, i processi radicali di interesse biologico, le applicazioni industriali, la conversione dell'energia luminosa in energia chimica, l'immagazzinamento e trasferimento dell'informazione molecolare, la fotocatalisi per il disinquinamento e lo sviluppo di materiali biocompatibili, e per la fotonica e l'elettronica. L'ISOF collabora a livello nazionale e internazionale con varie Università (Urbino, Alessandria, Padova, Ancona, Salerno, Bologna, Ferrara, Campinas in Brasile), con l'Istituto Superiore di Sanità a Roma, l'European Synchrotron Radiation Facility di Grenoble, il German Research Centre for Biotechnology in Germania e, infine, con numerose aziende e realtà industriali quali la Solvay-Benvic S.p.A., la Basell S.p.A e l'APM Srl.



## Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo • ISPAAM

**Sito web:** [www.ispaam.cnr.it](http://www.ispaam.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ispaam@cnr.it](mailto:ispaam@cnr.it) **Telefono:** 081 5966006 - 977 **Fax:** 081 5965291

**Indirizzo:** Via Argine, 1085 c/o Istituto tecnico agrario statale "E. De Cillis"; 80147 Napoli **Direttore:** Iannuzzi Leopoldo

**E-mail:** [direttore.ispaam@cnr.it](mailto:direttore.ispaam@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ispaam@pec.cnr.it](mailto:direttore.ispaam@pec.cnr.it) **Sezioni:** Sassari

L'ISPAAM (L'Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo) si occupa dello studio della produzione animale e dei pascoli nell'area mediterranea. È l'unico Istituto del CNR che si occupa istituzionalmente di produzione animale. Le principali linee di ricerca riguardano il miglioramento della sostenibilità dei sistemi foraggero-zootecnici attraverso l'ottimizzazione del rapporto resa/qualità dei prodotti, per rispondere alle esigenze dei consumatori, dei mercati e del rispetto dell'ambiente. Tale attività consente di armonizzare il lavoro condotto da diversi soggetti istituzionali in campo zootecnico, con l'obiettivo di un'efficace programmazione nazionale dell'intero sistema. L'Istituto si interessa delle produzioni anima-

li con approcci interdisciplinari e sistemici che comprendono sia le produzioni animali che vegetali, ponendo una particolare attenzione alle produzioni di qualità, privilegiando allevamenti biologici ed estensivi. Tutte le attività di ricerca sono svolte in collaborazione con numerose istituzioni nazionali ed internazionali, tra cui: INRA ed EPE Dev. Agri. (Francia); UNI-UTAD, Portogallo; UNI (Gran Bretagna); Res. Instit. Biology Farm Animals, (Germania); UNI (Canada); Dept. Vet. Pathobiol - Texas A&M Univ., Dept. Microbiol. Immunol. - Albert Einstein College of Medicine, Dept Bioch. Bioph. - UNI Minnesota (USA); Inst. Med. Technol. UNI (Finlandia); EPE Dept. Agric. (Australia); Francia; UNI Reading University, USA; EPE INIA (Cile).



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo • ISAFoM

**Sito web:** [www.cnr.it/istituti/DatiGenerali.html?cds=084](http://www.cnr.it/istituti/DatiGenerali.html?cds=084) **E mail dell'istituto:** [isafom@cnr.it](mailto:isafom@cnr.it) **Telefono:** 081 7717325 **Fax:**

081 7718045 **Indirizzo:** Via Patacca, 85; 80056 Ercolano (NA) **Direttore:** D'Andria Riccardo **E-mail:** [direttore.isafom@](mailto:direttore.isafom@cnr.it)

[cnr.it](mailto:direttore.isafom@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isafom@pec.cnr.it](mailto:direttore.isafom@pec.cnr.it) **Sezioni:** Perugia, Cosenza, Catania

L'ISAFoM (Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo) svolge ricerca per lo studio dei processi fisici, chimici e biologici che determinano il funzionamento e la dinamica degli ecosistemi agrari e forestali, per sviluppare soluzioni tecniche volte al miglioramento dei processi produttivi, della qualità totale dei prodotti, e promuovere la salvaguardia dell'ambiente e la funzionalità dei boschi. L'approccio multidisciplinare (biologico, fisiologico, biotecnologico agronomico, modellistico) utilizzato dall'ISAFoM per affrontare il problema della sostenibilità della produzione vegetale agraria e dei sistemi forestali permette di effettuare studi e ricerche sia sul territorio che sulla singola pianta, e investe quasi tutte le specie forestali e agrarie

di preminente importanza economica nel bacino del Mediterraneo (olivo, leguminose da granella, pomodoro, carciofo). L'ISAFoM è una struttura di ricerca organizzata per essere competitiva e integrabile nel sistema di ricerca europeo, e rafforza il ruolo centrale nei settori di propria competenza grazie a una fitta rete di collaborazioni con alcuni tra i più prestigiosi Enti italiani e mondiali di ricerca, Ministeri e Regioni, atenei e Università (Campobasso, Caserta, Catania, Firenze, Napoli, Padova, Perugia, Piacenza, Pisa, Potenza, Reggio Calabria, Viterbo) e attraverso collegamenti internazionali con istituzioni europee ed extraeuropee (Argentina, Belgio, Germania, Grecia, Israele, Olanda, Perù, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, USA).



## Istituto per la Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico Moderno • ISPF

**Sito web:** [www.ispf.cnr.it](http://www.ispf.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ispf@cnr.it](mailto:ispf@cnr.it) **Telefono:** 081 2535580 **Fax:** 081 2535515 **Indirizzo:** Via Porta di Massa, 1 c/o Dipartimento di filosofia A. Aliotta, Università Federico II; 80133 Napoli **Direttore:** Sanna Manuela  
**E-mail:** [direttore.ispf@cnr.it](mailto:direttore.ispf@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ispf@pec.cnr.it](mailto:direttore.ispf@pec.cnr.it) **Sezioni:** Milano, Genova

Il campo d'interessi specifico dell'ISPF (Istituto per la Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico Moderno) è lo studio del pensiero filosofico e scientifico italiano ed europeo dell'età moderna, con ampi riferimenti alle origini medievali e rinascimentali e agli sviluppi contemporanei e con particolare attenzione alle problematiche metodologiche connesse all'edizione di testi filosofici e scientifici.

Le attività di ricerca dell'Istituto si articolano nei settori della cultura e terminologia filosofico-scientifica in età moderna e contemporanea, nella tradizione vallisneriana nella cultura scientifica d'età moderna, nella storia della storiografia filosofica e, infine, negli aspetti storico-culturali e linguistico-lessicografici dei fenomeni migratori.

Inoltre, l'ISPF è impegnato nell'edizione di testi a stampa, o in formato digitale; si occupa di cataloghi e analisi di fonti; pubblica notiziari aperti alla comunità scientifica internazionale che forniscono un regolare aggiornamento sullo sviluppo della ricerca; organizza seminari, conferenze e convegni sia nazionali che internazionali, con attenzione particolare ai rapporti con le scuole e con gli atenei. L'istituto collabora attivamente con numerose istituzioni italiane e internazionali quali il Centro di Judaica Goren-Goldstein e l'Università degli Studi di Milano, l'Edizione Nazionale delle Opere di Vallisneri, l'Università degli Studi di Napoli, la Regione Campania, l'Università di Cagliari, l'ESF European Science Foundation e il CERPHI del Cnrs di Lyon.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea ISEM

**Sito web:** [www.isem.cnr.it](http://www.isem.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isem@cnr.it](mailto:isem@cnr.it) **Telefono:** 070 403670 - 635 **Fax:** 070 498118 **Indirizzo:** Via G.B. Tveri, 128; 09129 Cagliari **Direttore:** Codignola Bo Luca **E-mail:** [direttore.isem@cnr.it](mailto:direttore.isem@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isem@pec.cnr.it](mailto:direttore.isem@pec.cnr.it) **Sezioni:** Genova, Torino, Milano

Partendo dalla posizione geografica privilegiata della penisola italiana, l'ISEM (Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea) studia la formazione dei Paesi europei del bacino del Mediterraneo, con particolare attenzione ai rapporti e alle influenze reciproche delle varie nazioni e alle realtà europee esistenti fuori dal continente.

L'ISEM è interamente dedicato alla storia dei paesi dell'Europa mediterranea nell'età medievale e moderna, compresa l'età contemporanea, e coniuga l'attenzione filologica alle fonti storiche con una prospettiva di lungo periodo che collega in modo sistematico l'area mediterranea e quella atlantica. Tra i recenti risultati scientifici di rilievo vi sono l'imponente produzione di

fonti storiche relative alla presenza iberica nel Mediterraneo settentrionale; l'analisi dei contributi relativi alla costruzione navale in area ligure nel periodo moderno e risorgimentale; i rapporti intellettuali tra la penisola italiana e l'America spagnola in età moderna e contemporanea.

L'ISEM collabora con la University of California e la Northwestern University, ha un accordo con l'Università del Salento per interagire con studiosi di storia contemporanea e di relazioni internazionali, infine, partecipa al nuovo progetto strategico del CNR Migrazioni, con il compito di fornire una sintesi storiografica sulle conoscenze in tema di mobilità e migrazioni relativamente a tutti i paesi dell'Europa mediterranea.



## Istituto di Struttura della Materia ISM

**Sito web:** [www.ism.cnr.it](http://www.ism.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ism@cnr.it](mailto:ism@cnr.it) **Telefono:** 06 49934476 **Fax:** 06 49934153 **Indirizzo:** Via del Fosso del Cavaliere, 100 c/o Area della Ricerca di Roma - Tor Vergata; 00133 Roma **Direttore:** Fiorani Dino **E-mail:** [direttore.ism@cnr.it](mailto:direttore.ism@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ism@pec.cnr.it](mailto:direttore.ism@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bassovizza (TR), Montelibretti (RM)

L'attività scientifica dell'ISM (Istituto di Struttura della Materia) si svolge nel campo della sintesi e caratterizzazione di materiali innovativi, prodotti e studiati con particolare riguardo alla loro funzionalità e al loro possibile impiego per dispositivi avanzati. L'ISM dunque progetta, sintetizza e caratterizza un'ampia classe di materiali in un contesto scientifico interdisciplinare e con un numero di tecniche diagnostiche di altissimo livello. L'istituto coordina progetti in tre principali macroaree scientifiche: materiali funzionali (materiali molecolari e ibridi organico-inorganico; materiali magnetici e superconduttori; materiali semiconduttori per elettronica ed ottica); diagnostiche strutturali e di superficie (microscopi a scansione a sonda locale AFM-SNOM, diffratto-

metri a raggi-x); luce di sincrotrone (linee di luce per lo studio dei materiali). Inoltre l'ISM ha all'attivo uno spin off per la fornitura di prototipi di microscopi a scansione a sonda locale. I suoi obiettivi pongono l'Istituto in un ruolo di primo piano a livello nazionale e internazionale, con numerose collaborazioni tra cui l'European Synchrotron Radiation Facility, il CNRS e il Laboratoire de Magnétisme Louis Neel in Francia, il Consejo Superior De Investigaciones Científicas e l'Institut Català de Nanotecnologia in Spagna, il Max Planck Institute for Solid State Research e l'Institute for Analytical Sciences in Germania, la Comisión Nacional De Energía Atómica in Argentina, la University of Tokio, la University of Pennsylvania e il Naval Research Laboratory in USA.



