



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

2.3.2.2 Programma Strategico **Nanotecnologie Microtecnologie e Sviluppo integrato dei materiali**

Lo **scenario globale** in cui s'inquadra il Programma è ben rappresentato dalla opinione largamente condivisa che le **nanotecnologie** rappresentino, insieme con la post-genomica, il campo di maggior sviluppo scientifico del prossimo futuro. La ricerca sulle nanotecnologie è oggetto di un crescente sforzo che vede il progressivo convergere del punto di vista chimico, del punto di vista fisico e ora anche del punto di vista biotecnologico, verso il target comune del controllo riproducibile delle dimensioni di un sistema sotto i 20-30 nm. L'identificazione di alcuni centri deputati allo sviluppo di nanotecnologie ultimative, che possano spingere lo stato dell'arte sotto la barriera dei 10 nm, è infatti uno dei principali obiettivi di ricerca in USA, Giappone, Unione Europea e meriterebbe di per sé un'azione specifica nel quadro di un programma nazionale ricerca. Il trasferimento tecnologico delle nanotecnologie è meno immediato di quello delle tecnologie micrometriche, e richiede comunque che nel breve-medio periodo sia proseguita l'evoluzione delle tecnologie micrometriche, o **microtecnologie**, soprattutto per la realizzazione di **microsistemi e microsensori**. I microsistemi e i microsensori, se paragonati ai sistemi convenzionali, garantiscono soluzioni estremamente competitive, non solo in termini di prestazioni, talvolta non altrimenti conseguibili, ma anche in termini di rapporto costo/prestazioni, per moltissimi settori applicativi, quali il biomedico, l'alimentare, l'ambientale, le telecomunicazioni ed i trasporti. L'impulso sulle nanotecnologie deve inoltre essere affiancato anche da una profonda scientificizzazione e matematizzazione dei *know-how* legati a scale dimensionali superiori, nonché dalla costruzione di metodologie per lo sviluppo dei modelli di raccordo tra le varie scale dimensionali. Ciò comporta che in tutti i paesi industrializzati siano state avviate rilevanti iniziative di **sviluppo integrato multiscala delle tecnologie dei materiali strutturali**.

La complessità multidisciplinare del programma richiede il mantenimento di un elevato grado di interdipendenza tra le linee di ricerca da svolgere e quindi l'aggregazione dei gruppi di ricerca in reti al fine di ottimizzare i livelli di impatto pervasivo sulla competitività scientifica e produttiva, sulla qualità della vita e dell'ambiente:

- Rilancio della ricerca nazionale, sia di base che applicata, in uno dei campi da cui discenderanno, nel volgere di pochi anni, profonde modificazioni di prodotti e processi produttivi; ciò consentirà anche l'inserimento del sistema nazionale nei circuiti internazionali.
- Mantenimento o miglioramento della competitività delle imprese industriali nazionali, con particolare riguardo all'utilizzo dei trovati della ricerca
- Sviluppo di nuove imprese basate sulla conoscenza, in grado di inserirsi nel processo di globalizzazione



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

- Profonda innovazione nelle metodologie diagnostiche e terapeutiche, ivi compresa la soluzione di problemi legati all'invecchiamento
- Miglioramento della sicurezza in tutti i settori produttivi, nelle abitazioni e nei trasporti sia terrestri che aerei
- Miglioramento della qualità delle produzioni agro-alimentari
- Riduzione dell'immissione di inquinanti grazie al miglioramento dell'efficienza dei processi produttivi
- Riduzione dei consumi energetici
- Riduzione dei consumi di materie prime
- Riduzione del traffico grazie al teletavolo

All'interno di questo Programma si prevede il lancio di quattro Grandi Progetti-Obiettivo:

- Grande Progetto-Obiettivo 1*
Sviluppo e messa a punto di tecnologie per la sintesi e la manipolazione della materia su scala nanometrica
- Grande Progetto-Obiettivo 2*
Sviluppo ed ingegnerizzazione delle nanostrutture
- Grande Progetto-Obiettivo 3*
Sviluppo e realizzazione di sistemi miniaturizzati
- Grande Progetto-Obiettivo 4*
Sviluppo integrato multiscala delle tecnologie dei materiali strutturali con caratteristiche multifunzionali



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

2.3.2.3 I Programmi Strategici relativi al macro-obiettivo *Ambiente ed Energia*

Con riferimento a questo macro-obiettivo, le Linee Guida del PNR hanno assegnato priorità alle seguenti tematiche:

- celle a combustibile;
- nuovi approcci alla generazione e gestione di energia;
- tecnologie di modellazione dei cambiamenti climatici globali e di mitigazione degli effetti.

