

# SENATO DELLA REPUBBLICA

XIV LEGISLATURA

**Doc. CCIV**  
**n. 1**

## RELAZIONE

SULL'ATTIVITÀ SVOLTA DALL'ENEA E DALLE  
SOCIETÀ E CONSORZI PARTECIPATI

(Anno 2002)

*(Articolo 23, comma 1, del decreto legislativo 3 settembre 2003, n. 257)*

**Presentata dal Ministro delle attività produttive**

(MARZANO)

---

**Comunicata alla Presidenza il 14 maggio 2004**

---



## INDICE

PREMESSA .....	Pag.	11
I PROGRAMMI NAZIONALI E INTERNAZIONALI .....	»	14
1. <i>L'Accordo di Programma con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (MATT, ex MINAMB)</i> .....	»	14
2. <i>Progetto solare termodinamico (art. 111, Legge finanziaria 2001)</i> .....	»	17
3. <i>L'Intesa di Programma con il Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca (ex Intesa di Programma ENEA - MISM)</i> ...	»	17
4. <i>Gli altri Programmi svolti in collaborazione con il MIUR</i> .....	»	21
4.1 - <i>Interventi finanziati dalla legge 95/1995</i> .....	»	21
4.2 - <i>Il Progetto CAMPEC</i> .....	»	23
4.3 - <i>I Progetti di ricerca di interesse strategico (Legge 449/1997)</i> .....	»	23
4.4 - <i>Gli interventi nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) «Ricerca, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione (FESR 2000-2006, FSE)»</i> .....	»	25
5. <i>Il contratto di Associazione EURATOM-ENEA</i> .....	»	26
PARTE A – SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI CONSEGUITI NEL CORSO DEL 2002 .....	»	28
6. A.1 <i>Energia per il futuro</i> .....	»	28
6.1 - <i>Il solare termodinamico</i> .....	»	28
6.2 - <i>Il sistema vettore idrogeno</i> .....	»	33
6.3 - <i>Celle a combustibile</i> .....	»	33
6.4 - <i>Sistemi di accumulo</i> .....	»	35
6.5 - <i>Celle e moduli fotovoltaici</i> .....	»	37
6.6 - <i>Biomasse</i> .....	»	38
6.7 - <i>Tecnologie per l'efficienza energetica</i> .....	»	40
7. A.2 <i>La protezione del pianeta e della salute dell'uomo</i> .....	»	42
7.1 - <i>Prodotti e processi eco-compatibili</i> .....	»	42
7.2 - <i>Prevenzione e gestione ambientale d'impresa</i> .....	»	43
7.3 - <i>Monitoraggio e risanamento ambientale</i> .....	»	43
7.4 - <i>Disattivazione impianti nucleari e condizionamento rifiuti radioattivi</i> .....	»	47
7.5 - <i>Protezione dalle radiazioni ionizzanti</i> .....	»	51
7.6 - <i>Ricerca e sviluppo nel campo della fissione nucleare</i> .....	»	53
7.7 - <i>Protezione della salute</i> .....	»	57

7.8 - Valutazione del rischio per la salute da agenti fisici e chimici mediante nuovi modelli e tecnologie sperimentali . . . . .	Pag.	58
7.9 - Sviluppo di prodotti/processi a base biologica . . . . .	»	60
Produzione di anticorpi ricombinanti e di vaccini da piante. . . . .	»	60
7.10 - Sicurezza alimentare e ambientale . . . . .	»	61
7.11 - Il sistema dei trasporti: sicurezza e compatibilità ambientale . . . . .	»	62
8. A.3 <i>I grandi strumenti avanzati</i> . . . . .	»	64
8.1 - Fusione nucleare . . . . .	»	64
Fisica del confinamento inerziale . . . . .	»	66
Tecnologie . . . . .	»	66
8.2 - Progetto IGNITOR . . . . .	»	68
8.3 - Sviluppo e uso di acceleratori di elettroni e protoni in terapia oncologica . . . . .	»	69
8.4 - Modellistica e calcolo ad alte prestazioni . . . . .	»	69
9. A.4 <i>Nuove tecnologie per la competitività</i> . . . . .	»	74
9.1 - Il potenziamento delle strutture tecnico-scientifiche nel Mezzogiorno . . . . .	»	74
Impianti per la metrologia . . . . .	»	75
Stazione laser per le PMI . . . . .	»	75
Impianti per il recupero materiali . . . . .	»	76
9.2 - Materiali funzionali e loro tecnologie di integrazione . . . . .	»	77
9.3 - Qualificazione di materiali, componenti e metodologie di misura . . . . .	»	79
9.4 - Metodi e processi di sintesi e caratterizzazione di materiali nanofasici e nanostrutturati . . . . .	»	80
Sintesi di nanotubi di carbonio in ambienti non convenzionali . . . . .	»	81
9.5 - Materiali strutturali monolitici e compositi . . . . .	»	84
9.6 - Sviluppo e caratterizzazione di sorgenti laser innovative . . . . .	»	85
9.7 - Applicazioni laser . . . . .	»	85
9.8 - Sviluppo di nanotecnologie per microelettronica, optoelettronica e sensoristica . . . . .	»	86
9.9 - Applicazioni nucleari in medicina . . . . .	»	87
9.10 - Gestione grandi impianti . . . . .	»	88
9.11 - Sviluppo del sistema agro-industriale . . . . .	»	88
10. A.5 <i>Cambiamenti globali</i> . . . . .	»	90
10.1 - Simulazioni modellistiche del clima . . . . .	»	90
10.2 - Ricerche sperimentali sui cambiamenti climatici osservati . . . . .	»	90
10.3 - Studi e valutazioni sugli effetti dei cambiamenti climatici . . . . .	»	92
10.4 - Clima e ambiente . . . . .	»	92
10.5 - La stazione di Lampedusa . . . . .	»	93
11. A.6 <i>Al servizio del Sistema Paese</i> . . . . .	»	94
11.1 - Il Progetto Antartide . . . . .	»	94
11.2 - Sito nazionale di deposito dei materiali radioattivi . . . . .	»	96
11.3 - Funzioni di «Advisor» per la Pubblica Amministrazione . . . . .	»	97
Attività di supporto alle Regioni e agli Enti Locali . . . . .	»	101
Informazione e diffusione . . . . .	»	102

11.4 - Servizi ad alto contenuto tecnologico per la Pubblica Amministrazione e le imprese . . . . .	Pag.	102
11.5 - Innovazione tecnologica e servizi avanzati per le PMI . . . . .	»	103
PARTE B - LE SOCIETÀ ED I CONSORZI PARTECIPATI . . . . .	»	108
12. Il quadro legislativo . . . . .	»	108
13. Gli obiettivi strategici dell'ENEA nelle partecipazioni societarie . . . . .	»	108
14. Il quadro delle partecipazioni societarie . . . . .	»	109
15. Valutazione dei risultati conseguiti attraverso le partecipazioni societarie . . . . .	»	112
16. Aggiornamento al 2002 del quadro delle partecipazioni più rilevanti . . . . .	»	117





*Ministero  
delle Attività Produttive*

DIREZIONE GENERALE DELL'ENERGIA  
E DELLE RISORSE MINERARIE

RELAZIONE AL PARLAMENTO SULL'ATTIVITA' SVOLTA  
DALL'ENEA NELL'ANNO 2002  
AI SENSI DELL'ART. 12 DEL D. LGS. 36/99

L'ENEA, le cui attività erano all'origine concentrate quasi esclusivamente nel settore dell'energia nucleare, anche in relazione al cambiamento della politica energetica nazionale ha, nel corso degli anni '90, esteso le proprie attività all'intero settore dell'energia (con particolare riferimento alle fonti rinnovabili ed all'efficienza energetica) ed ai settori dell'ambiente e delle nuove tecnologie (biomedica, materiali innovativi, robotica ed altro) e ha modificato il tipo di impegno (ricerca e sviluppo, diffusione dell'innovazione, supporto alle pubbliche amministrazioni). Ne è derivata una pronunciata frammentazione dei programmi di lavoro, a cui ha tentato di porre rimedio il decreto legislativo 30 gennaio 1999, n. 36 recante il riordino dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente e, in seguito, anche la legge finanziaria 2001 (articolo 111, legge 23 dicembre 2000, n.388 ).

Nonostante l'ENEA abbia proceduto, nell'ambito del piano triennale 2001 - 2003, all'aggregazione delle diverse azioni su macroobiettivi programmatici (le cosiddette "finalità strategiche"), l'attività svolta nell'anno 2002 rimane sostanzialmente dispersa in molte direzioni e le priorità rimangono non definite. Fanno eccezione alcuni casi di impegno su progetti dimostrativi e progetti pilota come la "conversione dell'energia solare per via termodinamica" o il sistema nucleare ADS.

Per quanto riguarda le attività di ricerca e innovazione tecnologica si segnala la necessità che l'Ente accentui la collaborazione con le imprese per le tecnologie più vicine alla maturità; mentre per le attività di ricerca strategica, con tempi di ritorno superiori al decennio, è necessario che prosegua l'integrazione di tali attività nel piano nazionale della ricerca e in progetti europei ed internazionali.

L'attività dell'ENEA nell'anno 2002 è stata condizionata dalle problematiche gestionali connesse con la riduzione del contributo ordinario dello Stato, limitato alla copertura delle sole spese fisse di funzionamento e del personale e con la gestione



## *Ministero delle Attività Produttive*

commissariale straordinaria che si è prolungata per l'intero anno. Nonostante ciò, va rilevato che sono cresciuti i contratti e le commesse acquisite sul mercato che hanno finanziato una parte significativa dei programmi svolti dall'Ente.

Sull'attività svolta dall'ENEA nel 2002 il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca non ha reso noto il proprio parere, più volte richiesto, mentre sono pervenute le valutazioni del Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio.

Quest'ultima Amministrazione, rilevata la genericità della descrizione di alcune attività di durata pluriennale, avrebbe ritenuto opportuno che l'Ente avesse precisato i risultati raggiunti, seppur non definitivi. Il Ministero dell' Ambiente sottolinea, poi, la necessità di un maggiore coordinamento di alcune attività di ricerca finalizzata con gli utilizzatori delle ricerche stesse.

Su questo aspetto è intervenuto il decreto legislativo di riforma 3 settembre 2003, n.257 (di cui si dirà, poi, più estesamente) che prevede l'istituzione di un "Comitato di indirizzo e coordinamento dei progetti di industrializzazione". Tale organo è composto di sette membri di cui quattro designati dalle associazioni nazionali di categoria maggiormente rappresentative. Il Comitato ha compiti propositivi e consultivi in merito all'attività di ricerca dell'Ente ed, in particolare, individua le possibili linee evolutive della ricerca nei settori produttivi di competenza.

Inoltre, per valorizzare i risultati della ricerca, il menzionato decreto legislativo prevede la costituzione di una società di diritto privato per la gestione delle partecipazioni attuali e future dell'ENEA in consorzi, fondazioni, società. A tale società possono essere trasferiti i diritti di sfruttamento dei brevetti per invenzioni industriali.

Al fine di superare le problematiche sopra evidenziate, il Governo ha avviato la riforma dell'ENEA approvata con decreto legislativo 3 settembre 2003, n.257, recante, appunto, il "riordino della disciplina dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente - ENEA a norma dell'articolo 1 legge 6 luglio 2002, n.137".

Il citato decreto legislativo di riforma indica una nuova e più precisa missione per l'ENEA. Tale missione ha come prima finalità il supporto delle politiche di





## *Ministero delle Attività Produttive*

competitività e di sviluppo sostenibile in campo energetico-ambientale, operando nei settori dell'energia e dell'ambiente e, come ulteriore finalità, quella di promuovere e svolgere attività di ricerca di base ed applicata e di innovazione tecnologica, diffondendo e trasferendo i risultati ottenuti, e fornendo servizi ad alto livello tecnologico, anche in collaborazione con il sistema produttivo nazionale.