## Istituto di Studi Giuridici Internazionali ISGI

**Sito web:** [www.isgi.cnr.it](http://www.isgi.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isgi@cnr.it](mailto:isgi@cnr.it) **Telefono:** 06 49937660 - 667 **Fax:** 06 44340025 **Indirizzo:** Via dei Taurini, 19; 00185 Roma **Direttore:** Marchisio Sergio **E-mail:** [direttore.isgi@cnr.it](mailto:direttore.isgi@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isgi@pec.cnr.it](mailto:direttore.isgi@pec.cnr.it)

L'ISGI (Istituto di Studi Giuridici Internazionali) concentra le sue attività di ricerca e formazione sugli aspetti più significativi del diritto internazionale contemporaneo e della sua evoluzione. I suoi mutamenti comportano infatti l'emergere di nuovi settori nei quali si vanno delineando i valori essenziali di solidarietà e la protezione di beni di interesse collettivo. I settori d'indagine dell'ISGI riguardano la governance mondiale, l'ambiente, lo sviluppo sostenibile, le nuove tecnologie e le attività spaziali, la bioetica ed etica della ricerca, i diritti umani, i processi di integrazione e unificazione giuridica.

Obiettivo delle ricerche dell'ISGI è comprendere la complessità dei mutamenti della comunità internazionale e le sfide globali che ricadono

in molteplici settori scientifici, osservando l'adattamento delle norme e valutando il contributo e la prassi dell'Italia nel diritto internazionale.

Attività e collaborazioni dell'Istituto si fondono insieme in un quadro dinamico: alle ricerche sui diritti umani con l'Asser Institute dell'Aia, si affiancano quelle sul regime giuridico delle attività spaziali con l'ESA di Parigi e l'UNIDROIT di Roma, la collaborazione con l'UNESCO per il GEOBS Database e le attività di alta consulenza con le amministrazioni statali (MAE e Ministeri del Lavoro e Politiche sociali e Salute). L'ISGI svolge anche attività di formazione con la SIO per l'ambiente e lo spazio e con l'Università Sapienza per i diritti fondamentali.



## Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione • ISSIA

**Sito web:** [www.issia.cnr.it](http://www.issia.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [issia@cnr.it](mailto:issia@cnr.it) **Telefono:** 080 5929420 **Fax:** 080 5929460 **Indirizzo:** Via Giovanni Amendola, 122/D-I c/o Area di Ricerca CNR, 70126 Bari **Direttore:** Distanto Arcangelo **E-mail:** direttore.issia@cnr.it **Posta elettronica certificata:** direttore.issia@pec.cnr.it **Sezioni:** Genova, Palermo

L'ISSIA (l'Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione) indirizza la propria attività verso lo sviluppo di sistemi intelligenti, per migliorare qualità di vita, competitività e modalità di produzione delle imprese, monitoraggio dell'ambiente, fruibilità dei beni culturali, efficienza delle amministrazioni pubbliche (nella gestione di territorio, trasporti, salute, e nella conservazione dei beni culturali). Lo studio e sviluppo di sistemi intelligenti complessi coinvolge diverse discipline: informatica (elaborazione dell'informazione); fisica (ottica e interazione luce-materia); cibernetica (modelli computazionali neurali); ingegneria elettrica ed elettronica (sensori, attuatori e controllo) e meccanica; intelligenza artificiale. L'attività ha ricadute concrete su industria e Pubblica

Amministrazione: l'ISSIA collabora con altri Enti (Università, Politecnici, ASI, ENEA, ESA, INGV) e altri Istituti CNR in progetti nell'ambito di Programmi di Ricerca regionali e nazionali. A livello internazionale ha recentemente definito un'intesa con Alenia Aeronautica S.p.A. - Boeing Company che coinvolge diverse strutture industriali aeronautiche e accademiche (Università di Napoli, ex INFM, ISTI-CNR). L'ISSIA ha anche sviluppato una collaborazione con la FIGC (Federazione Italiana Giuoco Calcio) per la realizzazione di sistemi intelligenti di rilevazione e interpretazione di eventi dinamici nel gioco. Dalle attività scientifiche degli ultimi anni sono scaturiti 10 brevetti internazionali e oltre 100 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali.



## Istituto di Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie «Massimo Severo Giannini» ISSIRFA

**Sito web:** [www.issirfa.cnr.it](http://www.issirfa.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [issirfa@cnr.it](mailto:issirfa@cnr.it) **Telefono:** 06 49937740 **Fax:** 06 490704 **Indirizzo:** Via dei Taurini, 19; 00185 Roma **Direttore:** D'Atena Antonio **E-mail:** direttore.issirfa@cnr.it **Posta elettronica certificata:** direttore.issirfa@pec.cnr.it

Le attività di ricerca condotte dall'Istituto di Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie Massimo Severo Giannini (ISSIRFA) hanno come obiettivo fondamentale l'approfondimento - sotto il profilo giuridico e finanziario ed in prospettiva comparata - delle tematiche legate al regionalismo e al federalismo. Tra i temi sistematicamente coltivati dall'ISSIRFA, si segnalano i seguenti: processi di revisione della forma di Stato e loro attuazione; federalismo fiscale; territorialità, globalizzazione e migrazioni; qualità della legislazione regionale; standard in sanità; politiche sociali; servizi pubblici locali; regioni e attività produttive; tutela dell'identità culturale; ambiente, beni e attività culturali; regioni ed enti locali nell'UE;

sussidiarietà; dimensione territoriale e valutazione della ricerca e dei processi innovativi. Si segnala, inoltre, che l'Istituto è altresì impegnato sul versante del trasferimento delle conoscenze, attraverso rapporti periodici su diversi oggetti e la messa a disposizione di consulenza esperta sulle tematiche oggetto di studio. A questa funzione di servizio contribuisce il sito web, potenziato nel corso degli anni. L'Istituto ha da tempo attivato numerose collaborazioni significative: con la Camera dei deputati-Osservatorio sulla legislazione, con la Conferenza dei Presidenti delle Assemblee legislative delle Regioni e Province autonome, con gli Uffici legislativi dei Consigli regionali, con Atenei e Centri di ricerca italiani e stranieri.



## Istituto di Studi sulle Civiltà Italiche e del Mediterraneo Antico • ISCIMA

**Sito web:** [soi.cnr.it/iscima](http://soi.cnr.it/iscima) **E-mail dell'istituto:** [iscima@cnr.it](mailto:iscima@cnr.it) **Telefono:** 06 90672334 **Fax:** 06 90672461 **Indirizzo:** Via Salaria km 29,300; 00016 Monterotondo Stazione - Area della Ricerca Roma 1; 00185 Roma **Direttore:** Santoro Paola  
**E-mail:** [direttore.iscima@cnr.it](mailto:direttore.iscima@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iscima@pec.cnr.it](mailto:direttore.iscima@pec.cnr.it)

L'ISCIMA (Istituto di Studi sulle Civiltà Italiche e del Mediterraneo Antico) coniuga la migliore tradizione italiana di studi archeologici, filologici e storici, ereditata da Sabatino Moscati e Massimo Pallottino, con le più avanzate tecniche di ricerca in ambito italiano, del Mediterraneo orientale e del nord-Africa. Oltre alle indagini territoriali, l'ISCIMA opera nel campo delle discipline archeologiche, del collezionismo e dell'edizione scientifica di riviste e collane internazionali on-line. Cura inoltre il *Thesaurus Linguae Etruscae*, strumento irrinunciabile per gli studiosi del settore. L'approccio interculturale, unito all'innovazione tecnologica derivata dall'informatizzazione dei dati, è alla base dell'attività di ricerca per le nuove meto-

dologie di indagine e per lo sviluppo di capacità utili per la conservazione e valorizzazione del territorio.

Esprimendo la sua vocazione di interfaccia tra la ricerca italiana e internazionale, l'ISCIMA collabora con varie istituzioni locali e con molte realtà museali di prestigio, come il Metropolitan Museum di New York, e promuove costantemente iniziative culturali. Infine, l'ISCIMA è promotore e coordinatore di importanti progetti interdisciplinari. Tra questi figurano le missioni archeologiche in Etruria (Cerveteri) e in Sabina (Colle del Forno), ad Althiburos (Tunisia) nell'area di un antico santuario di una città punica, in Algeria e in Libano.



## Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo ISSM

**Sito web:** [www.issm.cnr.it](http://www.issm.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [issm@cnr.it](mailto:issm@cnr.it) **Telefono:** 081 6134086 **Fax:** 081 5799467 **Indirizzo:** Via Pietro Castellino, 111; 80131 Napoli **Direttore:** Malanima Paolo **E-mail:** [direttore.issm@cnr.it](mailto:direttore.issm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.issm@pec.cnr.it](mailto:direttore.issm@pec.cnr.it)

L'ISSM (Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo) svolge attività di ricerca finalizzata alla valorizzazione, al trasferimento tecnologico e alla formazione delle società del bacino del Mediterraneo. In particolare, si occupa di gestione e uso delle risorse naturali per le diverse attività produttive, di evoluzione demografica e flussi di migrazione all'interno del bacino mediterraneo, di commercio, finanza, mercato del lavoro in età Moderna e Contemporanea, di sviluppo urbano e territoriale. L'approccio scientifico si avvale di competenze socioeconomiche come di conoscenze prevalentemente storiche. Le caratteristiche locali vengono confrontate con quelle globali in modo da fornire conoscenze essenziali per promuovere la

cooperazione economica fra i vari paesi. Oltre alle più importanti realtà universitarie italiane, tra le varie collaborazioni di pregio dell'ISSM si segnalano l'International Union of Forest Research Organization, la European Regional Science Association (ERSA), l'Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) di Madrid, l'Associazione italiana per le Scienze Regionali (AisRE), la Maison des Hautes Etudes di Aix-en-Provence, l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales di Parigi, la Maison Méditerranéenne de Sciences de l'Homme, l'Associazione per la storia dell'ambiente e del territorio (ASAT), l'Istituto Meridionale di Storia e Scienze Sociali (IMES) e la Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale.