In risposta a queste indicazioni, il PNR propone due Programmi Strategici, all'interno dei quali è stata prevista la realizzazione nel triennio 2001/03 di tre Grandi Progetti-Obiettivo:

1. Programma Strategico *Sviluppo Sostenibile e Cambiamenti Climatici*

- Grande Progetto-Obiettivo 1
Simulazioni, Diagnosi e Previsioni del Cambiamento Climatico

2. Programma Strategico *Nuovi Sistemi di produzione e gestione dell'energia*

- Grande Progetto-Obiettivo 1
Vettore Idrogeno
- Grande Progetto-Obiettivo 2
Celle a Combustibile



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

2.3.2.3.1 Programma Strategico *Sviluppo Sostenibile e Cambiamenti Climatici*

Gli interventi attuativi del Protocollo di Kyoto sul Global Change impegnano i Paesi firmatari ad attuare programmi di ricerca ai livelli nazionali su rilevanti tematiche relative ai Cambiamenti Climatici.

Il clima è un problema globale e come tale richiede un trattamento globale, attraverso l'uso di modelli di simulazione atmosfera-oceano globali. Gli effetti locali dei cambiamenti climatici possono passare infatti attraverso la modificazione di regimi di variabilità climatica prevalenti a livello globale e che quindi possono influenzare il clima prevalente in una certa area sulla base di dinamiche planetarie o dovute a fenomeni distanti sul globo.

Le indagini scientifiche in questa direzione richiedono la possibilità di usare e accedere a modelli di simulazione atmosferica-oceano globali, il cui uso e disponibilità vanno quindi stimolati.

A tutt'oggi la comprensione dei meccanismi che regolano il clima è ancora parziale e quindi le proiezioni dei cambiamenti climatici futuri sono caratterizzate da un'elevata incertezza, che riflette quindi una paragonabile incertezza sui risultati degli studi d'impatto che si basano sulle simulazioni numeriche stesse.

La posizione geografica dell'Italia e la sua geopolitica richiedono un approccio scientifico ed applicativo particolare. L'Italia è situata nel mare Mediterraneo, che è in gran parte responsabile del clima italiano.

Sempre con riferimento al clima del bacino Mediterraneo è molto sentita la carenza di un sistema integrato di monitoraggio in situ e da satellite e di modellizzazione della dinamica, dell'idrologia e degli ecosistemi, anche se nell'ultimo decennio diversi progetti MAST della Commissione Europea hanno contribuito non poco all'avanzamento delle nostre conoscenze sul bacino. Occorrerà quindi sostenere lo sviluppo di sistemi di monitoraggio negli aspetti sperimentali e modellistici che, pur investendo necessariamente il Mediterraneo in senso globale, siano però concepiti in modo tale da rivelare variabilità ed effetti del "global change" lungo la fascia costiera.

Il PNR lancia pertanto il Programma Strategico "Sviluppo Sostenibile e Cambiamenti Climatici" come risposta ad una domanda di ricerca caratterizzata da un ampio spettro di problematiche riguardanti:

- Variabilità climatica stagionale ed interannuale.** Migliorare le conoscenze relative alla possibilità di prevedere le variazioni climatiche a breve termine e di utilizzare tali previsioni ai fini di migliorare la pianificazione economica e mettere a punto strategie di mitigazione.