Il decreto legislativo 3 settembre 2003, n.257 adotta un modello di governo dell'Ente in linea con i più recenti orientamenti normativi, imperniato su tre organi già esistenti (Presidente, Consiglio di Amministrazione e Collegio dei Revisori), coadiuvati da organi di consulenza tecnico-scientifica, di valutazione periodica dei risultati scientifici e tecnologici dell'attività di ricerca, e di "raccordo" con il sistema produttivo.

Per una migliore programmazione delle attività il decreto legislativo di riforma prevede, com'è noto, sia un piano triennale di attività che dovrà definire gli obiettivi, i programmi di ricerca, i risultati socio-economici attesi e le risorse, sia un piano annuale di dettaglio che comprende le attività da svolgere nel corso dell'anno.

Le proposte di piano triennale e di piano annuale sono deliberate dal Consiglio di Amministrazione ed approvate dal Ministro delle Attività Produttive d'intesa con il Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, e con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, sentiti il Ministro della Funzione Pubblica ed il Ministro dell'Economia e delle Finanze, ciascuno per gli ambiti di rispettiva competenza.



## PREMESSA

Nel corso del 2002, è proseguita la gestione commissariale dell'Ente, iniziata nell'ultimo trimestre del 2001 a seguito dello scioglimento del Consiglio di Amministrazione dell'ENEA e della conseguente nomina – con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 12 ottobre 2001 - del prof. Carlo Rubbia a Commissario Straordinario.

La gestione commissariale dell'Ente è stata prorogata a tutto il 31 dicembre 2002, mediante due successivi decreti in data 11 aprile 2002 e 11 ottobre 2002. Infine, con un ultimo decreto in data 30 dicembre 2002, il commissariamento dell'Ente è stato ulteriormente prorogato di altri tre mesi, *“al fine di assicurare la continuità dei programmi in atto e di perfezionare la riforma dell'Ente, ridefinendone la missione e la struttura”*.

Nell'ottobre del 2002, per effetto della legge 145/2002, si è verificata la cessazione dall'incarico di Direttore Generale dell'ing. Gaetano Tedeschi; considerata la fase di gestione commissariale, il prof. Carlo Rubbia ha affidato temporaneamente le funzioni di Direttore Generale all'ing. Giovanni Lelli (all'epoca Vice Direttore Generale dell'Ente), con decorrenza dal giorno 8 ottobre 2002.

Il prolungarsi del regime commissariale ed l'avvicendamento alla Direzione Generale non hanno ritardato il completamento del processo di riorganizzazione che ha interessato l'Ente a valle della riforma introdotta dal dlgs. 36/99.

I principi ispiratori del processo ed i lineamenti della nuova struttura organizzativa erano stati definiti nel documento “Il processo di riforma lungo le linee strategiche del Programma Triennale 2001-2003”, approvato dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 2 maggio 2001. Il nuovo modello organizzativo prevedeva il superamento e l'eliminazione dei Dipartimenti, su cui era basata la precedente struttura, e proponeva come obiettivo una struttura composta, fundamentalmente, da tre tipologie di unità organizzative:

- le Unità programmatiche (Unità Tecnico Scientifiche, Unità di Agenzia, Grandi Progetti, Grandi Servizi Paese)
- le Funzioni Centrali
- le Unità di Centro.

Nel corso del 2002, il processo di riorganizzazione è stato praticamente completato, con l'attivazione delle strutture di secondo livello delle Unità programmatiche e delle Funzioni Centrali e con l'attivazione delle Unità di Centro. In particolare:

- con l'Ordinanza 2/2002/CS del 14 gennaio 2002, il Commissario Straordinario ha dato mandato al Direttore Generale di procedere all'attivazione delle Unità di secondo livello all'interno delle Unità programmatiche, sulla base dei contenuti del documento Atti CS 37/2001 rev. 1 dell'11 gennaio 2002. Le Unità sono state attivate, con decorrenza dal 16 gennaio 2002, con la Circolare 723/2002/DG del 15 gennaio 2002;
- con l'Ordinanza 9/2002/CS dell'11 aprile 2002, il Commissario Straordinario ha dato mandato al Direttore Generale di procedere all'attivazione delle Unità di secondo livello all'interno delle Funzioni Centrali e del Servizio centralizzato “Informatica e reti”, sulla base dei contenuti del documento Atti CS 38/2002 rev. 1 del 24 aprile 2002. Le Unità sono state attivate, con decorrenza dal 7 maggio 2002, con la Circolare 729/2002/DG del 7 maggio 2002;

- con l'Ordinanza n. 34/2002/CS del 18 settembre 2002, il Commissario Straordinario ha dato mandato al Direttore Generale di procedere all'attivazione delle Unità di Centro, sulla base dei contenuti del documento Atti CS 78/2002 del 12 settembre 2002. Le Unità di Centro sono state attivate con la Circolare 739/2003/DG del 16 gennaio 2003.

Complessivamente, alla fine del processo di riorganizzazione, la struttura organizzativa dell'Ente risulta così articolata:

- 14 Unità programmatiche (6 Unità *Tecnico-Scientifiche*, 1 Unità di Agenzia, 3 Grandi Progetti e 4 Grandi Servizi Paese); alle sei UTS, inoltre, è associata la Funzione Servizio Calcolo e modellistica;
- 6 Funzioni Centrali (*Affari legali, Relazioni esterne, Strategie e rapporti societari, Amministrazione e finanza, Pianificazione e controllo, Risorse umane*) e 1 Servizio (*Informatica e reti*);
- 11 Centri (*Centro Ricerche Casaccia, Centro Ricerche Frascati, Centro Ricerche Bologna, Centro Ricerche Trisaia, Centro Ricerche Saluggia, Centro Ricerche Portici (con Manfredonia), Centro Ricerche Brasimone, Centro Ricerche Santa Teresa, Centro Ricerche Faenza, Centro Ricerche Ispra, Centro Roma Sede*).

Per quanto riguarda la presenza ENEA a Brindisi, in attesa della conclusione dell'iter procedurale per la costituzione del Centro di Brindisi, con Determinazione 289/DG del 10 dicembre 2002 è stata istituita la Task-force "Avviamento Centro Ricerca di Brindisi", alle dirette dipendenze del Direttore Generale.

Il personale in organico al 31/12/2002 era pari a 3.455 unità, delle quali 3.228 assunte a tempo indeterminato e 227 a tempo determinato; in particolare, nel corso del 2002 sono state assunte 191 unità, di cui 150 a tempo indeterminato e 41 a tempo determinato, mentre sono cessate dal servizio 240 unità, di cui 100 a tempo indeterminato e 140 a tempo determinato.

Dal punto di vista finanziario, il Bilancio di previsione 2002, comprensivo della variazione di bilancio approvata il 23 ottobre 2002, prevedeva, per la parte in termini di programma, una disponibilità finanziaria pari, al netto delle disponibilità per il Programma Nazionale di Ricerca in Antartide (PNRA), a 514,613 milioni di euro, dei quali 243,235 milioni provenienti dal contributo complessivo dello Stato. La suddivisione fra parte ordinaria e parte straordinaria del contributo dello Stato era stata effettuata sulla base delle disposizioni di legge vigenti all'epoca della variazione di bilancio; conseguentemente, il contributo ordinario dello stato era stato determinato in 207,083 milioni di euro ed il contributo straordinario in 36,152 milioni di euro (art.111 della legge 388/2001).

A consuntivo, le disponibilità annuali per l'esercizio 2002, in termini di programma, sono risultate pari, al netto del PNRA, a 470,568 milioni di euro, con una differenza in negativo, rispetto alle previsioni, di 44,045 milioni di euro. Tale differenza è dovuta a minori accertamenti sulle entrate programmatiche per circa 66,2 milioni di euro (dei quali circa 20,7 per il contributo ordinario dello Stato), da maggiori accertamenti sulle entrate finanziarie per circa 11,8 milioni di euro e da un maggiore accertamento di 10,3 milioni di euro per il contributo ordinario dello Stato (dovuto all'approvazione della legge 273/2002).

Relativamente alle entrate programmatiche, gli accertamenti sul contributo straordinario sono stati limitati alla prima annualità in quanto, nei primi mesi del 2002, è stata erogata la quota relativa al 2001 e il ritardo dell'approvazione della legge 273/2002 non ha consentito di definire, nel corso dell'esercizio, la puntuale pianificazione delle attività previste nel 2002 sia per il progetto solare termodinamico, sia per l'accordo di programma con il Ministero delle

Attività Produttive. Circa le altre entrate programmatiche, i minori accertamenti conseguono dal ritardo dell'avvio delle nuove iniziative, principalmente in collaborazione con il MIUR, che costituiranno accertamenti nell'esercizio 2003.

Circa le attività programmatiche, nel corso del 2002 è ulteriormente cresciuto il "portafoglio" dei contratti/commesse acquisiti sul mercato competitivo: questi contratti, attualmente, finanziano la maggior parte dei programmi svolti dall'Ente. Negli ultimi anni, infatti, il contributo finanziario (sia ordinario che straordinario) dello Stato all'ENEA è andato progressivamente riducendosi, fino a coprire - e non completamente - le sole spese di funzionamento e gestione, senza alcun margine per il finanziamento delle attività istituzionali dell'Ente. Di conseguenza, negli stessi anni è andata progressivamente crescendo la quota delle attività programmatiche finanziata con fondi reperiti sul "mercato della ricerca", sia nazionale che internazionale. Per queste attività, i finanziamenti reperiti sul mercato coprono completamente i costi progettuali e, inoltre, forniscono i fondi necessari a finanziare la parte dei costi di funzionamento e gestione dell'ENEA non coperta dal contributo statale.

Nell'ambito dei finanziamenti programmatici, risultano particolarmente importanti gli Accordi/Intese di programma stipulati con i Ministeri e, in generale, tutti i contratti ottenuti dall'Ente utilizzando i grandi strumenti di sostegno della ricerca disponibili a livello nazionale ed internazionale (FISR, FIRB, PON, legge 297/99, legge 95/95, legge 449/97, Programma Quadro europeo e simili).

Lo strumento degli Accordi/Intese di Programma, previsto esplicitamente dalla legge di riordino dell'ENEA (art. 2, comma 2), si è dimostrato in passato molto efficace per indirizzare le attività dell'Ente verso tematiche di interesse nazionale e per assicurare finanziamenti pluriennali e, quindi, la continuità dei programmi. Negli ultimi anni, però, non essendo stati stipulati nuovi Accordi, la rilevanza di questo strumento si è andata progressivamente riducendo; nell'ambito dei due Accordi ancora in corso nel 2002, sono regolarmente proseguite le attività svolte in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente (Accordo di Programma) e con il Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (Intesa di Programma ex MISM).

Nel corso del 2002, hanno assunto notevole importanza le attività finanziate attraverso gli strumenti di sostegno gestiti dal MIUR: in particolare, sono continuati i programmi svolti con i finanziamenti della legge 95/95 e sono stati approvati due nuovi consistenti "pacchetti" di progetti, uno finanziato con i fondi PON (12 progetti, per un valore complessivo delle attività ENEA di circa 21,1 milioni di euro) e l'altro finanziato con i fondi della legge 449/97 (14 progetti, per un valore complessivo delle attività ENEA di circa 19,2 milioni di euro).

Nel seguito viene riportata una sintetica descrizione dello stato di attuazione dei grandi programmi nazionali ed internazionali.

Nella Parte A di questo documento, poi, viene riportata la sintesi dei principali risultati conseguiti dall'ENEA nel corso del 2002. I risultati sono stati aggregati secondo le linee programmatiche generali definite nel Programma Triennale 2001-2003, in modo da evidenziare la coerenza programmatica fra le attività 2002 ed il Programma triennale; l'aggregazione dei risultati presentata in questo documento è solamente indicativa, e non vincolante ai fini della pianificazione delle attività che saranno svolte nel triennio in corso.

Nella Parte B, infine, è riportata una sintesi degli eventi e dei risultati più rilevanti concernenti le società ed i consorzi partecipati.