## Istituto per lo Studio degli Ecosistemi ISE

**Sito web:** [www.ise.cnr.it](http://www.ise.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ise@cnr.it](mailto:ise@cnr.it) **Telefono:** 0323 518300 - 323 **Fax:** 0323 556513 **Indirizzo:** Largo Vittorio Tonolli, 50-52; 28922 Pallanza Verbania (VB) **Direttore:** Mosello Rosario **E-mail:** [direttore.ise@cnr.it](mailto:direttore.ise@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ise@pec.cnr.it](mailto:direttore.ise@pec.cnr.it) **Sezioni:** Sassari, Pisa, Firenze

L'ISE (Istituto per lo Studio degli Ecosistemi) svolge ricerca di base e applicata sulla struttura e sul funzionamento degli ecosistemi acquatici e terrestri, alla luce dei cambiamenti globali e della pressione antropica, con l'obiettivo principale di acquisire conoscenze utili per interventi protettivi e correttivi. A tali attività si affiancano studi sulle tecniche di protezione e recupero della qualità di acque e suoli e, ancora, la valutazione degli effetti delle variazioni climatiche sugli ecosistemi e l'evoluzione a lungo termine di laghi e paleolimnologia; l'analisi delle applicazioni biotecnologiche dei microorganismi e della biodiversità e biocenosi acquatiche e terrestri; lo sviluppo di metodologie per il controllo e il recupero di suoli degradati e a rischio de-

sertificazione. Le ricerche dell'ISE sono di prezioso supporto agli enti per la tutela ambientale (ARPA, Comuni, Province, Regioni) e sono motivo di solide collaborazioni con Ministeri (Politiche Agricole e Forestali e Ambiente), università nazionali e internazionali (Wuhan in Cina, Girona in Spagna, Rio de Janeiro in Brasile, Tlemcen in Algeria), realtà internazionali (Unione Europea, Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere, Comitato EV-K2-CNR, World Conservation Union (IUCN), CONICET argentino e CSIC spagnolo) e, infine, industrie e società private (Acque SpA, Antico Frantoio Toscano, Autostrade per l'Italia SpA, Consorzio Cuoiu Depur, Fotosintetica e Microbiologica, Snamprogetti SpA, Montefibre SpA).



## Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati • ISMN

**Sito web:** [www.ismn.cnr.it](http://www.ismn.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ismn@cnr.it](mailto:ismn@cnr.it) **Telefono:** 06 90672346 **Fax:** 06 90672372 **Indirizzo:** Via dei Taurini, 19; 00185 Roma **Direttore:** Padeletti Giuseppina **E-mail:** [direttore.ismn@cnr.it](mailto:direttore.ismn@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ismn@pec.cnr.it](mailto:direttore.ismn@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bologna, Palermo, Montelibretti (RM), Roma

L'obiettivo principale dell'ISMN (Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati) è sviluppare materiali, sistemi nanostrutturati e nanotecnologie in settori strategici per l'innovazione. Le attività di ricerca sono mirate allo sviluppo sostenibile e alla sicurezza ambientale attraverso nuovi materiali per la riduzione dell'inquinamento ambientale, la produzione di energia da bio-masse o idrogeno; alla salute e alla qualità della vita con nano-materiali per il trasporto dei farmaci a livello cerebrale per malattie neurodegenerative e nell'organismo per le terapie anticancro; alle tecnologie convergenti per l'elettronica, la fotonica, la biodiagnostica e la medicina. L'ISMN realizza anche semiconduttori organici per celle fotovoltaiche non convenzionali e materiali magnetici per la ripara-

zione di tessuti ossei e cartilaginei. Grazie al suo approccio integrato ha instaurato solide collaborazioni con molte imprese, centri di ricerca e Università tra cui: IBM, SONY, PHILIPS, BASF, MERCK and Co., SAES Getters S.p.A., THALES, Cambridge Display Technology Ltd, STMicroelectronics, ENI, FIAT, ALENIA, PFIZER, SOLVAY/SOLEXIS, Scriba Nanotecnologie srl e Organic Spintronics srl, Princeton University, Los Alamos National Laboratory, National Cancer Institute, Northwestern University in USA, EFPL di Losanna Lausanne, EMPA - Materials Science & Technology, CSEM di Zurigo, IMEC in Belgio, Cambridge University, Oxford University, Centre de Recherche des Musées de France, Museo del Louvre di Parigi, Museo Egizio del Cairo, Istituti Ortopedici Rizzoli di Bologna.



## Istituto per lo Studio delle Macromolecole ISMAC

**Sito web:** [www.ismac.cnr.it](http://www.ismac.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ismac@cnr.it](mailto:ismac@cnr.it) **Telefono:** 02 23699373 - 351 **Fax:** 02 70636400  
**Indirizzo:** Via Edoardo Bassini, 15; 20133 Milano **Direttore:** Bolognesi Alberto **E-mail:** [direttore.ismac@cnr.it](mailto:direttore.ismac@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ismac@pec.cnr.it](mailto:direttore.ismac@pec.cnr.it) **Sezioni:** Biella, Genova

**L**e attività di ricerca dell'ISMAC (Istituto per lo Studio delle Macromolecole) sono focalizzate nello studio dei materiali polimerici e di macromolecole sintetiche e biologiche per applicazioni innovative nei settori delle scienze della vita, del risparmio energetico, del packaging, del tessile, della gomma e dell'optoelettronica. Le competenze dell'Istituto permettono di coprire settori sia della ricerca di base (modellistica molecolare, catalisi, caratterizzazione molecolare/strutturale/spettroscopica, tecniche NMR per definire eventi biologici legati a patologie) che della ricerca orientata, e sono volte alla progettazione e sintesi di strutture macromolecolari con specifiche funzioni e allo sviluppo di prototipi. L'utilizzo di tecniche sofisticate

di indagine e trasformazione dei polimeri ha permesso all'ISMAC di essere attivo nel campo delle nanotecnologie e raggiungere risultati di ottimo livello nella realizzazione di celle fotovoltaiche organiche, tessuti di nuova generazione, mescole per pneumatici con nanofillers, film per imballaggio con proprietà innovative, nuovi materiali biodegradabili da fonti rinnovabili, blend conduttori con nano tubi di carbonio. L'ISMAC è presente in numerosi progetti regionali, nazionali e internazionali, ha stabilito importanti contatti con l'industria tessile e dei polimeri, sia in Italia che all'estero, e ha attivato collaborazioni con i Politecnici di Milano e Torino, le Università di Milano, Genova, Napoli, Firenze, Pavia, Linz, Berna, Aachen, Eindhoven e Madrid.



## Istituto per la Tecnologia delle Membrane ITM

**Sito web:** [www.itm.cnr.it](http://www.itm.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [itm@cnr.it](mailto:itm@cnr.it) **Telefono:** 0984 402706 -039 **Fax:** 0984 402103 **Indirizzo:** Via P. Bucci c/o Università della Calabria; 87036 Arcavacata di Rende (CS) **Direttore:** Giorno Lidietta **E-mail:** [direttore.itm@cnr.it](mailto:direttore.itm@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itm@pec.cnr.it](mailto:direttore.itm@pec.cnr.it) **Sezioni:** Padova

**L**'ITM (Istituto per la Tecnologia delle Membrane) svolge ricerche nel campo della scienza e dell'ingegneria delle membrane e delle operazioni a membrana in tutti i campi: dal trattamento delle acque alla separazione di gas, agli organi artificiali, alla microelettronica. E ancora, opera per la preparazione di membrane sia polimeriche che inorganiche e metalliche, studia i loro fenomeni di trasporto, le separazioni molecolari a membrana, le membrane catalitiche, i reattori catalitici a membrana, i contattori a membrana, i processi integrati a membrana, le membrane in medicina rigenerativa. Le applicazioni sono numerose, in settori strategici quali ambiente, energia, salute, agro-alimentare, biotecnologia. La tecnologia delle membrane ha un ruolo leader, con una

crescita annua del 20%. Questo ha consentito l'evoluzione di una rete di rapporti consolidati con altri istituti del CNR; università (tra cui ateneo della Calabria, Padova, Torino) e imprese italiane (GVS, Enel, Alteco, Parmalt, Barilla). A livello europeo l'ITM partecipa a progetti e network di eccellenza (CNRS in Compiègne, Toulouse, Montpellier in Francia; Università di Twente, in Olanda; GKSS in Germania; Università di Tarragona in Spagna; Università di Lisbona e IBET in Portogallo; SINTEF in Norvegia; VITO e Università di Leuven in Belgio). Numerose anche le collaborazioni in progetti di ricerca, gruppi di lavoro e comitati scientifici extracontinentali: KRICT (Corea del Sud); Tianjin University, Jiaotong University, Citrus Institute della CAAS (Cina); Tsukuba University (Giappone).



## Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali • ITABC

**Sito web:** [www.itabc.cnr.it](http://www.itabc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [itabc@cnr.it](mailto:itabc@cnr.it) **Telefono:** 06 90625274 **Fax:** 06 90672373 **Indirizzo:** Via Salaria km. 29,300 - Area della Ricerca di Roma; 00016 Monterotondo Stazione (RM) **Direttore:** Garraffo Salvatore **E-mail:** [direttore.itabc@cnr.it](mailto:direttore.itabc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itabc@pec.cnr.it](mailto:direttore.itabc@pec.cnr.it)

L'ITABC (Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali) si occupa di ricerca, valorizzazione, trasferimento tecnologico e formazione nel campo della conoscenza, conservazione, fruizione del patrimonio archeologico e, più in generale, del costruito storico e del patrimonio culturale. Gli ambiti di ricerca sono rivolti allo studio dei sistemi informativi territoriali e statistici, applicati ai beni culturali; della ricostruzione e contestualizzazione del paesaggio archeologico attraverso strumenti GIS, realtà virtuale e multimedia; delle metodologie geologiche e geofisiche ad alta risoluzione per la caratterizzazione dei siti archeologici e dei manufatti storici. L'ITABC opera anche nel settore della catalogazione e analisi di monete, reperti metallici e tesori monetali antichi, e della datazione di

reperti archeologici e geologici. L'Istituto collabora con molte università italiane e straniere (Roma, Palermo, Catania, Milano, Torino, Vienna, Atene, Salamanca, Boston, Chicago, Dallas); centri di ricerca, musei e archivi statali (Istituto Archeologico Germanico, Istituto Centrale per il Restauro, INFN, ENEA, CNRS, il Museum Bochum in Germania, CSIC, NARA National Cultural Properties Research Institute e Geophysical Archaeometry Laboratory in Giappone, Accademia delle Scienze in Kazakistan, Dipartimento Antichità Repubblica Araba Popolare Libica, la NASA, Uzbek Academy of Science, Museo Civico di Storia Naturale); Enti locali, Comuni, Province, Regioni, Soprintendenze; aziende e imprese private (ESRI ITALIA, G&O s.a.s., Geotop s.r.l., CINCA, IDOCOM, SYREMONT).



## Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia «Nicola Giordano» • ITAE

**Sito web:** [www.itae.cnr.it](http://www.itae.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [itae@cnr.it](mailto:itae@cnr.it) **Telefono:** 090 624246 **Fax:** 090 624247 **Indirizzo:** Via Salita S. Lucia sopra Contesse, 5, 98126 Messina **Direttore:** Cacciola Gaetano **E-mail:** [direttore.itae@cnr.it](mailto:direttore.itae@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itae@pec.cnr.it](mailto:direttore.itae@pec.cnr.it)

L'ITAE (Istituto Tecnologie Avanzate per l'Energia Nicola Giordano) ha il compito di promuovere e sviluppare tecnologie e processi energetici innovativi caratterizzati da elevata efficienza e basso impatto ambientale, compatibili sia con l'uso dei combustibili fossili oggi disponibili, sia con l'uso delle energie rinnovabili sempre più competitive. L'attività di ricerca, partendo dallo studio delle procedure di sintesi e delle proprietà dei materiali, si concretizza con la realizzazione di dispositivi e sistemi innovativi. In particolare per la produzione, l'accumulo e l'utilizzo dell'idrogeno; per il condizionamento non elettromeccanico dell'aria; per l'accumulo elettrochimico di energia (supercapacitori e batterie); per lo sfruttamento dell'energia solare (celle fotovoltaiche, foto decom-

posizione, solari termici, solar cooling) e dei calori di scarto da motori a combustione interna (trigenerazione, automotive air conditioning). Nel settore, l'ITAE è considerato riferimento tecnico nazionale e internazionale, come dimostrano le numerose collaborazioni con importanti gruppi industriali (Ansaldo Ricerche, CR Fiat, De Nora, Nuvera, Pirelli, ENEL, ENI, FuMA-Tech, SAES Getter, ST Micr., Johnson Mat., Daimler Chrysler, Toyota, Viessmann Werke GmbH & CO, Solvay, Electro.PowerSystem, Mitsubishi, Fiamm, Iveco, Rivoira, Riello, SOL) e organismi di ricerca (CNAM, CNRS, Aachen Univ., ECN, University of Warwick, Politecnico di Torino e di Milano, Kosef in Corea, Indonesia Ins. Sci. IHTE, Inst. Borescow in Russia, IGT Princeton University, Fraunhofer ISE in Germania).



## Istituto di Tecnologie Biomediche ITB

**Sito web:** [www.itb.cnr.it](http://www.itb.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [itb@cnr.it](mailto:itb@cnr.it) **Telefono:** 02 26422702 **Fax:** 02 26422770 **Indirizzo:** Via Fratelli Cervi, 93 c/o Laboratorio Interdisciplinare di Tecnologie Avanzate (LITA); 20090 Segrate (MI) **Direttore:** Zecca Luigi  
**E-mail:** [direttore.itb@cnr.it](mailto:direttore.itb@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itb@pec.cnr.it](mailto:direttore.itb@pec.cnr.it) **Sezioni:** Padova, Bari

L'Istituto Tecnologie Biomediche (ITB) è un istituto multi-interdisciplinare costituito da biologi, medici, chimici, fisici e ingegneri. Le attività di ricerca riguardano la biologia dello sviluppo, la genomica comparata e funzionale, l'oncologia molecolare e le cancer stem cells, l'immunologia, le malattie genetiche e neurodegenerative, la neurofarmacologia, la bioinformatica, la proteomica e genomica. In particolare, sono stati identificati meccanismi che coinvolgono la beta-amiloide e la neuromelanina nell'invecchiamento cerebrale e nei processi neurodegenerativi dell'Alzheimer e Parkinson. In neurofarmacologia sono state individuate le proprietà terapeutiche di nuovi composti di tipo oppioide e cannabinoide. Nel campo dell'oncologia e del differenziamento è stato pro-

vato il ruolo delle cancer stem cells nella genesi e nella evoluzione del cancro. Negli studi di espressione genica, mediante l'utilizzo di piattaforme di microarray e di Next-Generation Sequencing, sono stati individuati geni coinvolti in patologie tumorali e nel sequenziamento genomico completo di molti patogeni. La bioinformatica, ha contribuito allo sviluppo di nuove metodologie di Systems Biology e molecular modelling, banche dati specializzate e algoritmi per l'analisi dei dati genomici, trascrittomici. Infine, proteomica e metabolomica hanno contribuito all'identificazione di proteine differenzialmente espresse in relazione a particolari patologie. L'Istituto, ben radicato nel tessuto scientifico nazionale e internazionale, collabora con istituzioni di ricerca pubbliche e private.



## Istituto per le Tecnologie della Costruzione ITC

**Sito web:** [www.itc.cnr.it](http://www.itc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [itc@cnr.it](mailto:itc@cnr.it) **Telefono:** 02 9806417 - 229 **Fax:** 02 98280088 **Indirizzo:** Via Lombardia, 49 - Frazione Sesto Ulteriano; 20098 San Giuliano Milanese (MI) **Direttore:** Vinci Roberto **E-mail:** [direttore.itc@cnr.it](mailto:direttore.itc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itc@pec.cnr.it](mailto:direttore.itc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Padova, Bari

L'Istituto per le Tecnologie della Costruzione (ITC) svolge attività di ricerca, valorizzazione, valutazione tecnica e certificazione, trasferimento tecnologico e formazione nei settori dell'edilizia e della costruzione. In particolare, si preoccupa di studiare materiali nuovi o tradizionali, nuove metodologie e strumenti per valutare le prestazioni di componenti e sistemi e opere di costruzione. Inoltre, l'Istituto studia come valutare e migliorare la fruizione, l'accessibilità, la sicurezza e la qualità dell'ambiente costruito. Tra le proprie competenze figurano infine anche le metodologie e gli strumenti per la sostenibilità energetico-ambientale degli edifici, la sicurezza sismica degli immobili e del patrimonio storico-architettonico, il recupero e la pre-

venzione dei danni. Lungo l'elenco delle collaborazioni, a livello nazionale e internazionale. Tra le prime diversi ministeri (Sviluppo Economico, Infrastrutture, Interno, Ambiente, Università e Ricerca); politecnici (MI, TO, BA e delle Marche) e numerose università (GE, NA, BA, MI, TO, BS, TN, FI, AN, PD, VE, RM, CT, PA, RC, VE, ecc), oltre a molte amministrazioni regionali. All'estero l'Istituto collabora con l'International Council for Research and Innovation in Building and Construction (Cib), l'European Network of Building Research Institutes (ENBRI), l'International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM).



## Istituto per le Tecnologie Didattiche ITD

**Sito web:** [www.itd.cnr.it](http://www.itd.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [itd@cnr.it](mailto:itd@cnr.it) **Telefono:** 010 6475303 **Fax:** 010 6475300 **Indirizzo:** Via De Marini, 6 - Torre di Francia - Area della Ricerca di Genova; 16149 Genova **Direttore:** Bottino Rosa **E-mail:** [direttore.itd@cnr.it](mailto:direttore.itd@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itd@pec.cnr.it](mailto:direttore.itd@pec.cnr.it) **Sezioni:** Palermo

L'ITD (Istituto Tecnologie Didattiche) è l'unico istituto scientifico italiano interamente dedicato alla ricerca nel settore delle tecnologie didattiche, campo di ricerca interdisciplinare affermato a livello internazionale come un settore scientifico autonomo. Svolge un'intensa attività di ricerca di base e applicata per lo studio dei processi di insegnamento e apprendimento, lo sviluppo di soluzioni innovative ai problemi dell'educazione e della formazione, l'analisi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. I risultati scientifici comprendono: riflessioni teoriche e definizione di metodi e modelli; elaborazione di sistemi software innovativi; sperimentazioni sul campo anche di lungo termine; modelli per il trasferimento dei risultati; analisi cognitiva

e analisi sociale. L'ITD, inoltre, realizza attività di formazione e consulenza, e partecipa a numerosi progetti nazionali e internazionali, collaborando con le principali istituzioni e centri scientifici. Tra questi la rete di eccellenza STELLAR (Sustaining Technology Enhanced Learning Large-scale Multidisciplinary Research); l'International Federation for Information Processing; l'International Forum for Educational Technology and Society; l'International Society of the Learning Science; il Technology Enhanced Learning European Research Consortium; la University of London; l'Open University del Regno Unito e quella olandese; il Laboratoire d'Informatique de Grenoble; la University di Bristol; l'Università di Oslo e l'Università di Nottingham.



## Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione ITIA

**Sito web:** [www.itia.cnr.it](http://www.itia.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [itia@cnr.it](mailto:itia@cnr.it) **Telefono:** 02 2369 9995 **Fax:** 02 2369 9941 **Indirizzo:** Via Bassini, 15 - Area della ricerca di Milano; 20133 Milano **Direttore:** Tolio Tullio **E-mail:** [direttore.itia@cnr.it](mailto:direttore.itia@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.itia@pec.cnr.it](mailto:direttore.itia@pec.cnr.it) **Sezioni:** Roma, Bari, Montelibretti (RM), Vigevano (PV)

Obiettivi dell'ITIA (Istituto di Tecnologie Industriali ed Automazione) sono la ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico per l'innovazione strategica dell'industria italiana ed europea, in termini di prodotti, cultura, processi ed imprese, per contribuire alla competitività e sostenibilità del settore manifatturiero italiano ed europeo. Nello specifico, le ricerche dell'ITIA hanno interessato la progettazione di macchine operatrici, robot, sistemi di produzione e relativi servizi nei settori tradizionali (cuoio, legno, plastica), scienze based (biomedicale), specialized suppliers (beni strumentali, aeronautico) e della produzione di massa (bianco e automotive). Tra gli altri campi di ricerca anche la gestione e ottimizzazione di processi logistici, aziendali e

di filiera; la supervisione, il monitoraggio e l'integrazione dei processi produttivi ed organizzativi aziendali; gli studi strategici sul futuro del Manifatturiero ad Alto Valore Aggiunto e delle relative Tecnologie Abilitanti. Tali analisi sono utili per il supporto alla Piattaforma Manufature Europea e Italiana e all'associazione EFFRA (European Factory of the Future Research Association) che gestisce il Recovery Plan definito dalla UE sul tema Factories of the Future. Nell'ambito delle proprie attività, svolte attraverso contratti industriali, progetti e programmi di ricerca e formazione, l'ITIA opera in collaborazione con Università, Centri di Ricerca, Istituzioni e Imprese di primaria importanza a livello locale, nazionale, europeo ed internazionale.



## Istituto di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica • ITTIG

**Sito web:** [www.ittig.cnr.it](http://www.ittig.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ittig@cnr.it](mailto:ittig@cnr.it) **Telefono:** 055 43995 **Fax:** 055 4399605 **Indirizzo:** Via de' Barucci, 20; 50127 Firenze **Direttore:** Ciampi Costantino **E-mail:** [direttore.ittig@cnr.it](mailto:direttore.ittig@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ittig@pec.cnr.it](mailto:direttore.ittig@pec.cnr.it) **Sezioni:** Roma, Catania

L'ITTIG (Istituto di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica) è il maggiore Istituto del CNR nel settore delle scienze giuridiche oltre che il più antico, infatti è nato nel 1968. Svolge attività secondo due linee di ricerca principali: l'Informatica giuridica e il diritto dell'informatica. Nel primo ambito, l'ITTIG conduce studi per l'applicazione delle moderne tecnologie dell'informazione in campo giuridico, soprattutto per l'innovazione nella Pubblica Amministrazione, coniugando scienza e pratica del diritto con le scienze informatiche, del linguaggio, della documentazione e della comunicazione. Nel secondo campo, l'Istituto analizza strategie, politiche, linee di azione e quadri normativi per il progresso della società dell'infor-

mazione e dell'e-government, con l'obiettivo di garantire nuove forme di governo delle istituzioni, l'accesso al patrimonio informativo pubblico e la promozione dei nuovi diritti di cittadinanza nella società dell'informazione. Sempre allo stesso fine, l'ITTIG presta attività di consulenza scientifica ad Enti e Istituzioni statali e regionali (Parlamento; Assemblee legislative regionali di Campania, Molise, Toscana e Umbria; Corte di Cassazione; CNIPA; Ministero della Giustizia) per lo sviluppo di sistemi informativi, banche dati e strumenti di categorizzazione automatica delle informazioni, rivestendo così un ruolo di primo piano nel panorama nazionale e internazionale.