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

- Cambiamenti climatici su scale decennali e secolari. Prevedere e valutare i cambiamenti nel clima che potrebbero risultare dai cambiamenti nella popolazione, nel consumo energetico, nell'uso del territorio, e da altri cambiamenti naturali e antropici. Il PNRC si propone inoltre di prevedere e valutare le conseguenze di tali cambiamenti climatici sulla società e l'ambiente e quindi di fornire le informazioni scientifiche di cui la società ha bisogno per fronteggiare tali cambiamenti.
- Effetti climatici diretti e indiretti dei cambiamenti nella composizione chimica dell'atmosfera. Studiare i processi che determinano i cambiamenti nella composizione chimica dell'atmosfera, e di valutarne le conseguenze sulla società e sugli ecosistemi.
- Cambiamenti negli usi e destinazione del suolo ("land cover") e negli ecosistemi acquatici e terrestri. Studiare, comprendere, prevedere e valutare le cause, l'ampiezza e le conseguenze dei cambiamenti nell'uso del territorio, negli ecosistemi acquatici e terrestri in modo da rafforzare le basi scientifiche per pratiche ambientali e per un uso sostenibile delle risorse naturali.
- Strategie di risposta e misure di mitigazione. Valutare, in relazione alla valutazione delle sorgenti emissive di gas serra e tenendo conto della vulnerabilità e degli effetti dei cambiamenti climatici sull'Italia, la possibilità di mettere a punto strategie economiche ed industriali per l'attenuazione degli effetti peggiori dei cambiamenti climatici.
- Effetti sulla salute pubblica. Identificare, analizzare e comprendere come i cambiamenti climatici si riflettono sulla salute dell'uomo e degli ecosistemi.

Il Programma Strategico "Sviluppo Sostenibile e Cambiamenti Climatici" si proietta su di un orizzonte temporale di medio-lungo periodo. La complessità delle problematiche, delle metodologie e delle tecniche strumentali coinvolte richiedono:

- il recupero di massa critica nella dimensione multidisciplinare, attraverso l'apporto di competenze rinvenienti da diversi Enti Pubblici di Ricerca e Università a livello nazionale;
- la specializzazione delle competenze di Ricerca nelle diverse problematiche connesse con il cambiamento climatico;
- la dotazione di capacità intellettuali e strumentali adeguate per affrontare la dinamica dei sistemi complessi in gioco nel "Global Change" climatico.

A queste esigenze il PNR risponde prevedendo la realizzazione di una infrastruttura di ricerca, caratterizzata come *Centro EuroMediterraneo per la Ricerca sui Cambiamenti Climatici* (vedi paragrafo infrastrutture), che supporti la rete dei Centri e dei Laboratori di Ricerca che saranno coinvolti nel Programma Strategico.



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

L'avvio del Programma strategico si concretizza in un Grande Progetto-Obiettivo:

- *Grande Progetto-Obiettivo 1:*
Simulazioni, Diagnosi e Previsioni del Cambiamento Climatico,
focalizzato su:
 1. Modelli di simulazione globale atmosferica ad alta risoluzione 1×1 grado, con parametrizzazione della vegetazione attiva.
 2. Modello di circolazione globale oceanica ad alta risoluzione 0.5×0.5 gradi.
 3. Sistema di previsioni stagionali della anomalie climatiche.
 4. Determinazione delle modalità del cambiamento climatico sulla regione mediterranea.
 5. Valutazione dell'impatto del Mar Mediterraneo sul clima globale.
 6. Valutazione e identificazione delle interconnessioni che interessano la regione europea e mediterranea, e il loro rapporto con la variabilità tropicale.



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

2.3.2.3.2 Programma Strategico ***Nuovi Sistemi di produzione e gestione dell'energia***

Diverse sono le ragioni che concorrono a dare rilevanza ad una strategia nazionale per la ricerca e sviluppo in campo energetico, che tenga conto delle attuali condizioni del mercato e delle esigenze dell'ambiente e della salute:

- aumentare l'efficienza del sistema energetico, rendendo maggiormente produttivo l'uso delle risorse energetiche per migliorare la prestazione economica complessiva, proteggendo al tempo stesso l'ambiente e la salute;
- garantire la continuità degli approvvigionamenti, proteggendo la nostra economia da minacce esterne di interruzioni nelle forniture o guasti nelle infrastrutture energetiche;
- promuovere forme di produzione ed uso dell'energia rispettose della salute e dell'ambiente, migliorando la qualità ambientale a livello locale e globale;
- espandere le future scelte in campo energetico, perseguendo un continuo progresso nella scienza e nella tecnologia per fornire alle future generazioni un robusto portafoglio di sorgenti energetiche pulite e a costi ragionevoli;
- rafforzare una cooperazione internazionale sui temi energetici globali, sviluppando i mezzi per fornire adeguata risposta alle questioni di carattere economico, di sicurezza degli approvvigionamenti e di tipo ambientale.