## I PROGRAMMI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

### 1. L'ACCORDO DI PROGRAMMA CON IL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO (MATT, EX MINAMB)

L'Accordo di Programma, stipulato nel novembre 1998 tra Ministero dell'Ambiente ed ENEA, è diventato pienamente operativo a giugno 1999, a valle dei visti di legge, con l'approvazione, da parte del Comitato di coordinamento dell'Accordo, dei progetti esecutivi predisposti dai responsabili di progetto.

L'Accordo di Programma tra ENEA e Ministero dell'Ambiente costituisce il primo esempio di una collaborazione istituzionale ispirata ai criteri informativi del decreto legislativo 36/99 di riforma dell'ENEA, che l'Accordo in pratica recepisce ed anticipa. Con questo Accordo, il rapporto dell'ENEA con il Ministero cessa di avere un carattere prevalentemente episodico, per trasformarsi in una collaborazione fortemente strutturata (nei limiti permessi dalla situazione ambientale italiana, caratterizzata da perenni e ricorrenti emergenze) ed indirizzata verso alcuni macrosettori per i quali è richiesto all'Ente di svolgere non solo un ruolo di agenzia, ma anche di ricerca e sviluppo.

Dal punto di vista programmatico, l'Accordo fa riferimento alle cinque linee di attività previste dal Piano Triennale Stralcio di Tutela Ambientale (Strumenti per lo sviluppo sostenibile; Cambiamenti climatici; Attuazione della riforma sui rifiuti; Risanamento del territorio, delle aree urbane e delle acque; Mare, coste e isole minori).

Inizialmente, le attività erano articolate su 27 progetti; successivamente, nel dicembre 1999, il Ministero dell'Ambiente e l'ENEA hanno approvato, con appositi atti integrativi, due ulteriori attività, entrambe afferenti alla linea "Risanamento del territorio, delle aree urbane e delle acque":

- Sedimenti della laguna di Venezia
- Progetto Ambiente – LSU

Nel luglio 2001, infine, sono stati approvati altri due progetti, inseriti nell'Accordo mediante due distinti atti integrativi:

- Tetti fotovoltaici
- Solare termico

Complessivamente, quindi, a fine 2001, l'Accordo era articolato su 31 progetti, per un costo complessivo di 49,095 milioni di euro (95,063 miliardi di lire), di cui 35,738 milioni di euro (69,200 miliardi di lire) a carico del Ministero dell'Ambiente ed i residui 13,357 milioni di euro (25,863 miliardi di lire) a carico dell'ENEA.

I progetti dell'Accordo avevano durate e scadenze diverse; allo scopo di definire un termine unico per la scadenza complessiva dell'intero Accordo, il 9 agosto 2002 le Parti hanno deciso, di comune accordo, di fissare al 31 marzo 2003 il termine ultimo per il completamento di tutte le attività.

Al 31 dicembre 2002, risultavano già regolarmente completati 14 progetti; per tutti i rimanenti 17 progetti il completamento delle attività è previsto entro il 31 marzo 2003.

Il consuntivo finale delle attività svolte nell'ambito dei 14 progetti già completati risulta pari a 14,981 milioni di euro (circa 29,009 miliardi di lire), di cui 8,459 milioni a carico del Ministero ed il rimanente a carico dell'ENEA: la spesa totale rendicontata al Ministero deriva da 8,152 milioni di euro per spese di personale, 0,407 milioni per spese di formazione, 0,882 milioni per spese generali e 5,540 milioni per spese dirette. Il consuntivo è stato trasmesso al Ministero il 31 marzo 2003.

Nella Tabella seguente è riportata l'articolazione ed il quadro finanziario iniziale dell'Accordo.

## XIV LEGISLATURA - DISEGNI DI LEGGE E RELAZIONI - DOCUMENTI

<b>AdP MINAMB - ENEA - QUADRO RIASSUNTIVO</b>			
<b>Progetto</b>	<b>Totale (ML di euro)</b>	<b>ENEA (ML di euro)</b>	<b>MINAMB (ML di euro)</b>
Aggiornamento del piano Nazionale per lo sviluppo sostenibile	1,8	0,5	1,3
ISO 14001 nelle aree protette	1,4	0,4	1,0
Creazioni di imprese ambientali	1,5	0,4	1,1
Fare patto ambientale	0,6	0,1	0,5
Struttura manageriale di supporto organizzativo e tecnico operativo	1,5	0,3	1,2
Relazione sullo stato dell'ambiente	1,4	0,3	1,1
Agenda 21 per aree urbane di piccole e medie imprese	1,4	0,3	1,1
Indicatori ambientali nelle disposizioni di incentivazione alle imprese	1,2	0,3	0,9
Razionalizzazione della mobilità	2,6	0,9	1,7
Promozione di programmi pilota di DSM (Demand Side Management)	0,8	0,2	0,6
IPPC-INDUSTRIA	0,5	0,1	0,4
Convenzioni internazionali - Cambiamenti climatici	3,0	0,8	2,2
Convenzioni internazionali - Desertificazione	0,8	0,2	0,6
Convenzioni internazionali - Inquinamento atmosferico transfrontaliero	2,6	0,7	1,9
Convenzione internazionali - Diversità biologica	0,5	0,1	0,4
Adempimento decreto legislativo 22/97	1,8	0,4	1,4
Censimento aree inquinate	1,0	0,2	0,8
Studio sul degrado della qualità delle acque	1,5	0,4	1,1
Venezia	1,7	0,4	1,3
Inquinamento elettromagnetico	0,6	0,2	0,4
Inquinamento acustico	0,4	0,1	0,3
Monitoraggio benzene	0,7	0,2	0,5
Città sostenibili: strumenti di pianificazione	1,0	0,3	0,7
Difesa del suolo	3,3	0,9	2,4
Area ad elevata concentrazione industriale	1,5	0,4	1,1
Sedimenti della laguna di Venezia	1,1	0,2	0,9
Progetto Ambiente-LSU	0,3	0,1	0,2
Il Mediterraneo, difesa del mare e delle coste	3,4	0,6	2,6
Sostenibilità ambientale delle isole minori	4,6	1,2	3,4
Tetti fotovoltaici	2,3	1,0	1,3
Solare termico	2,2	0,9	1,3
<b>TOTALE ACCORDO</b>	<b>49,0</b>	<b>13,3</b>	<b>35,7</b>



## **2. PROGETTO SOLARE TERMODINAMICO (ART. 111, LEGGE FINANZIARIA 2001)**

La legge finanziaria 2001 (legge n. 388 del 23 dicembre 2000), all'art. 111, ha disposto l'assegnazione all'ENEA di un contributo straordinario di 103,291 milioni di euro (200 miliardi di lire), di cui 20,658 milioni per il 2001, 36,152 milioni per il 2002 e 46,481 milioni per il 2003, per lo svolgimento di un programma di ricerca, sviluppo e dimostrazione a scala industriale della produzione di energia elettrica utilizzando calore solare ad alta temperatura.

Nel novembre del 2002, l'intero piano di finanziamento previsto dall'art.111 della legge finanziaria 2001 è stato radicalmente modificato dall'approvazione definitiva, avvenuta il 27 novembre 2002, della legge 273/2002 "Misure per favorire l'iniziativa privata e lo sviluppo della concorrenza". La legge in questione, infatti, riduce la quota di finanziamento 2002 a 25,822 milioni di euro e quella 2003 a 20,658 milioni di euro, prescrivendo, inoltre, che almeno un terzo di questi fondi sia destinato alla stipula di un Accordo di programma con il Ministero delle attività produttive nel settore dell'uso efficiente dell'energia. In definitiva, a seguito dell'effetto combinato della riduzione delle quote 2002 e 2003 e della destinazione di una parte dei fondi alla stipula di un Accordo con il MAP, per la realizzazione dell'impianto dimostrativo rimane una disponibilità residua (esclusa la quota 2001) non superiore a 30,986 milioni di euro (60 miliardi di lire); gli ulteriori investimenti necessari alla costruzione di un impianto dimostrativo vanno ricercati nei fondi comunitari, nel Programma nazionale di riduzione dei gas serra, nella partecipazione di soggetti terzi interessati.

Il programma è comunque in pieno svolgimento e il Ministero delle attività produttive ha già impegnato i 20,658 milioni di euro (40 miliardi di lire) di contributo previsto per le attività 2001; una parte di questi fondi (15,493 milioni di euro, pari a 30 miliardi di lire) è già stata erogata all'ENEA.

## **3. L'INTESA DI PROGRAMMA CON IL MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA (EX INTESA DI PROGRAMMA ENEA - MISM)**

L'Intesa di Programma ENEA-MIUR - originariamente sottoscritta con l'ex MISM il 26 marzo 1990 in attuazione della legge n. 64/1986, Azione Organica n. 2 - prevede la realizzazione nel Mezzogiorno di una serie di interventi, articolati in Progetti Obiettivo, finalizzati a:

- accelerare il potenziamento di strutture permanenti di ricerca scientifica e tecnologica già esistenti o da realizzare;
- sviluppare nuovi programmi e iniziative nei settori delle tecnologie per l'ambiente, l'innovazione tecnologica, le energie rinnovabili, l'uso razionale dell'energia e le agrobiotecnologie.

Le attività dell'Intesa erano articolate su Progetti Obiettivo, localizzati nei centri ENEA di Trisaia, Portici e Brindisi; il costo complessivo delle attività era pari a 154,937 milioni di euro

(300 miliardi di lire), di cui il 60% a carico del Ministero (Legge 64/86) ed il rimanente 40% a carico dell'Ente.

L'articolazione degli interventi è coerente con l'obiettivo prioritario stabilito dall'Intesa di Programma, che è il "potenziamento delle strutture permanenti di ricerca scientifica e tecnologica esistenti", nell'ottica di contribuire anche al riequilibrio del divario Nord-Sud nelle strutture e negli organici di ricerca.

I Centri ENEA di Trisaia in Basilicata, di Portici in Campania e di Brindisi in Puglia sono diventati pertanto sedi baricentriche delle attività ENEA nel Mezzogiorno, e si sono candidati a promuovere il trasferimento di nuove tecnologie e servizi avanzati e a rappresentare qualificati punti di riferimento per le Regioni meridionali e per i Paesi del bacino del Mediterraneo.

Il programma di interventi dell'Intesa nel corso degli anni ha subito vari aggiornamenti, in relazione agli sviluppi tecnologici ed ai mutamenti intervenuti nello stato dell'arte delle tecnologie; l'ultimo aggiornamento, approvato dal CIPE il 19 febbraio 1999, aveva fissato al 31 dicembre 2001 la data ultima per il completamento di tutte le attività.

Nella Tabella seguente sono riportati l'articolazione dell'Intesa ed il quadro finanziario dei singoli interventi, quale risultava dalla rimodulazione del programma approvata nel febbraio 1999.

<b>INTESA ENEA - MIUR PER IL MEZZOGIORNO ARTICOLAZIONE DEGLI INTERVENTI E QUADRO FINANZIARIO</b>			
<b>Progetto obiettivo</b>	<b>Totale costi (ML di euro)</b>	<b>Quota MIUR (ML di euro)</b>	<b>Quota ENEA (ML di euro)</b>
<b><i>POTENZIAMENTO CENTRO TRISAIA</i></b>			
PROGETTO INTEGRATO TRISAIA	55,8	33,5	22,3
PROGETTO INTEGRATO CALABRIA	18,6	11,2	7,4
TECNOLOGIE GESTIONE TRATTAMENTO RIFIUTI URBANI E INDUSTRIALI	8,5	5,1	3,4
<b>Totale Trisaia</b>	<b>82,9</b>	<b>49,8</b>	<b>33,1</b>
<b><i>POTENZIAMENTO CENTRO PORTICI</i></b>			
PROGETTO INTEGRATO PORTICI	37,2	22,3	14,9
PROGETTO MODELLISTICA COSTIERA	6,7	4,0	2,7
PROGETTO LAMPEDUSA	1,5	0,9	0,6
<b>Totale Portici</b>	<b>45,4</b>	<b>27,2</b>	<b>18,2</b>
<b><i>POTENZIAMENTO CENTRO BRINDISI</i></b>			
PROGETTO C.N.R.S.M.	22,4	13,4	9,0
PROGETTO STERILIZZAZIONE RSO	4,2	2,5	1,7
<b>Totale Brindisi</b>	<b>26,6</b>	<b>15,9</b>	<b>10,7</b>
<b>TOTALE</b>	<b>154,9</b>	<b>92,9</b>	<b>62,0</b>

Un'analisi dello stato di avanzamento dell'Intesa, effettuata a settembre 2001, ha mostrato la necessità di una proroga (almeno 12 mesi) per il completamento dei Progetti Obiettivo e per il completamento delle attività di acquisizione e formazione delle risorse umane previste dall'Intesa (318 unità). La stessa analisi, inoltre, ha mostrato l'opportunità di ridurre o cancellare alcuni sottoprogetti in forte ritardo, recuperando risorse pari a circa 15,5 milioni di euro (30 miliardi di lire), da destinare a nuove attività più coerenti con gli attuali obiettivi strategici del settore ricerca.