## Istituto per i Trapianti d'Organo e Immunocitologia • ITOI

**Telefono:** 0862 27129 **Fax:** 0862 410758 **Indirizzo:** Piazzale Collemaggio c/o Ente Ospedaliero "S. Maria di Collemaggio"; 67100 L'Aquila **Direttore:** Adorno Domenico **Sezioni:** Roma

L'obiettivo primario dell'ITOI (Istituto per i Trapianti d'Organo e l'Immunocitologia) è rappresentato dal trasferimento dei risultati ottenuti nel campo dell'immunologia dei trapianti e delle patologie neurodegenerative, immunologiche e neoplastiche a strutture del Ssn per la loro applicazione in campo preventivo, diagnostico e terapeutico. L'attività di ricerca dell'ITOI-Roma è connessa con quella clinica svolta all'interno del Centro Regionale Trapianti - Lazio, regolata da apposita convenzione, ed è volta ad analizzare la rilevanza clinica degli alloanticorpi anti-HLA e anti-MICA prodotti pre e post-trapianto d'organo. Obiettivo primario è quello di definire un nuovo criterio di valutazione della compatibilità HLA donatore-ricevente, basato sulle diversità strutturali delle mo-

lecole HLA piuttosto che su quelle fenotipiche, al fine di migliorare la sopravvivenza a medio e lungo termine del trapianto, soprattutto nei pazienti sensibilizzati da pregressi eventi immunizzanti. L'ITOI-Roma eroga prestazioni diagnostiche nel campo dell'istocompatibilità (in forza degli accreditamenti ottenuti dall'American Society of Histocompatibility and Immunogenetics - ASHI e dall'European Federation for Immunogenetics - EFI) nell'ambito di collaborazioni con Centri di Trapianto (IRCCS Bambino Gesù, Osp. S. Camillo, Osp. S. Eugenio - Univ. Tor Vergata e Banca Cordonale, Policlinico A. Gemelli - Univ. Cattolica) e di convenzioni con strutture ospedaliere (A.O. S. Camillo-Forlanini, IRCCS Bambino Gesù di Roma, Univ. Tor Vergata - Centro Regionale Trapianti, Lazio).



## Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree • IVALSA

**Sito web:** [www.ivalsa.cnr.it](http://www.ivalsa.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [ivalsa@cnr.it](mailto:ivalsa@cnr.it) **Telefono:** 055 52251 **Fax:** 055 5225507 **Indirizzo:** via Madonna del Piano 10 - Polo Scientifico; 50019 Sesto Fiorentino (FI) **Direttore:** Ceccotti Ario **E-mail:** [direttore.ivalsa@cnr.it](mailto:direttore.ivalsa@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ivalsa@pec.cnr.it](mailto:direttore.ivalsa@pec.cnr.it) **Sezioni:** S. Michele all'Adige (TN), Follonica (GR)

L'IVALSA (Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree) è il più grande istituto di ricerca italiano nel settore foresta-legno e opera principalmente nell'ambito dell'edilizia in legno, dei processi industriali, della tecnologia, del patrimonio culturale e agroforestale del legno, della gestione sostenibile dell'ecosistema terrestre, della tutela e valorizzazione della biodiversità forestale. Le attività sono orientate anche alla caratterizzazione, selezione e propagazione delle specie arboree, allo sfruttamento sostenibile e alla meccanizzazione della raccolta della biomassa, alla dendrocronologia, al supporto alle imprese e alla formazione. Tra gli altri settori di indagine, inoltre, figura l'analisi della sostenibilità nella filiera legno-arredo e la conser-

vazione, caratterizzazione, raccolta e utilizzazione delle risorse genetiche autoctone dell'olivo per la tutela della biodiversità in 16 Paesi del Mediterraneo. L'IVALSA dispone anche di laboratori avanzati e innovativi, e svolge attività di consulenza tecnica e certificazione. L'Istituto collabora con molte delle maggiori università italiane, con la Provincia Autonoma di Trento, con la University of British Columbia e la FPInnovation-Forintek, e partecipa a vari progetti di ricerca nazionali ed europei tra i quali SOFIE (Sistema Costruttivo Fiemme) e SOFIE 2 per le tecnologie di edilizia sostenibile, VALERIE (Fire Risk Assessment - Fire reaction of construction products) per le procedure standard di valutazione per la sicurezza antincendio dei progetti edilizi.



## Istituto di Virologia Vegetale IVV

**Sito web:** [www.ivv.cnr.it](http://www.ivv.cnr.it) **E-mail dell'istituto:** [ivv@cnr.it](mailto:ivv@cnr.it) **Telefono:** 011 3977910 - 775 **Fax:** 011 343809 **Indirizzo:** Strada delle Cacce, 73 - Area della Ricerca di Torino; 10135 Torino **Direttore:** Burgyan Jozsef **E-mail:** [direttore.ivv@cnr.it](mailto:direttore.ivv@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ivv@pec.cnr.it](mailto:direttore.ivv@pec.cnr.it) **Sezioni:** Bari, Grugliasco (TO)

L'IVV (Istituto di Virologia Vegetale) svolge ricerca di base su virus vegetali, agenti virus-simili (fitoplasmi e viroidi) e malattie da essi causate alle colture agrarie. Gli studi sono orientati verso un approccio di biologia molecolare vegetale e l'uso di nuove tecniche quali l'high throughput genome sequencing, la trascrittomica e la proteomica. Le ricerche sulla resistenza a virus e la produzione di proteine di interesse biomedico a scopo vaccinale, utili in campo medico e veterinario, rendono l'IVV un punto di riferimento scientifico e tecnico nel settore dei fitovirus, sia in Italia che in Europa e nel bacino mediterraneo. Le ricadute applicative si hanno prevalentemente nei controlli fitosanitari delle colture agrarie, oppure di materiale da riproduzione. A questi risultati

sono interessati Enti pubblici, università e aziende private, sia italiane che straniere. L'IVV presta consulenza al Ministero per le Politiche Agrarie e Forestali e ai Servizi Fitopatologici di varie Regioni italiane. Inoltre collabora con l'European Molecular Biology Organization; l'ENEA; il Rheinisch Westfaelische Technische Hochschule Aachen e il Federal Research Centre for Cultivated Plants in Germania; l'INRA in Francia; la University of California, la North Carolina State University, l'Oklahoma State University e la SDA-ARS Floral and Nursery Plants Research Unit negli USA; il SASA in Scozia; l'Agricultural Biotechnology Center in Ungheria; l'IMIDRA e il CSIC in Spagna; la University of Essex, il John Innes Centre e la University of East Anglia in GB.

## Istituto di Ricerca sui Sistemi Giudiziari IRSIG

**Sito web:** [www.irsig.cnr.it](http://www.irsig.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [irsig@cnr.it](mailto:irsig@cnr.it) **Telefono:** 051 2756211 **Fax:** 051 260250 **Indirizzo:** Via Zamboni, 26; 40126 Bologna **Direttore:** Fabri Marco **E-mail:** [direttore.irsig@cnr.it](mailto:direttore.irsig@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.irsig@pec.cnr.it](mailto:direttore.irsig@pec.cnr.it)

L'IRSIG (l'Istituto di Ricerca sui Sistemi Giudiziari) ha l'obiettivo di studiare il funzionamento degli apparati giudiziari, utilizzando un approccio empirico, comparato e interdisciplinare. L'analisi è utile per innovazioni legislative, organizzative, gestionali e tecnologiche dei sistemi giudiziari. Tra i campi di indagine, la particolare posizione istituzionale dei sistemi giudiziari nei regimi democratici e la comprensione dei loro processi di mutamento; le principali variabili che influenzano il funzionamento dei sistemi giudiziari, l'adozione e l'impatto di strumenti di public management, la necessità di riconciliare le esigenze di indipendenza della magistratura con forme di responsabilità e public accountability, le modalità

innovative di risoluzione delle controversie e la restorative justice con particolare riferimento alla giustizia minorile. Allo studio, anche il funzionamento di nuove norme e istituti giuridici e dei vari organismi che compongono i sistemi giudiziari. L'IRSIG collabora con istituzioni internazionali impegnate in programmi di riforma giudiziaria in vari paesi. Tra queste la Commission for the Efficiency of Justice (CEPEJ) del Consiglio d'Europa, l'United Nation Office on Drugs and Crime (UNODC), l'United Nation Development Programme (UNDP), la World Bank, l'Organization for Security and Cooperation in Europe (OSCE), l'Open Society, l'US Agency for International Development (USAID).



## Centro di Responsabilità Scientifica ex Sistemi Complessi (Sperimentale) • ISC

**Sito web:** [www.isc.cnr.it](http://www.isc.cnr.it) **E mail dell'istituto:** [isc@cnr.it](mailto:isc@cnr.it) **Telefono:** 06 49934598 **Fax:** 06 49934003 **Indirizzo:** Via dei Taurini 19; 00185 Roma **Direttore:** Pietronero Luciano **E-mail:** [direttore.isc@cnr.it](mailto:direttore.isc@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.isc@pec.cnr.it](mailto:direttore.isc@pec.cnr.it) **Sezioni:** Firenze, Roma, Monterotondo (RM), Tor Vergata (RM)

L'ISC (Istituto dei Sistemi Complessi) svolge ricerca sui sistemi complessi costituiti da tanti e diversi elementi interagenti, con particolare riferimento alle applicazioni interdisciplinari in fisica, chimica, biologia e teoria dell'informazione. Altri ambiti di indagine scientifica dell'ISC sono la progettazione e realizzazione di nuovi materiali superconduttori, l'analisi fine della materia disordinata con metodologie spettroscopiche e di nano strutture, l'osservazione dei processi di immagazzinamento di idrogeno, lo studio dei modelli socio-economici, dell'ottica non-lineare, della superconduttività, dei sistemi granulari, delle reti (internet, world-wide-web) e dei fluidi complessi e biologici. L'ISC coordina un gruppo di ricerca-

tori di eccellenza che opera per la realizzazione di iniziative di qualità con progetti innovativi e interdisciplinari di grande rilevanza nazionale e internazionale, valorizzando le esperienze e le competenze multidisciplinari nei settori applicativi e tecnologici. Nello svolgimento delle proprie attività di ricerca, l'Istituto ha ottenuto importanti risultati sia per quanto riguarda le pubblicazioni, presenti sulle più autorevoli riviste internazionali (Physical Review Letters, Nature), sia dal punto di vista di progetti e contratti di ricerca (PRIN, ERC IDEAS Junior, advanced Grant e progetti europei). Inoltre collabora con numerose università e centri di ricerca, italiani e stranieri.