L'imperativo ad intraprendere un forte programma tecnologico è ora rafforzato dall'evidenza dei lunghi periodi di tempo necessari per dei cambiamenti significativi nelle nostre infrastrutture energetiche. Le strategie alla produzione e uso dell'energia portano il Paese a seguire specifici percorsi per un considerevole periodo di tempo. Nella misura in cui vengono scelte tecnologie attraenti, pulite ed efficienti, ne traggono beneficio sia l'economia che l'ambiente. Pertanto, un robusto programma di ricerca e sviluppo in campo energetico ci apre la strada per un futuro di sviluppo sostenibile.

La Legge Finanziaria 2001 prevede i seguenti interventi:

- Interventi in materia di promozione dello sviluppo sostenibile istituendo un apposito Fondo presso il Ministero dell'Ambiente. All'interno degli interventi è quotata l'innovazione tecnologica finalizzata alla protezione dell'ambiente, il minor consumo energetico e il maggior consumo di fonti di energia riproducibili.
- Fondo per la riduzione delle emissioni in atmosfera e per la promozione dell'efficienza energetica e delle fonti sostenibili di energia.
- Contributo alla ENEA per un programma di ricerca, sviluppo e produzione dimostrativa su scala industriale a partire dall'energia solare utilizzata come sorgente di calore ad alta temperatura.



*Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca*

Peraltra, l'insieme delle attività nazionali sulla fusione sono condotte nel quadro di stretto coordinamento, anche finanziario, offerto dalla partecipazione al programma comunitario (European Fusion Development Agreement-EFDA) con l'obiettivo di acquisire le conoscenze scientifiche e tecnologiche sulla fisica dei plasmi confinati magneticamente indispensabili per la realizzazione di un esperimento internazionale per lo studio di "plasma ignito". Attenzione viene anche posta sugli studi di fisica del confinamento inerziale e su approcci alternativi.

In merito alle strategie sul confinamento magnetico occorre sottolineare che nel 2001 l'Unione Europea dovrà assumere una decisione definitiva relativa al Grande Progetto internazionale ITER e sul programma fusione del VI Programma Quadro. Conseguentemente il nostro Paese dovrà ridefinire le proprie scelte e priorità.

Va, infine, considerato il progetto IGNITOR, una macchina ad alto campo magnetico estremamente compatta che mira ad esplorare plasmi in regime di ignizione il cui sviluppo è in corso da molti anni in ENEA con finanziamenti ad hoc a carico del bilancio dello Stato.

Tenuto conto che nelle Linee Guida del PNR sono stati indicate come diretrici nell'area dell'Energia le celle a combustibile e i nuovi approcci alla produzione e gestione dell'energia, il PNR lancia questo Programma Strategico strutturato in due Grandi Progetti-Obiettivo:

- Grande Progetto Obiettivo 1*
Vettore Idrogeno
- Grande Progetto Obiettivo 2*
Celle a Combustibile

1) Grande Progetto Obiettivo Vettore Idrogeno

Obiettivo del progetto è quello di promuovere nel lungo termine lo sviluppo dell'idrogeno come nuovo vettore energetico in grado di risolvere il problema delle emissioni. In particolare il progetto si propone di:

- individuare e sviluppare le migliori tecnologie in grado di minimizzare il costo della tonnellata di CO₂ evitata nei cicli a idrogeno basati sulle fonti fossili;
- sviluppare le tecnologie ed i materiali più affidabili per il trasporto e lo stoccaggio di idrogeno dal sito di produzione ai mercati dei vari settori di impiego;
- selezionare/sviluppare le tecnologie di impiego di idrogeno per i settori:
 - produzione di energia elettrica centralizzata (cicli combinati);



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

- produzione di energia elettrica distribuita (celle a combustibile e cicli ibridi celle a combustibile-turbogas);
- autotrazione (motori a combustione interna e celle a combustibile);
- valutare la potenzialità di impiego dell'idrogeno nei vari settori energetici e di industrie specialistiche (raffinerie, ecc.).