In base a tale analisi, è stata sottoposta al Ministero una proposta di rimodulazione dell'Intesa, approvata dal Ministero con decreto in data 1 agosto 2002. Gli interventi di rimodulazione approvati dal MIUR prevedono, da un lato, il completamento entro il 31 luglio 2003 delle attività della "vecchia Intesa", per un costo complessivo di 139,4 milioni di euro (270 miliardi di lire) e, dall'altro, la sottoscrizione di una nuova Intesa per la realizzazione entro il 31 luglio 2005 di 5 nuovi progetti obiettivo, per un costo complessivo di 15,5 milioni di euro (30 miliardi di lire).

I 5 nuovi progetti obiettivo riguardano i seguenti ambiti tematici, coerenti con il piano strategico dell'Ente:

- Ambiente e salvaguardia del territorio
- Energie rinnovabili
- Materiali innovativi
- Agrobiotecnologie

Nella tabella seguente è riportato il riepilogo degli interventi di rimodulazione delle originarie attività dell'Intesa approvati dal Ministero.

<b>RIMODULAZIONE INTESA ENEA - MIUR PER IL MEZZOGIORNO ARTICOLAZIONE DEGLI INTERVENTI E QUADRO FINANZIARIO</b>			
<b>Progetto obiettivo</b>	<b>Totale costi (ML di euro)</b>	<b>Quota MIUR (ML di euro)</b>	<b>Quota ENEA (ML di euro)</b>
<b>POTENZIAMENTO CENTRO TRISAIA</b>			
PROGETTO INTEGRATO TRISAIA	55,8	33,5	22,3
PROGETTO INTEGRATO CALABRIA	13,3	8,0	5,3
TECNOLOGIE GESTIONE TRATTAMENTO RIFIUTI URBANI E INDUSTRIALI	3,4	2,0	1,4,4
<b>Totale Trisaia</b>	<b>72,5</b>	<b>43,5</b>	<b>29,0</b>
<b>POTENZIAMENTO CENTRO PORTICI</b>			
PROGETTO INTEGRATO PORTICI	35,8	21,5	14,3
PROGETTO MODELLISTICA COSTIERA	4,9	2,9	2,0
PROGETTO LAMPEDUSA	1,5	0,9	0,6
<b>Totale Portici</b>	<b>42,2</b>	<b>25,3</b>	<b>16,9</b>
<b>POTENZIAMENTO CENTRO BRINDISI</b>			
PROGETTO C.N.R.S.M.	20,8	12,5	8,3
<b>Totale Brindisi</b>	<b>20,8</b>	<b>12,5</b>	<b>8,3</b>
<b>ATTIVITA' COMUNI</b>			
<b>TOTALE</b>	<b>139,4</b>	<b>83,6</b>	<b>55,8</b>

Sotto il profilo economico, al 31 dicembre 2002, il consuntivo complessivo delle attività svolte nell'ambito della "vecchia Intesa" ammontava a 134,1 milioni di euro (259,6 miliardi di lire), pari al 96,1% del totale progettuale dopo la rimodulazione; le attività residue saranno completate entro il 31 luglio 2003.

Nella tabella seguente, infine, è riportato il quadro di sintesi dei nuovi progetti della nuova Intesa.

<b>NUOVA INTESA ENEA - MIUR PER IL MEZZOGIORNO</b>			
<b>ARTICOLAZIONE DEGLI INTERVENTI E QUADRO FINANZIARIO</b>			
<b>Progetto obiettivo</b>	<b>Totale costi (ML di euro)</b>	<b>Quota MIUR (ML di euro)</b>	<b>Quota ENEA (ML di euro)</b>
<b><i>CENTRO TRISAIA</i></b>			
Progetto TECAM - Tecnologie innovative nel campo del trattamento rifiuti e reflui e del monitoraggio ambientale	2,6	1,6	1,0
Progetto FILIAM - Sviluppo prodotti e processi della filiera agroalimentare nelle regioni del Mezzogiorno	2,6	1,6	1,0
<b>Totale Trisaia</b>	<b>5,2</b>	<b>3,2</b>	<b>2,0</b>
<b><i>CENTRO PORTICI</i></b>			
Progetto CAPs - Concentrated and advanced photovoltaics	5,2	3,1	2,1
Progetto POSSENTE - Polimeri sensibili e silicio elettronico per nanotubi emettitori	2,0	1,2	0,8
<b>Totale Portici</b>	<b>7,2</b>	<b>4,3</b>	<b>2,9</b>
<b><i>CENTRO BRINDISI</i></b>			
Progetto PROTEMA - Processi e tecnologie per materiali funzionali	3,1	1,8	1,3
<b>Totale Brindisi</b>	<b>3,1</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>
<b>TOTALE</b>	<b>15,5</b>	<b>9,3</b>	<b>6,2</b>

La nuova Intesa è divenuta operativa a fine 2002, con la sottoscrizione del Disciplinare tra ENEA e MIUR in data 3 dicembre 2002.

#### 4. GLI ALTRI PROGRAMMI SVOLTI IN COLLABORAZIONE CON IL MIUR

##### 4.1. *Interventi finanziati dalla legge 95/95*

La Legge 95/1995 ha previsto per gli anni 1995-96-97 la conclusione di Accordi di Programma con il MIUR (ex MURST) per la realizzazione di iniziative in comune fra imprese, università e centri di ricerca pubblici e privati, nel quadro degli interventi volti alla ripresa delle attività imprenditoriali, con riferimento a settori strategici per lo sviluppo del sistema nazionale della ricerca.

Obiettivi peculiari della Legge erano il rilancio delle attività economiche, attraverso più incisivi interventi per la ricerca applicata, e l'accrescimento delle conoscenze tecnologiche delle imprese in grado di garantire uno sviluppo produttivo a breve-medio periodo.

La responsabilità dell'ENEA è stata quella di definire di volta in volta un articolato programma di ricerca nel settore prescelto dal MIUR, favorendo la partecipazione di partner pubblici e privati e selezionando, mediante avviso d'interesse, le proposte progettuali di collaborazione alle iniziative, sulla base dell'adeguatezza tecnico-scientifica e del contributo prestato in termini di risorse umane, strumentali e finanziarie.

Nelle tre annualità considerate dalla legge, l'ENEA ha proposto cinque Programmi gestiti autonomamente nei settori Ambiente, Calcolo, Energia ed Innovazione e due Programmi gestiti congiuntamente con altri Enti, uno con l'INFN ed il secondo con il CNR.

Ogni Accordo di Programma prevede una durata triennale per l'esecuzione delle attività progettuali.

Complessivamente, il costo totale dei sette programmi ammonta, esclusi i costi delle attività gestite da INFN o CNR, a 58,734 milioni di euro (113,725 miliardi di lire), con un finanziamento MURST per i soggetti partecipanti di 30,603 milioni di euro (59,255 miliardi di lire) ed i rimanenti 28,131 milioni di euro (54,470 miliardi di lire) a carico dei partecipanti stessi.

Il costo delle attività svolte dall'ENEA ammonta a 22,837 milioni di euro (44,218 miliardi di lire), di cui 11,488 milioni di euro (22,244 miliardi di lire) a carico del Ministero ed il rimanente a carico dell'Ente.

Nella Tabella seguente è riportato il quadro riassuntivo dei Programmi finanziati nell'ambito della legge 95/95.

<b>ACCORDI di PROGRAMMA MIUR-ENEA Legge n. 95/1995 ("Fondo 5%")</b>				
<b>Anno</b>	<b>Programma</b>	<b>Costo complessivo Programma (Ml di euro)</b>	<b>Quota soggetti proponenti (Ml di euro.)</b>	<b>Contributo MIUR (Ml di euro)</b>
95	Ambiente Mediterraneo	13,5	6,0	7,5
	Calcolo Parallelo con applicazioni alla robotica	9,7	3,7	6,0
96	Catastrofi naturali e loro conseguenze sul patrimonio culturale ed ambientale italiano. Mitigazione e previsioni di alcune tipologie di eventi	5,2	2,6	2,6
	Modelli avanzati per simulazioni termofluidodinamiche di combustione e prove sperimentali con diagnostica avanzata su bruciatori e camere di combustione	7,2	3,6	3,6
	Studio di un acceleratore superconduttivo di protoni di grande potenza e studio di un sistema sottocritico, da esso sostenuto, per il bruciamento di residui radioattivi. (ENEA+INFN) (*)	10,4	5,4	5,0
97	Batterie e celle a combustibile avanzate	7,8	4,2	3,6
	Salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente dalle emissioni elettromagnetiche. (*) (ENEA+CNR)	4,9	2,6	2,3
<b>TOTALE</b>		<b>58,7</b>	<b>28,1</b>	<b>30,6</b>

(\*) Esclusi i costi delle attività gestite da INFN/CNR

Le prime attività del programma sono state avviate solamente nel 1998, a causa di ritardi registrati nella stipula delle Convenzioni attuative con i soggetti proponenti e nelle autorizzazioni all'erogazione dei fondi; la fase di avvio dei vari programmi si è conclusa solamente nel 2000, con l'inizio delle attività relative al Programma 1997 "Salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente dalle emissioni elettromagnetiche", gestito congiuntamente con il CNR, e ad alcuni temi dei Programmi "Ambiente mediterraneo" e "Sistema sottocritico".

Al 31.12.2002, lo stato di avanzamento complessivo dei sette programmi, esclusi i costi delle attività gestite da Enti esterni (INFN, CNR), è pari a circa il 70% del totale; alla stessa data, sono state rendicontate al MIUR spese per un importo complessivo pari a 37,557 milioni di euro (72,720 miliardi di lire).

La conclusione di tutte le attività in corso è prevista per giugno 2004.

#### **4.2. Il Progetto CAMPEC**

Il progetto CAMPEC è stato approvato dal CIPE con delibera del 29 dicembre 1986 nell'ambito dell'Azione Organica 2 "Sostegno all'Innovazione" del 1° Piano Annuale di Attuazione del Programma Triennale dell'Intervento Straordinario nel Mezzogiorno. Il progetto prevedeva la realizzazione presso il Centro ENEA di Portici di un Centro di ricerca sui materiali plastici e la corrosione, ed aveva un costo complessivo di 24,015 milioni di euro (46,5 miliardi di lire), interamente a carico dei fondi della Legge 64/86. Successivamente, con la delibera CIPE del 21 dicembre 1993, gli obiettivi programmatici del progetto sono stati aggiornati, estendendo le finalità del Centro ad interventi di ricerca, sviluppo e dimostrazione sui materiali innovativi e le loro applicazioni, in particolare in campo ambientale. La legge n. 644 del 22 novembre 1994, infine, ha autorizzato l'utilizzazione per attività di ricerca dei fondi precedentemente assegnati per la realizzazione di infrastrutture e non ancora utilizzati.