## Istituto Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi • SPIN

**Sito web:** [www.infm.it](http://www.infm.it) **E-mail dell'istituto:** [spin@cnr.it](mailto:spin@cnr.it) **Telefono:** 010 6598750 **Fax:** 010 6506302 **Indirizzo:** Corso F. M. Perrone 24; 16152 Genova **Direttore:** Vaglio Ruggero **E-mail:** [direttore.spin@cnr.it](mailto:direttore.spin@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.spin@pec.cnr.it](mailto:direttore.spin@pec.cnr.it)

**S** PIN (l'Istituto Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi) svolge ricerca avanzata nel campo dei materiali superconduttori e altri materiali innovativi per dispositivi elettronici e per l'energetica. L'Istituto sviluppa studi di base sperimentali e teorici di alto livello in questi settori, con una particolare attenzione alla sintesi di nuovi materiali, anche artificiali e alla caratterizzazione avanzata dei materiali stessi con controllo su scala atomica. Altra caratteristica rilevante di SPIN è lo sviluppo di micro e nano dispositivi elettronici superconduttori per la computazione quantistica e altre applicazioni e dispositivi innovativi basati su ossidi (oxide electronics) e su materiali organici e nanostrutturati. Infine l'Istituto svolge una rilevante attività

di realizzazione di cavi e nastri superconduttori per applicazioni di potenza anche nel campo del biomedicale e della fisica delle alte energie. L'Istituto ha una solida collocazione nelle iniziative di ricerca a livello europeo, con una partecipazione di rilievo in iniziative comunitarie come ESAS (European Society for Applied Superconductivity) e THIOX (THIn films for novel OXide devices) e rilevanti collaborazioni con Centri di ricerca e Università americane e giapponesi (Argonne National Laboratory, Illinois; Applied Superconductivity Center, Tallahassee, Florida; Pennsylvania State University; ISIR, Osaka; Tsukuba University e molte altre) e con industrie nazionali e multinazionali (ASG Superconductors, Paramed, STMICROelectronics, THALES e molte altre).



## Istituto Officina dei Materiali IOM

**Sito web:** [www.infm.it](http://www.infm.it) **E-mail dell'istituto:** [iom@cnr.it](mailto:iom@cnr.it) **Telefono:** 040 3756411 **Fax:** 040 226767 **Indirizzo:** Area Science Park - Vasovizza; SS 14 km. 163.5; 34149 Trieste **Direttore:** Morgante Alberto **E-mail:** [direttore.iom@cnr.it](mailto:direttore.iom@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.iom@pec.cnr.it](mailto:direttore.iom@pec.cnr.it) **Sezioni:** Trieste (SISSA), Cagliari

**L'** Istituto Officina dei Materiali svolge ricerca interdisciplinare sulle proprietà fisiche alla scala atomica di materiali e sistemi di dimensioni nanometriche. Le sue attività comprendono progettazione, simulazione numerica, sintesi e analisi avanzata di sistemi molecolari, di materiali nano strutturati, di materia soffice e biomateriali e sviluppo di dispositivi prototipo. Le applicazioni di queste attività sono di interesse per i campi dell'energia (fotovoltaico, produzione di idrogeno), della bio-medicina, delle nanotecnologie per l'elettronica, per le scienze ambientali (individuazione e sequestro di inquinanti) e per i beni culturali (caratterizzazione di reperti e loro degrado). L'istituto ha sede e laboratori presso le grandi infrastrutture di ELETTRA (Trieste) e ESRF

e ILL (Grenoble) e sviluppa strumentazione avanzata e metodi per l'utilizzo delle sorgenti di radiazione di sincrotrone e neutronica. L'istituto è leader nel campo della simulazione numerica su scala nanometrica, costituisce con SISSA (Trieste) il nodo italiano del CECAM, e sviluppa nuovi metodi computazionali ed algoritmi numerici per lo studio di materiali e sistemi molecolari. All'Istituto accedono per svolgere attività scientifica decine di gruppi di ricerca internazionali ogni anno, quindi sono attive un grande numero di collaborazioni tra cui le più rilevanti con IIT e CINECA (IT), Johnson & Johnson, Princeton University, MIT, Columbia University (USA), Oxford University (GB), TU Monaco TU Marburg (GER), EPFL (CH) CEA e CNRS (FR).



## Istituto di Nanoscienze NANO

**Sito web:** [www.infm.it](http://www.infm.it) **Telefono:** 050 509480 **Fax:** 050 509417 **Indirizzo:** Complesso San Silvestro - Piazza San Silvestro, 12; 56127 Pisa **Direttore:** Sorba Lucia **Sezioni:** Lecce, Modena

L'Istituto Nanoscienze (NANO), nasce da tre centri INFM. L'obiettivo primario è lo studio fondamentale e la manipolazione dei sistemi su scala nanometrica. Le attività di ricerca includono la sintesi e la fabbricazione di nanostrutture e dispositivi, lo studio sperimentale e teorico-computazionale delle loro proprietà e funzionalità, e delle loro interfacce con la scala meso e macroscopica, la loro integrazione in sistemi funzionali complessi. Le conoscenze sono utilizzate per elaborare applicazioni multidisciplinari in vari settori, in particolare energia e ambiente, nano(bio)tecnologie, nanomedicina, anche attraverso lo sviluppo di progetti, tecnologie e prototipi di interesse industriale e, in alcuni settori, di pre-produzione. L'Istituto si propone anche di contribuire alla comunicazione

e all'educazione nelle nanoscienze. Tratto caratteristico è la forte collaborazione con atenei, centri di ricerca e aziende italiane e straniere. Oltre alla Scuola Normale di Pisa e alle Università di Lecce e Modena e Reggio Emilia, segnaliamo progetti congiunti con MIT; le Università di Harvard, Berkeley, San Diego, Columbia, Princeton in USA; Toronto; USP-San Paolo; Cambridge; Oxford; Paris-Diderot 7; Amburgo; LMU e TUM-Monaco; Trinity College (Dublino); Costanza; Basilea; Lund; Helsinki; Tel Aviv; Huji; École Normale Supérieure; LPN-CNRS; JNC-Bangalore; Institute for Microstructural Sciences CNRC-Ottawa; Weizmann. Collaborazioni con le aziende Alenia Aeronautica, Ferrari, Selex Sistemi Integrati, STMicroelectronics, Sanofi-Aventis e Sienabio-tech.



## Istituto Nazionale di Ottica INO

**Sito web:** [www.ino.it](http://www.ino.it) **E mail dell'istituto:** [ino@cnr.it](mailto:ino@cnr.it) **Telefono:** 055 23081 **Fax:** 055 2337755 **Indirizzo:** Largo Enrico Fermi, 6; 50125 Firenze **Direttore:** De Natale Paolo **E-mail:** [direttore.ino@cnr.it](mailto:direttore.ino@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.ino@pec.cnr.it](mailto:direttore.ino@pec.cnr.it)

L'INO (Istituto Nazionale di Ottica) opera nel campo dell'ottica, intesa nella sua accezione più ampia, e aggiorna le proprie linee di attività secondo le grandi innovazioni che hanno caratterizzato il settore nell'ultimo secolo, nei settori strategici della fisica atomica e dell'interazione radiazione-materia, oltre che dell'ottica. Obiettivo dell'INO è quello di svolgere, far progredire e sostenere, anche a livello internazionale, la propria ricerca contando sulle attività di trasferimento tecnologico, consulenza tecnico-scientifica e brevettazione, e sull'utilizzo di grandi infrastrutture e piattaforme tecnologiche.

Tra gli ambiti di ricerca dell'Istituto (ottica quantistica, fisica atomica, analisi dell'interazione radiazione-materia, sistemi e sensori ottici, scien-

za della visione, interferometria e microscopia, gas quantistici, micro e nano ottica, studio delle sorgenti e spettroscopia) sono molti quelli con importanti ricadute in settori essenziali per l'economia come l'energia, la sicurezza, la salute, l'ambiente, l'aerospazio e i beni culturali. Infine, nel perseguire la sua missione, l'Istituto promuove e partecipa a progetti nazionali e internazionali di ricerca di base e applicata, estendendo e rafforzando la già ampia rete di collaborazioni esistenti con Università italiane e straniere, Enti di ricerca pubblici e privati e imprese. In più l'INO può vantare alcuni importanti brevetti e numerose pubblicazioni in diverse riviste scientifiche.



## Centro di Responsabilità Scientifica IDAIC IDAIC

**Sito web:** [www.idaic.it](http://www.idaic.it) **E-mail dell'istituto:** [idaic@cnr.it](mailto:idaic@cnr.it) **Telefono:** 055 579558 **Fax:** 055 5047100 **Indirizzo:** Via A. La Marmora, 29; 50121 Firenze **Direttore:** Germanò Alberto **E-mail:** [direttore.idaic@cnr.it](mailto:direttore.idaic@cnr.it) **Posta elettronica certificata:** [direttore.idaic@pec.cnr.it](mailto:direttore.idaic@pec.cnr.it)

L'IDAIC (L'Istituto di Diritto Agrario Internazionale e Comparato) ha le sue radici nel 1922 con l'edizione della Rivista di diritto agrario. Incorporato nel 2003 nel CNR, ha perso la natura di ente pubblico non economico, vigilato dal MIUR, MiPAF e MAE. Esso ha per finalità lo studio dei diritti agrari interno, internazionale e comparato, nonché il connesso studio storico, economico e politico con riguardo ai rapporti tra proprietà terriera e impresa agricola, agricoltura e alimentazione, agricoltura e ambiente.

L'IDAIC è protagonista di un movimento culturale diffuso su scala mondiale attraverso: la Rivista di diritto agrario; la Collana, con 60 volumi sul diritto agrario nazionale e straniero; i convegni sulla disciplina dell'agricoltura; la re-

dazione di testi normativi agrari, come gli schemi di d. lgs. di riordino della materia agricola approvati dal Consiglio dei Ministri l'11.1.2010; una Biblioteca, con circa 13600 volumi e con 207 testate di riviste (tra cui le annate 1791-1853 del Journal du Palais e le annate 1808-1857 del Bollettino delle Commissioni feudali napoletane), i cui titoli sono sul sito dell'Istituto; la frequenza dei rapporti con i cultori del diritto agrario delle Università straniere; l'attuazione, su incarico del MiPAAF, di un corso di lezioni e di due stages (a Firenze e a Cordoba) sul diritto agroalimentare comunitario, nazionale e regionale, nonché sul diritto andaluso dell'agroalimentare.