Gli interventi previsti riguardano tutte le tecnologie del ciclo dell'idrogeno a partire da combustibili fossili, ed in particolare:

- la produzione di idrogeno da combustibili contenenti carbonio (gas naturale, residui petroliferi, carbone, biomasse);
- la separazione ed il confinamento della CO₂;
- la distribuzione e lo stoccaggio dell'idrogeno;
- l'utilizzo dell'idrogeno nei diversi settori di applicazione (generazione di potenza, produzione distribuita di energia elettrica e calore, trasporto).

Lo sviluppo delle tecnologie per il "sistema idrogeno" sarà affiancato da una serie di azioni parallele tendenti a:

- analizzare i benefici ambientali delle diverse soluzioni sviluppate e del sistema idrogeno nel suo insieme;
- valutare, da un punto di vista tecnico ed economico, le linee di sviluppo più promettenti, in funzione della evoluzione delle tecnologie, dei mercati e, più in generale, delle esigenze specifiche del Paese;
- sviluppare normative, codici, standard e azioni informative che favoriscano la diffusione dell'idrogeno e delle tecnologie relative.

La complessità delle problematiche, l'entità degli investimenti richiesti e la valenza soprannazionale di salvaguardia dell'ambiente, che sono alla base del programma, comporteranno inoltre collaborazioni in ambito internazionale, anche al fine di ridurre rischi e costi.

2) Grande Progetto Obiettivo Celle a Combustibile

In sintesi, le principali linee di sviluppo che saranno portate avanti attraverso collaborazioni tra l'industria, gli utenti e le strutture di ricerca nazionali, sono le seguenti:

- sviluppo e potenziamento della tecnologia nazionale delle celle a combustibile a carbonati fusi, per la generazione distribuita di potenza del range 250 kW - 20 MW;



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
Segreteria Tecnica per la Programmazione della Ricerca

- sviluppo e potenziamento della tecnologia nazionale delle celle a combustibile ad elettrolita polimerico, in quanto le più promettenti per gli usi legati alla autotrazione ed al settore residenziale nel campo di potenza 1 - 50 kW;
- sviluppo delle tecnologie di produzione dell'idrogeno da combustibili diversi (gas naturale, metanolo) specifiche per l'uso in sistemi con celle a combustibili;
- sviluppo della tecnologia delle celle a combustibile ad ossidi solidi, come la più promettente, nel medio-lungo termine, per la generazione distribuita, anche in configurazione "ibrida" con accoppiamento ad una turbina a gas per raggiungere i massimi rendimenti (>70%).

2.3.2.4 I Programmi Strategici relativi al macro-obiettivo *Le civiltà mediterranee nel sistema globale*

Il PNR lancia tre Programmi Strategici:

1. Programma Strategico *Eredità e prospettive nelle Scienze Umane*

- Grande Progetto-Obiettivo 1*
Storia, arte e letteratura come strumento di dialogo fra le culture mediterranee, mitteleuropee ed atlantiche.

2. Programma Strategico *Scienza e Tecnologia nella Società della Conoscenza*

- Grande Progetto-Obiettivo 1*
Nuove dinamiche di apprendimento e processi economici e sociali emergenti fra globalizzazione, società multi-etniche ed economia digitale.
- Grande Progetto-Obiettivo 2*
I paradigmi del rapporto tra scienza, opinione pubblica, mezzi di comunicazione e decisori pubblici.

3. Programma Strategico *Tutela dei diritti e della sicurezza dei cittadini*

- Grande Progetto-Obiettivo 1*
Formulazione e ricerca per la tutela giurisdizionale dei diritti e della sicurezza dei cittadini.