Le finalità e gli obiettivi del Progetto sono stati integralmente recepiti dal "Disciplinare per la definizione dei rapporti fra il MURST e l'ENEA per l'attuazione del Progetto CAMPEC", approvato dal MURST (oggi MIUR) con decreto dell'8 marzo 1999. Il disciplinare specificava che il Progetto, della durata di 46 mesi, era articolato su tre tipologie di attività: la realizzazione delle opere civili del Centro (per un importo di circa 11,114 milioni di euro, pari a 21,520 miliardi di lire), ricerca e sviluppo (per un importo di circa 11,552 milioni di euro, pari a circa 2,369 miliardi di lire) e formazione (per un importo di circa 1,349 milioni di euro, pari a circa 2,611 miliardi di lire). Tutti i costi erano integralmente a carico del Ministero ed il termine per il completamento delle attività era fissato al 31.01.2003 (46 mesi dalla data del decreto di approvazione del disciplinare stesso).

I lavori di costruzione per la realizzazione delle opere civili sono iniziati il giorno 8 agosto 2002; il completamento delle opere è previsto per il luglio 2004.

Nel luglio 2002, l'ENEA ha sottoposto al Ministero una richiesta di proroga e di rimodulazione tecnico economica del progetto. In particolare, la richiesta prevede lo spostamento al 30.12.2005 del termine per il completamento del progetto e la variazione, senza alterazione dei contenuti scientifici del progetto, della ripartizione dei finanziamenti fra le varie voci di spesa. Nella nuova proposta, sono previsti 12,672 milioni di euro per le opere civili, 10,197 milioni per la ricerca e 1,146 milioni per la formazione.

La proposta è stata approvata dal Ministero nel marzo 2003.

#### **4.3. I Progetti di ricerca di interesse strategico (Legge 449/97)**

Con la legge n. 449 del 27 dicembre 1997 (Finanziaria 1998) è stato istituito presso il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (oggi MIUR) un "Fondo speciale per la ricerca di interesse strategico". Nell'ambito dei programmi finanziati con questo Fondo, l'ENEA coordina 14 progetti, per un costo complessivo delle attività di 38,368 milioni di euro (74,3 miliardi di lire), di cui 22,382 milioni a carico del Ministero ed il rimanente a carico dell'ENEA e dei partner dell'ENEA nei vari progetti. Le attività svolte dall'ENEA hanno un costo complessivo di 19,195 milioni di euro (37,168 miliardi di lire), di cui 10,191 milioni a carico del MIUR ed i rimanenti 9,004 a carico dell'Ente.

I quattordici progetti, che hanno durate comprese fra uno e tre anni, si riferiscono alle annualità 1998, 1999 e 2000 (4 progetti per il 1998, 6 progetti per il 1999 e 4 progetti per il 2000); a causa della lentezza dell'iter di emissione dei bandi e di approvazione dei finanziamenti, però, i dieci progetti relativi alle annualità 1999 e 2000 sono stati formalizzati solamente nel 2002. Per tutti questi progetti le attività sono in fase di avvio, mentre per i progetti 1998 è previsto il completamento delle attività entro il 2003.

Nella Tabella seguente è riportato il quadro riassuntivo dei Programmi finanziati nell'ambito della legge 449/97

<b>PROGETTI STRATEGICI (L.449/97)</b>							
Anno	Progetto	Costo attività (Ml Euro)			Contributo MIUR (Ml Euro)		
		ENEA	Partner	Totale	ENEA	Partner	Totale
1998	Accelerator Driver System ADS	4,924	0	4,924	2,582	0	2,582
	Meccanismi di azione ed effetti biologici radiazioni ionizzanti e degli agenti tossici..	0,981	0	0,981	0,361	0	0,361
	Laser/Tecniche di datazione e diagn.	3,618	0,268	3,886	1,420	0,129	1,549
	Telepresence Interface Architecture	1,162	0,077	1,239	0,465	0	0,465
1999	Metodologie e sistemi integrati per la qualificazione di produzioni orticole del Fucino	0,116	0,917	1,033	0,069	0,545	0,614
	Diagnostica di manufatti architett.	0,194	0,839	1,033	0,077	0,332	0,409
	Riduzione degli effetti sismici su manufatti architettonici	0,254	1,037	1,291	0,156	0,636	0,792
	Caratterizzazione delle basi molecolari di risposta alla radioterapia	0,413	0,620	1,033	0,101	0,155	0,256
	Miglioramento della capacità ricettiva dei corpi idrici	0,242	1,308	1,550	0,112	0,604	0,716
	Piattaforma per l'offerta di servizi a distretti virtuali	0,274	1,533	1,807	0,186	1,041	1,227
2000	Materiali compositi high tech. e coatings ceramici	2,064	1,938	4,002	1,397	1,313	2,710
	Gestione conoscenza nella sanità	0,516	2,543	3,059	0,256	1,762	2,018
	Sorgente pulsata auto-amplificata di radiazione coerente	3,341	6,213	9,554	2,250	4,371	6,621
	Geni e loro funzione: un approccio integrato	1,096	1,880	2,976	0,759	1,303	2,062
<b>TOTALE</b>		<b>19,195</b>	<b>19,173</b>	<b>38,368</b>	<b>10,191</b>	<b>12,191</b>	<b>22,382</b>



#### **4.4. *Gli interventi nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) "Ricerca, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione (FESR 2000-2006, FSE)"***

In data 11 ottobre 2001, il MIUR ha emesso il bando per la presentazione dei progetti di ricerca ai fini dell'attuazione delle misure 1.3 e 3.1 del Programma operativo nazionale (PON) "Ricerca, sviluppo tecnologico e alta formazione" per l'utilizzo dei Fondi strutturali dell'Unione Europea (FESR) per il periodo 2000-2006 e dal Fondo Sociale Europeo (per la formazione).

I progetti ammissibili dovevano afferire a 4 specifici settori (Agroindustria, Ambiente, Beni culturali e Trasporti) e dovevano riferirsi ad attività svolte prevalentemente nelle regioni dell'Obiettivo 1 (Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sardegna e Sicilia).

In risposta al bando del MIUR, l'ENEA ha presentato, come cointestatario, 23 proposte. L'iter di valutazione dei progetti presentati al Ministero si è concluso nell'agosto 2002 (Decreto Direttoriale del 2 agosto 2002, Prot. n° 1188/2002): dei 23 progetti presentati dall'ENEA, 12 sono stati ammessi al finanziamento. Altri 5 progetti, inoltre, sono stati giudicati idonei tecnicamente, ma non finanziabili, in quanto le imprese partner dell'ENEA nei progetti stessi non rispettavano alcuni parametri economico-finanziari previsti dal bando. Dopo le opportune modifiche, i 5 progetti idonei ma non ammessi al finanziamento sono stati riproposti al Ministero, utilizzando lo strumento dello "sportello 297/99"; anche per questi progetti è prevedibile un esito positivo della domanda di finanziamento. Complessivamente, quindi, circa il 74% delle proposte presentate è stato giudicato idoneo.

I 12 progetti approvati e già finanziati riguardano il settore Agroindustria (3 progetti), Ambiente (6 progetti), Beni Culturali (2 progetti) e Trasporti (1 progetto) e prevedono attività dell'ENEA per un valore complessivo di circa 21,5 milioni di euro, con un finanziamento a carico del MIUR pari a circa 14,8 milioni di euro; per lo svolgimento delle attività, nel triennio 2003-2005, è previsto un impegno complessivo di personale ENEA pari a circa 160 u\*a.

Nella Tabella seguente è riportato il quadro riassuntivo dei 12 progetti PON.

<b>PROGETTI PON (FESR 2000-2006, FSE)</b>					
<b>Titolo del Progetto</b>	<b>Totale Progetto</b>		<b>Attività ENEA</b>		
	<b>Costo (k€)</b>	<b>Finanz. MIUR (k€)</b>	<b>Costo (k€)</b>	<b>Finanz. MIUR (k€)</b>	<b>Ris. Umane (u<sup>o</sup>a)</b>
Piattaforme evolute di Telecomunicazioni e di Information Technology per l'offerta di servizi al settore Ambiente	13.806,700	9.247,115	874,500	491,650	7,2
Messa a punto di un processo combinato e realizzazione di un impianto pilota per la produzione di carboni attivi e gas di sintesi da materiali di rifiuto mediante pirolisi e steam reforming	2.076,156	1.508,054	1.185,711	840,534	16
Sviluppo ed applicazioni di materiali compositi particellati: valorizzazione di residui industriali e sovralli di R.S.U."	2.633,930	1.876,030	1.335,484	1.007,534	10
Sviluppo di un sistema esperto di supporto alle decisioni, per la valutazione dell'impatto sul paesaggio delle opere di mitigazione del dissesto idrogeologico in centri storici e insediamenti archeologici a rischio o degradati da interventi pregressi	3.782,596	2.692,196	1.188,000	795,500	12
Tecnologie e processi innovativi per la tracciabilità, la verifica e il controllo della qualità nelle produzioni biologiche ortofrutticole	6.581,630	4.830,035	1.416,390	1.007,610	7,5
Metodologie e sistemi integrati per la valorizzazione di prodotti ortofrutticoli di particolare interesse degli areali di Brindisi e Metaponto	6.905,077	4.999,927	2.574,000	1.810,600	14
Ricerche integrate per l'innovazione di processo e di prodotto nelle filiere di prodotti tipici mediterranei	7.447,993	5.429,742	1.797,000	1.128,963	14
Ricerca integrata per l'applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla desertificazione	8.726,000	6.698,500	3.539,900	2.584,900	24
Studio, sviluppo ed applicazione di sistemi basati su sensori ed analizzatori innovativi per l'analisi della qualità dell'aria ed il trasferimento dei dati	7.279,050	5.465,676	1.200,000	900,000	6
Moduli avanzati per vettori di trasporto passeggeri	15.489,500	10.557,100	2.508,400	1.769,800	22
Tecnologie diagnostiche e sistemi intelligenti per lo sviluppo dei parchi archeologici del Sud d'Italia	7.390,020	4.828,826	2.868,100	1.703,656	18
Sviluppo di nuove metodologie di misura in continuo e ad elevata sensibilità di Anidride Solforosa in aree a bassa antropizzazione	1.836,856	1.443,057	1.032,732	791,288	8,5
<b>TOTALE</b>	<b>83.955,508</b>	<b>59.576,258</b>	<b>21.520,217</b>	<b>14.831,635</b>	<b>159,2</b>

## 5. IL CONTRATTO DI ASSOCIAZIONE EURATOM-ENEA

Il Contratto di Associazione con l'EURATOM è il principale strumento attraverso cui vengono programmate, gestite e cofinanziate le attività svolte sulla fusione a livello nazionale. L'ENEA è il referente nazionale dell'EURATOM per l'Italia, per cui il contratto comprende sia le attività svolte direttamente dall'ENEA, sia quelle svolte dai partner (CNR e RFX), sia quelle svolte da altri soggetti (Consorzio CREATE e Politecnico di Torino) mediante contratti affidati dall'ENEA a questi soggetti stessi.

Per il 2002, il Contratto di associazione prevedeva un contributo massimo (il "plafond") per le attività di "supporto generale" (confinamento magnetico, fusione laser, notifica per JET, tecnologie di base) pari a 15,557 milioni di euro; dato che le attività di supporto generale vengono finanziate al 25%, questo plafond corrisponde ad una spesa massima (personale incluso) di 62,228 milioni di euro.

Sulla base della previsione di consuntivo 2002, è prevedibile un contributo di circa 9,6 milioni di euro per l'ENEA (di cui 9,2 milioni per attività svolte direttamente dall'ENEA e 0,4 milioni per attività svolte dal Consorzio CREATE e dal Politecnico di Torino nell'ambito di contratti con l'ENEA), di circa 4,8 milioni per RFX e di circa 1,1 milioni per il CNR.

Nel contratto di associazione, inoltre, sono incluse anche specifiche attività (tecnologie, distacco di personale ecc.) finanziate al di fuori del plafond e con quote diverse a seconda della tipologia di attività; sulla base della previsione di consuntivo 2002, il costo di queste attività, svolte in massima parte dall'ENEA, risulta pari a circa 16,4 milioni di euro, con un contributo previsto per l'ENEA di circa 4,5 milioni di euro.