# Gli Istituti per Regione



## Abruzzo

- ITOI -Trapianti d'Organo e Immunocitologia - L'Aquila
- Unità Operativa di Supporto ITC - L'Aquila
- Unità Operativa di Supporto SPIN - L'Aquila
- Unità Operativa di Supporto IGM - Chieti
- Unità Operativa di Supporto ITOI - Chieti



## Basilicata

- IMAA - Metodologie per l'Analisi Ambientale - Area di Ricerca di Potenza
- Unità Operativa di Supporto IBAM - Area di Ricerca di Potenza
- Unità Operativa di Supporto IMIP - Area di Ricerca di Potenza



## Calabria

- ICAR - Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni - Area di Ricerca di Cosenza
- ISN - Scienze Neurologiche - Area di Ricerca di Cosenza
- ITM - Tecnologia delle Membrane - Area di Ricerca di Cosenza
- Unità Operativa di Supporto IRPI- Area di Ricerca di Cosenza
- Unità Operativa di Supporto IPCF - Cosenza
- Unità Operativa di Supporto IIA - Rende
- Unità Operativa di Supporto ISAFoM - Rende
- Unità Operativa di Supporto ISN - Catanzaro
- Unità Operativa di Supporto ISAC - Lamezia Terme
- Unità Operativa di Supporto IBIM - Reggio Calabria



## Campania

- ISA - Scienze dell'Alimentazione - Avellino
- IBP - Biochimica delle Proteine - Area di ricerca di Napoli
- IGB - Genetica e Biofisica «Adriano Buzzati Traverso» - Area di ricerca di Napoli
- ISSM - Studi sulle Società del Mediterraneo - Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto ICAR - Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto ISGE - Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto IAC - Area di ricerca di Napoli

- Unità Operativa di Supporto IMM - Area di ricerca di Napoli
- Unità Operativa di Supporto IBAF - Area di ricerca di Napoli
- IAMC – Ambiente Marino Costiero - Napoli
- IBB – Biostrutture e Bioimmagini - Napoli
- IEOS – Endocrinologia e Oncologia Sperimentale «Gaetano Salvatore» - Napoli
- IMCB – Materiali Compositi e Biomedici - Napoli
- IM – Motori - Napoli
- IRC – Ricerche sulla Combustione - Napoli
- IRAT – Ricerche sulle Attività Terziarie - Napoli
- IREA – Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente - Napoli
- ISPAAM - Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo - Napoli
- ISPF – Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico Moderno - Napoli
- Unità Operativa di Supporto SPIN - Napoli
- Unità Operativa di Supporto IBB – Napoli
- Unità Operativa di Supporto IGV – Napoli
- Unità Operativa di Supporto IPP - Napoli
- ICB – Chimica Biomolecolare - Area di ricerca di Pozzuoli
- ICIB - Cibernetica «Eduardo Caianiello» - Area di ricerca di Pozzuoli
- ICTP – Chimica e Tecnologia dei Polimeri - Area di ricerca di Pozzuoli
- Unità Operativa di Supporto INO - Area di ricerca di Pozzuoli
- ISAFoM – Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo - Ercolano
- Unità Operativa di Supporto IRPPS - Salerno
- Unità Operativa di Supporto SPIN - Salerno

 **Emilia Romagna**

- ISAC – Scienze dell'Atmosfera e del Clima – Area di Ricerca di Bologna
- ISOF – Sintesi Organica e la Fotoreattività – Area di Ricerca di Bologna
- IRSIG – Ricerca sui Sistemi Giudiziari - Bologna
- Unità Operativa di Supporto ISMN – Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IBIMET – Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IMM – Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IMAR – Area di Ricerca di Bologna
- Unità Operativa di Supporto IEIIT - Bologna
- Unità Operativa di Supporto IGM - Bologna
- Unità Operativa di Supporto ITOI - Bologna
- IMAMOTER – Macchine Agricole e Movimento Terra - Ferrara
- Unità Operativa di Supporto ISOF - Ferrara
- Unità Operativa di Supporto NANO - Modena
- IMEM – Materiali per l'Elettronica e il Magnetismo - Parma
- ISTEC – Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici - Ravenna

 **Friuli – Venezia Giulia**

- IOM – Officina dei Materiali - Trieste
- Unità Operativa di Supporto ISMAR - Trieste
- Unità Operativa di Supporto IC - Trieste
- Unità Operativa di Supporto IOM - Trieste

 **Lazio**

- IASI – Analisi dei Sistemi e Informatica «Antonio Ruberti» - Roma
- IAC – Applicazioni del Calcolo «Mauro Picone» - Roma
- IBC – Biologia Cellulare - Roma
- IBPM – Biologia e Patologia Molecolari - Roma

## { GLI ISTITUTI PER REGIONE }

- ILIESI – Lessico Intellettuale Europeo e Storia delle Idee - Roma
- IRPPS – Ricerche sulla Popolazione e la Politiche Sociali - Roma
- ISTC – Scienze e Tecnologie della Cognizione - Roma
- ISC – Sistemi Complessi - Roma
- ISGI – Studi Giuridici Internazionali - Roma
- ISSIRFA – Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie «Massimo Severo Giannini» - Roma
- ICEVO – Studi sulle Civiltà dell'Egeo e del Vicino Oriente – Roma
- ISMN – Studio dei Materiali Nanostrutturati – Roma
- Unità Operativa di Supporto ICRM - Roma
- Unità Operativa di Supporto ISTC - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITOI - Roma
- Unità Operativa di Supporto ISTC - Roma
- Unità Operativa di Supporto CERIS - Roma
- Unità Operativa di Supporto IFC - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITTIG - Roma
- Unità Operativa di Supporto IFN - Roma
- Unità Operativa di Supporto IPCF - Roma
- Unità Operativa di Supporto ICB - Roma
- Unità Operativa di Supporto IBAM - Roma
- Unità Operativa di Supporto IN - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITB - Roma
- Unità Operativa di Supporto IGG - Roma
- Unità Operativa di Supporto IGAG - Università degli studi La Sapienza - Roma
- Unità Operativa di Supporto ISC - Università degli studi La Sapienza - Roma
- Unità Operativa di Supporto IASI - Roma
- Unità Operativa di Supporto ITIA - Roma
- IGAG – Geologia Ambientale e Geoingegneria - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- IIA – Inquinamento Atmosferico - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- IMC – Metodologie Chimiche - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- IMIP – Metodologie Inorganiche e dei Plasmi - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- IRSA – Ricerca sulle Acque - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- ISCIMA – Studi sulle Civiltà Italiane e del Mediterraneo Antico - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- ITABC – Tecnologie Applicate ai Beni Culturali - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto ISMN - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto ISM - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto IC - Area di Ricerca di Roma - Montelibretti - Monterotondo
- Unità Operativa di Supporto IBAF – Area di Ricerca di Roma - Montelibretti - Monterotondo
- Unità Operativa di Supporto ISIB – Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto ITC – Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto ICVBC – Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto IMC – Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- Unità Operativa di Supporto IBBA – Area di Ricerca di Roma - Montelibretti
- IDASC – Acustica e Sensoristica «Orso Mario Corbino» – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- INMM – Neurobiologia e Medicina Molecolare – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- ISM – Struttura della Materia – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto IMM – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto ISAC – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto ISC – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto IIA – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto INMM – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata
- Unità Operativa di Supporto ITIA – Area di Ricerca di Roma Tor Vergata



**Liguria**

- IBF – BIOFISICA – Area di Ricerca di Genova
- ITD – Tecnologie Didattiche – Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ILC – Area di Ricerca di Genova

## { GLI ISTITUTI PER REGIONE }

- Unità Operativa di Supporto IMATI – Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ISMAC – Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ISSIA – Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto IEIIT – Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto IENI – Area di Ricerca di Genova
- Unità Operativa di Supporto ISMAR – Area di Ricerca di Genova
- SPIN – Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi - Genova
- I Unità Operativa di Supporto SPF - Genova
- Unità Operativa di Supporto IMEM - Genova
- Unità Operativa di Supporto ISEM - Genova
- Unità Operativa di Supporto IBFM - Genova
- Unità Operativa di Supporto ISMAR - La Spezia

### Lombardia

- Unità Operativa di Supporto IDASC - Laboratorio SENSOR - Brescia
- Unità Operativa di Supporto IBBA – Lodi
- Unità Operativa di Supporto IMM - Monza e Brianza
- Unità Operativa di Supporto IRSA - Monza e Brianza
- ICRM – Chimica del Riconoscimento Molecolare - Milano
- IFN – Fotonica e Nanotecnologie – Milano
- ISTM – Scienze e Tecnologie Molecolari – Milano
- ITC – Tecnologie della Costruzione - Milano
- ITIA – Tecnologie Industriali e Automazione - Milano
- Unità Operativa di Supporto IEIIT - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISEM - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISIB - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Milano
- Unità Operativa di Supporto IBF - Milano
- Unità Operativa di Supporto IDPA - Milano
- Unità Operativa di Supporto ISPF - Milano
- Unità Operativa di Supporto IFC - Milano
- Unità Operativa di Supporto IN - Milano
- Unità Operativa di Supporto ICRM - Milano
- IFP – Fisica del Plasma «Piero Caldirola»- Area di Ricerca di Milano – Polo Bicocca
- Unità Operativa di Supporto IENI- Area di Ricerca di Milano – polo Bicocca
- Unità Operativa di Supporto ICVBC - Area di Ricerca di Milano – polo Bicocca
- Unità Operativa di Supporto IENI – Area di Ricerca di Milano – polo Bicocca - Lecco
- IBBA – Biologia e Biotecnologia Agraria - Area di Ricerca di Milano – polo Bassini
- ISMAC – Studio delle Macromolecole - Area di Ricerca di Milano – polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto IREA - Area di Ricerca di Milano – polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto IMATI - Area di Ricerca di Milano – polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto CERIS - Area di Ricerca di Milano – polo Bassini
- Unità Operativa di Supporto ITC - Area di Ricerca di Milano – polo Bassini
- IBFM – Bioimmagini e Fisiologia Molecolare - Area di Ricerca di Milano – polo Segrate
- ITB – Tecnologie Biomediche - Area di Ricerca di Milano – polo Segrate
- IGM – Genetica Molecolare - Pavia
- IMATI – Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche - Pavia
- Unità Operativa di Supporto IGG - Pavia
- Unità Operativa di Supporto IENI - Pavia
- Unità Operativa di Supporto ITIA - Pavia

### Marche

- Unità Operativa di Supporto ISMAR - Ancona



## Piemonte

- Unità Operativa di Supporto ISMAC - Biella
- IVV – Virologia Vegetale – Area di Ricerca di Torino
- Unità Operativa di Supporto ISTEC – Area di Ricerca di Torino
- Unità Operativa di Supporto IMAMOTER – Area di Ricerca di Torino
- Unità Operativa di Supporto IRPI – Area di Ricerca di Torino
- IEIIT – Elettronica e Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni - Torino
- CERIS – Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo - Torino
- Unità Operativa di Supporto IVV - Torino
- Unità Operativa di Supporto IGAG - Torino
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Torino
- Unità Operativa di Supporto IGG - Torino
- Unità Operativa di Supporto ISAC - Torino
- Unità Operativa di Supporto ISEM - Torino
- Unità Operativa di Supporto IPP - Torino
- ISE – Studio degli Ecosistemi - Verbania