## **PARTE A**

### **SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI CONSEGUITI NEL CORSO DEL 2002**

#### **6. A.1 ENERGIA PER IL FUTURO**

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2002, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

##### **6.1. *Il solare termodinamico***

Le linee strategiche dell'intervento dell'ENEA in questo settore hanno l'obiettivo di sostenere le opportunità commerciali a breve termine del solare termoelettrico e di sviluppare sistemi e applicazioni solari innovativi, realizzando e dimostrando miglioramenti di qualità e di funzionalità dei componenti e del sistema; l'obiettivo ultimo è una riduzione dei costi capace di alimentare la diffusione su larga scala della tecnologia.

A questo fine, risulta necessario realizzare a breve termine (3 anni) impianti dimostrativi, allo scopo di stabilire i costi e la percorribilità dell'opzione solare termoelettrica. La scelta ENEA per questo tipo d'impianto è quella di utilizzare la tecnologia dei collettori parabolici lineari, già ampiamente collaudata, progettando, però, una serie di profonde innovazioni, mirate sia ad eliminare o minimizzare gli svantaggi connessi alle condizioni climatiche non ottimali delle nostre regioni mediterranee, sia a sviluppare una originale nicchia di mercato competitiva a livello nazionale e internazionale.

In particolare, il lavoro tecnico-scientifico è stato focalizzato sui sistemi di captazione dell'energia solare, proseguendo le attività già iniziate nel 2001 con la produzione di due brevetti ENEA, e sulla scelta di un fluido adatto a trasportare ed accumulare il calore ad alta temperatura captato dal sole

Inoltre, allo scopo di consentire una verifica sperimentale delle problematiche d'insieme dell'impianto, sono stati progettati e, in parte, già realizzati una serie di apparati di prova, tra cui i più importanti sono l'impianto MOSE, per prove di termo-fluidodinamica con i sali, e il Circuito Prova Collettori solari (PCS), per prove integrate su scala reale: entrambi gli impianti saranno operativi entro il 2003.

Per quanto riguarda, invece, la localizzazione degli impianti dimostrativi, è stata individuata, presso il comune di Montalto di Castro, l'area del laboratorio LASA, per il quale è stato preparato un progetto preliminare e sono state attivate le procedure amministrative per il nulla-osta al suo utilizzo. Infine, sono state acquisite tutte le informazioni e le certificazioni necessarie alla stesura del progetto preliminare di un impianto di taglia industriale; allo scopo di individuare il sito più idoneo, elemento fondante del progetto, sono stati effettuati diversi incontri, a vari livelli, tra ENEA, operatori industriali e Amministratori di regioni meridionali interessati alla realizzazione dell'impianto. Tra i vari siti presi in esame, al momento risulta di particolare interesse il sito in località Specchia (LE) non solo per ubicazione, caratteristiche morfologiche e di insolazione, ma anche per le dichiarazioni d'intenti delle Amministrazioni interessate.

Nel seguito vengono illustrati in dettaglio i principali risultati raggiunti nel corso dell'anno.

## Il collettore parabolico lineare

Il collettore parabolico lineare, che costituisce l'elemento captante dei sistemi solari a concentrazione dei quali l'ENEA intende dimostrare la maturità industriale, è essenzialmente costituito da 4 parti: il tubo ricevitore, i pannelli riflettenti, la struttura di supporto ed il sistema di movimentazione. Vista l'estrema interconnessione degli ultimi tre elementi, la loro progettazione deve essere fatta in modo totalmente integrato.

Nel corso del 2002 è stato progettato un pannello riflettente innovativo, secondo criteri di ottimizzazione tecnica-economica rispetto sia ai requisiti funzionali richiesti, sia ai costi di produzione, installazione e di esercizio. Il progetto è stato basato sui carichi agenti sul collettore in varie condizioni operative; in particolare, sono stati considerati i carichi derivanti dal vento, carichi ricavati tramite simulazioni numeriche (condotte con il codice di fluidodinamica FLUENT e con il codice di calcolo agli elementi finiti CASTEM 2000) e tramite prove sperimentali su modelli in galleria del vento. Per quanto riguarda il materiale composito costituente il pannello riflettente, sono state individuate le combinazioni dei materiali componenti la struttura (matrice, resina, rinforzo, core) più promettenti dal punto di vista del rapporto prezzo/prestazioni; la realizzazione dei primi prototipi è prevista per il 2003 ed è già stata individuata una PMI italiana (Powewall s.r.l) che presenta le caratteristiche di flessibilità e competenza richieste per la costruzione di questi prodotti innovativi.

Circa la struttura di supporto e il sistema di movimentazione, sono state definite le soluzioni costruttive più promettenti e le tecnologie da impiegare in produzione, e sono state individuate le interfacce industriali per la realizzazione (S.I.F.A. e Diplomatic rispettivamente).

E' stato infine progettato il sistema di caratterizzazione delle prestazioni ottiche dei collettori che verranno realizzati. Un prototipo del sistema è stato montato su banco ottico e, in base ai risultati delle prove effettuate su un campione in scala 1:10, è stato progettato il sistema pressoché definitivo da utilizzarsi sui sistemi reali. Le prime prove hanno mostrato risultati estremamente incoraggianti per quanto riguarda l'accuratezza ottenibile dal sistema.

## Il sistema ricevitore

Per la realizzazione di un sistema ricevitore con rivestimento a basso costo, da utilizzare nel circuito prova collettori solari (PCS) del Centro ricerche della Casaccia, è stato scelto come rivestimento il nero di cromo depositato per elettrodeposizione; la progettazione e realizzazione del prototipo è stata effettuata in collaborazione con le società SAES GETTERS e ITIV.

Utilizzando il rivestimento di nero di cromo, è stato costruito un prototipo di tubo ricevitore con una giunzione vetro-metallo, ottenuta mediante flange da alto vuoto; il prototipo è stato qualificato con successo presso la Saes Getters.

Presso l'impianto dell'ENEA REXSOR (Radiating Experiment on Solar Receiver), invece, è stata eseguita la completa caratterizzazione termica di un mock-up simulante una porzione di 25 cm del tubo ricevitore; tali misurazioni hanno un rilevante interesse per una corretta gestione del ricevitore nell'impianto solare.

Il mock-up è costituito da un tubo di acciaio inossidabile, con e senza *coating*, riscaldato elettricamente per via indiretta, e da un tubo coassiale di diametro maggiore di pyrex, con un vuoto spinto di 2 Pa tra acciaio e vetro. La caratterizzazione termica è consistita nella definizione sperimentale dei campi termici che interessano il tubo di acciaio inossidabile ed il rivestimento in pyrex, in funzione della temperatura media raggiunta nel tubo metallico. In un

range sperimentale della temperatura del tubo metallico da 230 a 580 °C, è stata misurata una variazione della temperatura massima del vetro da un minimo di circa 80 °C ad un massimo di 300 °C, in corrispondenza degli estremi della temperatura misurata nel tubo di acciaio.

Utilizzando il codice di calcolo FLUENT, è stata completata la valutazione dell'azione del vento sul sistema ricevitore; inoltre, sono stati messi a punto degli strumenti di calcolo per le analisi termomeccaniche sugli stress (deformazioni e integrità strutturale).

In parallelo a queste attività, è stato progettato un nuovo impianto sperimentale, denominato MOSE (MOlten Salt Experiences), da realizzarsi mediante opportune modifiche del preesistente impianto sperimentale CFA del Centro ricerche ENEA della Casaccia, al fine di effettuare le prove sulla termo-fluidodinamica con i sali fusi del sistema ricevitore, nonché di altri sistemi e componenti. Le modifiche sono state realizzate al 40% e verranno completate entro il primo quadrimestre 2003; successivamente, verranno effettuate le prime prove sperimentali previste al fine della validazione delle correlazioni di scambio termico.

Circa il nuovo tipo di rivestimento selettivo del ricevitore, da impiegare negli impianti ottimizzati, è stato realizzato un nuovo rivestimento di tipo ceramico-metallico (CERMET) ed è stata individuata ed ottimizzata una miscela di materiali (Mo-SiO<sub>2</sub>) valida per le temperature di esercizio dell'impianto a sali fusi. E' stato inoltre siglato un accordo di riservatezza con la SCHOTT per lo scambio di informazioni tecniche finalizzato alla realizzazione di un involucro protettivo del tubo ricevitore da utilizzare sul sistema ricevitore con coating selettivo di progettazione ENEA.

Contemporaneamente, è stato allestita e messa a punto nel Centro ricerche ENEA di Portici, la tecnica di misura reale della emissività emisferica, con l'obiettivo di misurare direttamente la capacità radiante dei coating realizzati, termostatati sotto vuoto, a temperature comprese nell'intervallo da 100 a 700 °C.

Sempre a Portici, in collaborazione con la TFE, Thin Film Equipment di Agrate Brianza (MI), è stata progettata una apparecchiatura per realizzare a livello industriale il rivestimento CERMET con tecnica di co-sputtering su tubi ricevitori in scala reale (4 metri).

### **Circuiti sperimentali: l'impianto PCS**

L'impianto PCS (Prova Collettori Solari) ha la funzione di consentire la valutazione delle prestazioni energetiche, ottiche e meccaniche dei prototipi di collettori e ricevitori solari sviluppati dall'ENEA in collaborazione con partner industriali. I test devono essere effettuati in condizioni di portata e di temperatura quanto più prossime a quelle che si verificheranno sull'impianto reale.

Il circuito sperimentale PCS, in fase di realizzazione presso il CR Casaccia, potrà inoltre servire anche a testare altri componenti critici ai fini dell'utilizzazione dei sali fusi come fluido di lavoro, quali pompa di circolazione, valvole, sistemi di misura; il circuito, inoltre, consentirà di verificare alcune procedure operative, come la fusione ed il caricamento iniziale dei sali e il drenaggio dei sali dalla rete, ed alcuni sistemi ausiliari, quali il riscaldamento della rete e dei componenti.

I principali risultati conseguiti nell'anno 2002 riguardano lo sviluppo del progetto preliminare e, successivamente, la realizzazione del progetto esecutivo dell'impianto; nello specifico, essi comprendono:

- la progettazione preliminare e redazione di tutta la documentazione, compreso il VIA (valutazione di impatto ambientale), necessaria per l'approvazione da parte degli

organi competenti della Regione Lazio della realizzazione del circuito di prova e di tutte le infrastrutture civili;

- la progettazione delle specifiche funzionali e operative del sistema di tubazioni e dei suoi componenti, con particolare riguardo sia alle dilatazioni termiche in condizioni di esercizio (percorsi particolari delle tubazioni, inserimento di dispositivi di compensazione e di scarico del peso), sia alle caratteristiche meccaniche e funzionali dei componenti di linea;
- la progettazione della posizione delle tubazioni e dei componenti principali di processo, al fine di garantire sia un drenaggio accurato nelle fasi di stand-by del circuito a sali fusi, sia l'instaurarsi di opportune guardie idrauliche che garantiscano la gestione della fase di caricamento/scaricamento dei sali fusi (con temperature di 550°C) in condizioni di massima sicurezza operativa e funzionale;
- la progettazione dei dispositivi e dei componenti di tracciatura per il riscaldamento delle tubazioni e delle "prese fluide" di misura, al fine di evitare il congelamento dei sali (anche nei possibili punti di ristagno) e il loro scongelamento in caso di incidente;
- la definizione delle caratteristiche generali dei componenti speciali principali di processo, quali il serbatoio di accumulo, il fusore dei sali, la caldaia elettrica e lo scambiatore di calore sali-aria, per i quali sono richieste certificazioni e autorizzazioni (ISPESL e altro);
- la progettazione degli impianti elettrici e di tutto il complesso delle apparecchiature di alimentazione in MT/BT e di comando/segnalazione/allarme afferente all'impianto;
- la definizione del sistema di controllo (misura, regolazione, indicazione, allarme e altro) per la gestione del processo, in tutti gli aspetti funzionali e costruttivi.

### **Caratterizzazione siti**

La conoscenza dell'andamento orario della radiazione diretta al suolo è uno dei requisiti fondamentali per la progettazione e per la valutazione delle prestazioni di sistemi solari a concentrazione. Sul territorio nazionale, le stazioni che misurano tale parametro sono poche, soprattutto in confronto con la disponibilità di dati di radiazione globale, e tale lacuna è ancora più marcata in relazione alla disponibilità di serie storiche di lunga durata.

Per ovviare a tale carenza di dati, nel corso del 2002 è stata conclusa l'installazione sul territorio nazionale di 4 stazioni, completamente automatizzate, per la misura e la trasmissione remota dei dati di maggiore interesse per impianti solari a concentrazione. Due delle quattro stazioni sono state localizzate presso centri ENEA (Casaccia e Trisaia), mentre altre due sono state installate nei siti presso i quali l'ENEA sta valutando la possibilità di realizzare impianti solari a concentrazione dimostrativi (Montalto di Castro e Specchia); nel 2003, la rete sarà ulteriormente estesa per comprendere anche una località algerina. Si ricorda a tal proposito che il futuro mercato delle tecnologie solari a concentrazione sarà particolarmente interessante per i paesi sulla sponda sud del mediterraneo.

Le stazioni sono in grado di misurare, oltre al valore della radiazione globale sul piano orizzontale, le due componenti nelle quali essa è scomponibile: la radiazione diffusa dall'atmosfera e quella collimata proveniente direttamente dal disco solare. A Montalto di Castro e a Specchia, inoltre, è stata installata ulteriore strumentazione per valutare la direzione e la velocità del vento a varie altezze: anche questi parametri, infatti, sono molto importanti per valutare il carico del vento agente sui sistemi di captazione e l'orientazione ottimale per limitarne gli effetti negativi.

La realizzazione della rete consentirà di costituire un database di radiazione diretta al suolo, tramite il quale elaborare statistiche e valutare le potenzialità di diffusione sul territorio

nazionale delle tecnologie solari a concentrazione. A tal fine, sono stati aggiornati e messi a punto una serie di modelli di calcolo e di programmi, basati sul metodo "Heliosat", per la stima della radiazione globale al suolo a partire dall'analisi di immagini satellitari.

Accanto a questo software, la cui versione base ha già consentito la produzione di mappe di radiazione globale giornaliera al suolo, nel 2002 è stato sviluppato un metodo complementare che permette di calcolare direttamente la radiazione collimata con elevata accuratezza. Il modello, denominato "Solarmet", attualmente sviluppato in ambiente di MS Excel, sarà implementato, nel corso del corrente anno, in un programma autonomo.

### **Impianti dimostrativi**

L'attività di progettazione e realizzazione di impianti dimostrativi riguarda preliminarmente la individuazione del sito e la messa in cantiere di tutte le azioni per ottenere le autorizzazioni necessarie per giungere alla stesura di un progetto attuativo.

Per il LASA, un laboratorio solare avanzato da dedicare ad attività di ricerca e sviluppo e presso il quale realizzare un impianto solare termodinamico dimostrativo da 4 MWe, è stato individuato il sito, in località Pian dei Cangani - presso la centrale ENEL di Montalto di Castro - relativamente vicino al Centro ENEA Casaccia.

Sono state acquisite informazioni e elaborate analisi tecniche in conformità alla Legge quadro sui LLPP n.109/94 (indagini geologiche, idrogeologiche e archeologiche, studio di impatto ambientale, valutazione della sicurezza di cantiere, calcolo sommario della spesa) ed è stato eseguito il *Progetto Preliminare* dell'impianto. Il progetto è completo di planimetrie e disposizione dei componenti nel perimetro definito secondo la convenzione siglata con il Comune di Montalto di Castro. La documentazione emessa, da integrare con la valutazione d'incidenza SIC (Siti di Importanza Comunitaria, Pian dei Cangani), è idonea alla convocazione della Conferenza dei Servizi cui seguirà il rilascio delle autorizzazioni alla costruzione.

Parallelamente, è iniziata la stesura del Rapporto di sicurezza che permetterà il rilascio del nulla-osta di fattibilità e la relativa autorizzazione all'esercizio dell'impianto LASA.

A seguito di una serie di incontri tra l'ENEA e la Regione Puglia, inoltre, è stato individuato un sito in località Masseria Curtivecchi, nel Comune di Specchia (LE), per la realizzazione dell'impianto solare innovativo ISIS, una centrale solare termodinamica per la produzione di energia elettrica da 12 MWe, dimostrativa della taglia e della tecnologia industriali.

E' stato eseguito il *Progetto Preliminare* delle opere, sulla base delle informazioni tecniche e delle certificazioni di piano regolatore: il documento include gli elementi relativi alla disponibilità del terreno, alla geologia, idrogeologia ed archeologia dell'area, per la verifica di fattibilità dell'intervento, nonché gli elaborati tecnici per avviare l'iter delle autorizzazioni alla realizzazione. La valutazione della disponibilità delle aree, secondo quanto indicato dall'Amministrazione Comunale, ha permesso di definire la sistemazione ed il dimensionamento di sistemi e componenti d'impianto, come riportato nelle planimetrie allegate al progetto.

Questa attività di progettazione tecnica ha permesso di valutare in fase preliminare l'impatto ambientale dell'impianto e di definire le indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza.



## **6.2. *Il sistema vettore idrogeno***

Lo sviluppo dell'idrogeno come vettore energetico richiede l'avvio di un programma di dimensioni significative, coordinato a livello nazionale, che si ponga l'obiettivo di sviluppare le tecnologie necessarie (dalla produzione all'utilizzo nelle varie applicazioni) e di promuovere la loro graduale diffusione nel mercato.

### **Produzione di idrogeno con cicli termochimici**

Nel panorama dei metodi di produzione di idrogeno che utilizzano energia rinnovabile come fonte primaria ed acqua come materia prima, i processi termochimici alimentati da energia solare concentrata presentano la specificità di rendimenti globali di trasformazione particolarmente interessanti. I processi proposti finora a livello internazionale sono numerosi: i criteri importanti per la scelta dei processi su cui concentrare le attività di ricerca e sviluppo sono essenzialmente la semplicità del ciclo, l'abbondanza a basso costo dei materiali reagenti utilizzati ed il ridotto o nullo impatto ambientale.

Il ciclo che fa uso di ferriti miste di manganese, che è in corso di sviluppo presso l'ENEA, ha la prerogativa di rispondere in tutto ai criteri prima elencati, ed usa due sole fasi in cui avvengono reazioni gas solido: una fase di reazione a circa 800°C, che porta alla produzione di idrogeno e CO<sub>2</sub>, ed una fase di rigenerazione, in cui, dopo avere separato l'idrogeno, la CO<sub>2</sub> a circa 500-600°C si ricombina con le ferriti liberando ossigeno. Il risultato finale risulta la scissione della molecola d'acqua in idrogeno e ossigeno con il solo ingresso di energia termica solare ed acqua.

Nel gennaio 2002, sono iniziati lo studio e la fabbricazione dei reagenti, insieme alla produzione di ferrite in forma nanostrutturata mediante sintesi ceramiche classiche, sintesi per via umida da fase micellare e sintesi mediante metodi meccanochimici "ball milling" a partire dagli ossidi precursori.

Nella seconda metà dell'anno, è iniziato lo studio delle cinetiche di reazione sulle ferriti man mano prodotte, che ha portato ai primi incoraggianti risultati. In particolare, è stata eseguita una prima caratterizzazione chimico-fisica del composito, sono state studiate le cinetiche di ossidazione e di riduzione mediante simultanea analisi termica differenziale (DTA) e termogravimetrica (TG) ed è stato avviato lo studio della cinetica delle reazioni solido-gas mediante desorbitore termico programmato (TPD). L'analisi dei gas di reazione è stata seguita mediante spettrometria di massa.

Sono state avviate le attività per una produzione massiva di ferrite, dell'ordine di 500 g, da utilizzare per la sperimentazione in un reattore in via di realizzazione, per il successivo studio della ripetibilità del ciclo, dei fenomeni di isteresi e delle rese di processo.

Dalle prime esperienze di laboratorio è stata verificata la fattibilità scientifica delle due semireazioni del ciclo preso in esame, sia in fase di produzione di idrogeno che di rigenerazione, e i primi risultati hanno dimostrato la possibilità di riduzione delle temperature operative, rispetto ai dati di letteratura, con notevoli vantaggi dal punto di vista delle future soluzioni impiantistiche da adottare.

## **6.3. *Celle a combustibile***

Sono proseguite le attività di ricerca e sviluppo delle celle ad elettrolita polimerico e a carbonati fusi e dei sistemi per le loro applicazioni, sia stazionarie che di trazione, condotte

nell'ambito di programmi nazionali ed europei in collaborazione con industrie, strutture di ricerca, pubblica amministrazione e utenti.

In particolare, per le celle ad elettrolita polimerico:

- sono state svolte attività di sviluppo di componenti, stack e sistemi, in collaborazione con diversi partner (sia industriali che di ricerca), nell'ambito di un progetto relativo allo sviluppo di un sistema da 15 kW, che è inserito in un Accordo di Programma con il MIUR (Legge 95/95) e si concluderà nel 2003;
- sono stati sviluppati stack di piccola potenza (fino a 5 kW) di configurazione innovativa, nel quadro dell'azione di supporto alla crescita di nuove realtà industriali nel settore;
- è stato sperimentato un sistema a idrogeno da 5 kW, realizzato durante il 2001.

Per le celle a carbonati fusi sono proseguite le attività relative a:

- la realizzazione, in collaborazione con Ansaldo Fuel Cells, di due impianti, uno da 125 e l'altro da 500 kW;
- lo sviluppo di nuovi materiali e componenti, che consentano di migliorare le prestazioni e ridurre i costi, in collaborazione con diverse strutture di ricerca nazionali.

### **Celle ad elettrolita polimerico**

Nell'ambito dell'Accordo di Programma con il MIUR (Legge 95/95), l'ENEA ha coordinato le attività di diversi partner, relative allo sviluppo di componenti e stack, in configurazione sia convenzionale che innovativa, e ha svolto attività di ricerca su catalizzatori ed elettrodi e sulla realizzazione di un sistema da 15 kW alimentato a gas naturale.

In particolare, presso l'ENEA, è stato brevettato un nuovo metodo per la preparazione di elettrocatalizzatori Pt/C e Pt-Ru/C ad elevata area superficiale per celle ad elettrolita polimerico. Il processo sviluppato consiste in tre step principali (mescolamento a temperatura ambiente dei precursori metallici, dell'agente riducente e del carbonio in un bagno singolo; trattamento termico a temperatura inferiore a 100 °C; filtrazione, lavaggio e essiccamento) e presenta, potenzialmente, costi sensibilmente più bassi di quelli attuali, in quanto risulta semplice e rapido ed utilizza trattamenti a basse temperature. I catalizzatori ottenuti hanno prestazioni (attività catalitica per l'ossidazione di idrogeno e metanolo, resistenza all'avvelenamento da CO) confrontabili con quelle dei migliori prodotti commerciali, con un maggior contenuto di fase cristallina e una stabilità chimica superiore.

Nell'ambito dello stesso programma è stata avviata la realizzazione del sistema da 15 kW a idrogeno, dopo aver completato la progettazione esecutiva e la scelta dei materiali e dei componenti. Sono stati inoltre messi a punto il sistema di supervisione, regolazione e controllo dell'impianto di conversione del gas naturale in idrogeno, realizzato presso i laboratori della Casaccia, ed il sistema di analisi delle concentrazioni dei gas utilizzato nella sperimentazione dello stesso impianto; è stato infine provato con buoni risultati il reattore di ossidazione parziale (a fronte di una concentrazione di idrogeno massima teorica nel gas prodotto del 39%, sono stati raggiunti valori del 34%).

In parallelo è proseguito lo sviluppo degli assemblati membrana/elettrodi e della ingegneria dello stack nell'ambito di una collaborazione con la Roen Est. Sono stati verificati, anche con prove a lungo termine, i promettenti risultati ottenuti durante il 2001 per quanto riguarda le prestazioni dei componenti, sia in cella singola che in stack, e i vantaggi della soluzione

particolarmente innovativa adottata per la configurazione dello stack, sia per quanto riguarda il controllo di qualità dei componenti che per la facilità di sostituzione degli stessi. Le tecnologie sviluppate sono state utilizzate per realizzare diversi prototipi (1-5 kW) ed hanno destato un grande interesse per le potenzialità applicative a livello industriale.