## Puglia

- IBBE – Biomembrane e Bioenergetica - Area di Ricerca di Bari
- IC – Cristallografia - Area di Ricerca di Bari
- IGv – Genetica Vegetale - Area di Ricerca di Bari
- ISPA – Scienze delle Produzioni Alimentari - Area di Ricerca di Bari
- ISSIA – Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IPCF - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ITB - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ICCOM - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IRPI - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IAC - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IPP - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IVV - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ITC - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IMIP - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IRSA - Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto ITIA- Area di Ricerca di Bari
- Unità Operativa di Supporto IFN - Bari
- Unità Operativa di Supporto IBBE – Bari
- Unità Operativa di Supporto ISMAR – Foggia
- IBAM – Beni Archeologici e Monumentali – Lecce
- Unità Operativa di Supporto INO – Lecce
- Unità Operativa di Supporto IMM – Lecce
- Unità Operativa di Supporto ISMAC – Lecce
- Unità Operativa di Supporto ISPA – Lecce
- Unità Operativa di Supporto IFC – Lecce
- Unità Operativa di Supporto NANO – Lecce
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Taranto



## Sardegna

- INN – Neurogenetica e Neurofarmacologia - Cagliari
- ISEM – Storia dell'Europa Mediterranea - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IN - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto ISAC- Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IGAG - Cagliari

- Unità Operativa di Supporto IOM - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto ITB - Cagliari
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Oristano
- IGP – Genetica delle Popolazioni - Sassari
- Unità Operativa di Supporto IBIMET - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ISEM - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ISPA - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ISPAAM - Sassari
- Unità Operativa di Supporto ICB - Sassari



## Sicilia

- IMM – Microelettronica e Microsistemi - Catania
- Unità Operativa di Supporto IBAM - Catania
- Unità Operativa di Supporto ICIB - Catania
- Unità Operativa di Supporto ICTP - Catania
- Unità Operativa di Supporto IBB - Catania
- Unità Operativa di Supporto ISAFoM - Catania
- Unità Operativa di Supporto ISN - Catania
- Unità Operativa di Supporto IMM - Catania
- ITAE – Tecnologie Avanzate per l'Energia «Nicola Giordano» - Messina
- Unità Operativa di Supporto IPCF - Messina
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Messina
- IBIM – Biomedicina e Immunologia Molecolari «A. Monroy» – Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto ICAR – Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto ITD – Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto IBFM – Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto ISMN – Area di Ricerca di Palermo
- Unità Operativa di Supporto IBFM - Palermo
- Unità Operativa di Supporto ISSIA - Palermo
- Unità Operativa di Supporto IGv - Palermo
- Unità Operativa di Supporto IAMC - Trapani



## Toscana

- IBIMET – Biometeorologia - Area di Ricerca di Firenze
- ICCOM – Chimica dei Composti Organo-Metallici - Area di Ricerca di Firenze
- ICVBC – Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali - Area di Ricerca di Firenze
- IFAC – Fisica Applicata «Nello Carrara» - Area di Ricerca di Firenze
- IPP – Protezione delle Piante - Area di Ricerca di Firenze
- IVALSA – Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree - Area di Ricerca di Firenze
- Unità Operativa di Supporto ISE - Area di Ricerca di Firenze
- Unità Operativa di Supporto IGv - Area di Ricerca di Firenze
- Unità Operativa di Supporto IAC - Area di Ricerca di Firenze
- Unità Operativa di Supporto IRPI - Area di Ricerca di Firenze
- Unità Operativa di Supporto ISC - Area di Ricerca di Firenze
- IDAIC – Diritto Agrario Internazionale e Comparato - Firenze
- INO – Nazionale di Ottica - Firenze
- OVI – Opera del Vocabolario Italiano - Firenze
- ITTIG – Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica - Firenze
- Unità Operativa di Supporto IASI- Firenze
- Unità Operativa di Supporto IN - Firenze
- Unità Operativa di Supporto IGG - Firenze
- Unità Operativa di Supporto INO - Firenze
- Unità Operativa di Supporto IFC - Massa Carrara
- IFC – Fisiologia Clinica - Area di Ricerca di Pisa

- IGG – Geoscienze e Georisorse - Area di Ricerca di Pisa
- IIT – Informatica e Telematica - Area di Ricerca di Pisa
- ILC – Linguistica Computazionale «A. Zampolli» - Area di Ricerca di Pisa
- IN – Neuroscienze - Area di Ricerca di Pisa
- IPCF – Processi Chimico-Fisici - Area di Ricerca di Pisa
- ISTI – Scienza e Tecnologie dell'Informazione «A. Faedo»
- Unità Operativa di Supporto IBBA - Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto ISE - Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto IBF - Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto INO - Area di Ricerca di Pisa
- Unità Operativa di Supporto ITB - Area di Ricerca di Pisa
- NANO – Nanoscienze - Pisa
- Unità Operativa di Supporto ICCOM - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IMCB - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IEIT - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IGG - Pisa
- Unità Operativa di Supporto IFC -Siena



## Trentino - Alto Adige

- Unità Operativa di Supporto IVALSA - Trento
- Unità Operativa di Supporto ISTC - Trento
- Unità Operativa di Supporto IBFM - Trento
- Unità Operativa di Supporto IFN - Trento
- Unità Operativa di Supporto INO - Trento



## Umbria

- IRPI – Ricerca per la Protezione Idrogeologica – Perugia
- Unità Operativa di Supporto IGV - Perugia
- Unità Operativa di Supporto ISAFoM - Perugia
- Unità Operativa di Supporto ISTM - Perugia
- IBAF – Biologia Agro-Ambientale e Forestale - Terni



## Veneto

- ICIS – Chimica Inorganica e delle Superfici - Area di Ricerca di Padova
- IENI – Energetica e le Interfasi - Area di Ricerca di Padova
- IGI – Gas Ionizzati - Area di Ricerca di Padova
- ISIB – Ingegneria Biomedica - Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto ITC - Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto ISAC - Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto IRPI - Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto IDPA - Area di Ricerca di Padova
- Unità Operativa di Supporto IBAF - Padova
- Unità Operativa di Supporto ISTC - Padova
- Unità Operativa di Supporto ICB - Padova
- Unità Operativa di Supporto IFN - Padova
- Unità Operativa di Supporto ITM - Padova
- Unità Operativa di Supporto IGG - Padova
- Unità Operativa di Supporto ITB - Padova
- Unità Operativa di Supporto IEIT - Padova
- Unità Operativa di Supporto ISTM - Padova
- Unità Operativa di Supporto IN - Padova
- IDPA - Dinamica dei Processi Ambientali - Venezia
- ISMAR – Scienze Marino - Venezia





# Consiglio Nazionale delle Ricerche

Who is who @cnr.it

## **Presidente**

Luciano Maiani

## **Vicepresidente**

Roberto de Mattei

## **Consiglio di Amministrazione**

Andrea di Porto, Marcello Fontanesi, Gianpiero Maracchi, Lucio Pinto, Luigi Rossi Bernardi, Vico Valassi

## **Collegio dei Revisori**

Presidente: Giovanni Ciuffarella, Sergio Basile, Pietro Pilello  
Supplenti: Roberta Cacciamani, Antonio De Gasperis, Anna Maria Paglione

## **Magistrato Corte dei Conti**

Salvatore Nottola

## **Consiglio Scientifico Generale**

Angelo Airaghi, Ezio Andreta, Antonia Bertolino, Ubaldo Carretta, Romano Cipollini, Eduardo Consiglio, Danilo Corradini, Michel Gras, Luigi Labruna, Francesco Lenci, Augusto Marinelli, Gian Carlo Michellone, Giuseppe Pezzotti, Eugenio Picozza, Riccardo Pietrabissa, Aldo Pinchera, Alberto Quadrio Curzio, Alberto Sangiovanni Vincentelli, Angelo Viotti, Francesca Zannotti

## **Comitato di Valutazione**

Presidente: Sergio Dompé, Gian Domenico Auricchio, Francesco Balsano, Massimo Capaccioli, Guido Fabiani, Andrea Granelli, Marco Pasquali, Giuseppe Rotilio

## **Organismo indipendente di valutazione**

Agostino La Bella, Giuseppina Passiante, Gianpiero Ruggiero

## **Comitato per le Pari Opportunità**

Presidente: Angelina Del Vecchio, Giulia Barbiero, Paola Bertolazzi, Rosa Maria Bottino, Maria Rosaria Capobianco, Rosa Maria Di Giorgi, Laura Iadevaia, Yeghis Keheyan, Gabriella Liberati, Anna Maria Paoletti

## Direttore Generale

Fabrizio Tuzi

## Dipartimenti

**Dipartimento Agroalimentare**, direttore Alcide Bertani

Telefono 0649937802 – [segreteria.daa@cnr.it](mailto:segreteria.daa@cnr.it)

**Dipartimento Energia e Trasporti**, direttore Claudio Bertoli

Telefono 0649933849 – [segreteria.det@cnr.it](mailto:segreteria.det@cnr.it)

**Dipartimento Identità Culturale**, direttore f.f. Cesare Mirabelli

Telefono 0649933562 – [segreteria.dic@cnr.it](mailto:segreteria.dic@cnr.it)

**Dipartimento Ict**, direttore Francesco Beltrame

Telefono 0649932065 – [segreteria.dict@cnr.it](mailto:segreteria.dict@cnr.it)

**Dipartimento Materiali e Dispositivi**, direttore Massimo Inguscio

Telefono 0649937424 – [segreteria.dmd@cnr.it](mailto:segreteria.dmd@cnr.it)

**Dipartimento Medicina**, direttore Gianluigi Condorelli

Telefono 0649932498 – [direttore.dm@cnr.it](mailto:direttore.dm@cnr.it)

**Dipartimento Patrimonio Culturale**, direttore Maria Mautone

Telefono 0649933328 – [segreteria.dpc@cnr.it](mailto:segreteria.dpc@cnr.it)

**Dipartimento Progettazione Molecolare**, direttore Sesto Viticoli

Telefono 0649937765 – [segreteria.dpm@cnr.it](mailto:segreteria.dpm@cnr.it)

**Dipartimento Scienze della Vita**, direttore Giuseppe Martini

Telefono 0649932661 – [segreteria.dsv@cnr.it](mailto:segreteria.dsv@cnr.it)

**Dipartimento Sistemi di Produzione**, direttore f.f. Claudio Bertoli

Telefono 0649933711 – [segreteria.dsp@cnr.it](mailto:segreteria.dsp@cnr.it)

**Dipartimento Terra e Ambiente**, direttore Giuseppe Cavarretta

Telefono 0649933836 – [direttore.dta@cnr.it](mailto:direttore.dta@cnr.it)