Per quanto riguarda lo sviluppo di sistemi di generazione con celle ad elettrolita polimerico:

- è proseguita la messa a punto e la sperimentazione di un sistema da 5 kW, alimentato a idrogeno, da inserire in un sistema di trazione ibrido da circa 30 kW di potenza totale; le due campagne di sperimentazione condotte hanno consentito di avere utili indicazioni per migliorare la tecnologia per quanto riguarda la strategia di controllo, la riduzione dei consumi degli ausiliari, il contenimento dei costi, volume e peso del sistema;
- è stato completato lo studio di fattibilità per un sistema di generazione da 21 kW, da utilizzare per un autobus ibrido alimentato a idrogeno, nell'ambito di un progetto finanziato dalla Regione Toscana; i risultati della progettazione, assistita da un programma di simulazione, hanno individuato come realizzabile un sistema completamente automatizzato, con efficienza complessiva netta del 43%.

### **Celle a carbonati fusi**

In collaborazione con FN, Venezia Tecnologie, il CNR e diverse università, sono state svolte attività relative allo sviluppo di componenti e processi innovativi ed alla valutazione della fattibilità dell'impiego delle celle a carbonati fusi in diverse applicazioni. In particolare:

- è stata modificata e potenziata la postazione sperimentale per monocelle fino a 100 cm<sup>2</sup> disponibile presso i laboratori della Casaccia;
- è stato messo a punto un processo per il recupero degli scarti di lavorazione degli elettrodi,
- sono stati preparati nuovi materiali per migliorare le prestazioni e aumentare la durata dei componenti di cella: NiAl da utilizzare per l'anodo (maggiore stabilità nel tempo dell'attuale NiCr) e ferrite di litio da utilizzare per ridurre i cortocircuiti dovuti alla precipitazione del nichel nella matrice dell'elettrolita; è stato messo a punto, su piccola scala, il processo di colatura su nastro che utilizza tali materiali per la produzione dei componenti e sono state avviate le prove in cella per verificare le prestazioni degli stessi;
- è stato completato lo studio per miscele diverse dell'elettrolita e effettuato lo studio di fattibilità per un impianto alimentato con gas da scarica.

## **6.4. Sistemi di accumulo**

I progetti di sviluppo di batterie al litio condotti nell'ambito dell'Accordo di Programma con il MIUR (Legge 95/95), in collaborazione con numerose strutture industriali e di ricerca, hanno prodotto nel 2002 significativi risultati scientifici e tecnologici.

### **Batterie al litio per l'elettronica di consumo**

Le attività di ricerca svolte su materiali, componenti e ingegneria hanno portato alla definizione e al dimensionamento di una cella al litio con componenti polimerici con caratteristiche competitive (almeno a livello prototipale) rispetto agli attuali prodotti commerciali.

La cella risulta costituita da un anodo in grafite riportato su collettore di corrente in rame, un separatore polimerico additivato con ossido di magnesio e imbibito della soluzione elettrolitica e, infine, da un catodo composito a base di manganito di litio riportato su un collettore di corrente in alluminio.

Le caratteristiche salienti della cella, i cui componenti sono preparati senza utilizzare solventi nocivi per l'ambiente, sono le seguenti:

- energia specifica di 146 Wh/kg
- densità di energia di 405 Wh/l

Questi valori non tengono ancora conto del peso e del volume del contenitore e verranno verificati durante il 2003, ultimo anno di attività del progetto, dedicato fundamentalmente alla ottimizzazione dei componenti e del sistema.

### **Batterie al litio per veicoli**

Nel corso dell'anno, è stata completata la scelta e l'ottimizzazione dei materiali sia polimerici che elettrolitici, anche con la messa a punto di materiali del tutto nuovi.

E' stata inoltre sviluppata una configurazione di cella originale ("bicella"), composta da un catodo bipolare (di composito a base di ossido di vanadio posto sulle due facce del portacorrente in alluminio), due strati di elettrolita polimerico in film sottile ai due lati del catodo bipolare e, a completamento della cella, due strati anodici sui due lati (costituiti da litio metallico riportato su portacorrente di rame). L'intera cella ha le dimensioni di 220 x 204 mm<sup>2</sup> ed uno spessore di 290 micron. Le caratteristiche di cella previste sono una capacità di 1 Ah, un'energia specifica 165 Wh/kg e una densità di energia di 211 Wh/l; tale valori non tengono conto del peso e del volume del contenitore, che sarà costituito da un "soft pack" in multiaccoppiato polietilene/alluminio/polietilene.

Infine, sono stati sviluppati i modelli necessari per procedere alla progettazione del modulo, tenendo conto della necessità di gestione termica e di controllo dello stesso.

Nell'ambito dei due progetti, sono stati finora prodotti 7 brevetti, di cui 2 durante il 2002, sulla preparazione di nuovi materiali per i componenti delle celle. I due ultimi brevetti riguardano componenti per accumulatori ad alta densità di energia destinati all'elettronica di consumo ed in particolare:

- lo sviluppo di un anodo composito, formato da grafite e da nitruro di litio, preparato quest'ultimo con un metodo di sintesi che porta ad una forma tale da consentire di estrarre una notevole quantità di litio dalla sua struttura; l'anodo composito è in grado di ciclare reversibilmente il litio estratto dal nitruro (è stato provato per oltre 500 cicli senza perdita di capacità a circa 300 mAh/g) ed è compatibile con materiali catodici che sono sintetizzabili nel loro stato "scarico", aprendo la porta a molti materiali catodici che finora non potevano essere usati come catodi in batterie litio-ione;
- la sintesi di litio ferro fosfato cristallino a granulometria nanometrica contenente carbone; l'impiego di tale materiale catodico (nel quale il carbone migliora il

trasferimento di carica tra il materiale stesso e l'esterno e controlla la crescita cristallina limitandola a dimensioni nanometriche) consente di erogare a bassa velocità di scarica una energia specifica pari a 550 Wh/kg, con circa il 28% di tale energia liberata per scariche eseguite ad una potenza di oltre 14.000 W/kg.

### **6.5. Celle e moduli fotovoltaici**

Nel settore delle tecnologie fotovoltaiche, le attività sono state focalizzate sulla nuova linea tecnologica del fotovoltaico a concentrazione, ove è divenuto operativo il Progetto PHOCUS. Tale progetto, definito nelle linee generali nel 2001, rappresenta un vero e proprio rilancio del fotovoltaico, in quanto la tecnologia "commerciale" del PV piano è ancora molto lontana dalla competitività economica, mentre per il PV a concentrazione si può prevedere un abbattimento dei costi più rapido. Nel 2002, il progetto "Fotovoltaico a concentrazione (PHOCUS)" è passato dalla fase di impostazione alla fase esecutiva. Una seconda linea di attività è costituita dallo sviluppo dei film sottili, per un utilizzo più immediato e più semplice del fotovoltaico nell'architettura civile e residenziale. E' stato deciso, anche alla luce delle scelte programmatiche a livello internazionale, in particolare in Europa e in Giappone, di sviluppare la tecnologia del film sottile a silicio microcristallino, con l'obiettivo di realizzare una cella PV di costo contenuto, confrontabile con quello delle celle a silicio amorfo, ma con caratteristiche tecniche di durata/affidabilità paragonabili alle celle tradizionali al silicio cristallino.

#### **Impianto dimostrativo a concentrazione: progetto di massima e prove di appoggio**

Obiettivo principale del progetto denominato PhoCUS è quello di sviluppare una tecnologia per il fotovoltaico a concentrazione (fino a 200 soli) al fine di dimostrarne la fattibilità tecnica e la maggiore potenzialità, rispetto al fotovoltaico convenzionale, per il raggiungimento della competitività economica. Nell'ambito del Progetto, sono state svolte attività relative sia allo sviluppo dei principali componenti dell'impianto, sia all'ottimizzazione del sistema.

In particolare, le attività sono state soprattutto indirizzate alla progettazione di una unità-base da 5 kW, concepita come un sistema basato su un singolo eliostato in grado di funzionare autonomamente in connessione alla rete in bassa tensione, ed alla realizzazione dell'impianto pilota da 25 kW (costituito da 5 unità-base), da installare nell'Area Sperimentale ENEA di Monte Aquilone, presso Manfredonia.

Sono state definite le principali caratteristiche tecniche dei componenti da sviluppare e si è proceduto alla individuazione degli operatori industriali per lo sviluppo delle relative tecnologie e la realizzazione dei prototipi per l'impianto pilota.

In particolare, per il ricevitore, da realizzare con la tecnologia del c-Si (silicio cristallino) ad alta efficienza, per cui è attesa un rendimento dell'ordine del 22% a 100 soli, risulta completata la progettazione della struttura del dispositivo.

In relazione al dispositivo ottico, è stato progettato "ad hoc" da ENEA (brevetto in corso) un concentratore del tipo rifrattivo prismatico, che presenta un'efficienza ottica teorica dell'85% ed un'efficienza operativa dell'83%. La realizzazione del componente è stata affidata alla ditta Borromini, mentre la caratterizzazione ottica sarà fatta in collaborazione con l'INOA (Istituto Nazionale di Ottica Applicata) di Firenze. Nello stesso tempo, è stata avviata un'attività ENEA di modelling per il confronto con un dispositivo ottico basato sulla lente di Fresnel.

Nell'ambito dello sviluppo della tecnologia del modulo a concentrazione, le attività svolte hanno riguardato principalmente la progettazione termica (mediante codici di simulazione) e lo studio dei problemi elettrici e tecnologici relativi all'assemblaggio delle celle (mediante la realizzazione e sperimentazione di mock-up). La messa a punto della tecnologia del modulo e la realizzazione dei prototipi è stata affidata all'Eurosolare spa.

Per quanto riguarda la struttura ad inseguimento su due assi, anche sulla base di attività sperimentali rivolte soprattutto alla problematica del controllo, sono state definite da ENEA le caratteristiche tecniche; la realizzazione dei prototipi è oggetto di un contratto con la Galileo Avionica di Firenze.

Risultano anche completate la progettazione elettrica dell'unità-base, con l'individuazione del tipo di inverter, e quella del relativo SAD (Sistema Acquisizione Dati).

### **La nuova tecnologia del fotovoltaico a film sottili: il silicio microcristallino**

Il silicio microcristallino è un materiale che, rispetto al silicio amorfo, ha caratteristiche strutturali tali da consentire la realizzazione di dispositivi fotovoltaici a film sottile con un'efficienza stabile più elevata.

Nell'ambito del Progetto Integrato Portici, cofinanziato dal MIUR, nel corso del 2002 è stato completato il nuovo laboratorio dedicato allo sviluppo delle tecnologie di preparazione di film sottili di silicio microcristallino su larga area. Le tecnologie messe a punto, caratterizzate da elevato rate di crescita e bassa temperatura (<300° C) di deposizione, verranno utilizzate per conseguire l'obiettivo di realizzare dispositivi fotovoltaici sia su substrati economici (per esempio, vetro), sia su substrati flessibili, come la plastica o l'acciaio in fogli, conservando i vantaggi economici e tecnologici del silicio amorfo: produzioni di massa a basso costo, disponibilità delle materie prime, buona compatibilità ambientale.

Il sistema ha caratteristiche di UHV (Ultra High Vacuum) per la massima pulizia delle camere di reazione e dei reagenti, ed ha la classica configurazione "cluster tool", costituita da una camera di trasferimento centrale sulla quale si innestano le camere di reazione e quella di caricamento dei substrati su cui depositare i film. In tal modo si ha la possibilità di effettuare l'intero processo di fabbricazione dei dispositivi senza esporre il campione all'atmosfera. Per la deposizione dei film, sono disponibili due camere PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition), ciascuna delle quali può essere collegata ad un generatore a frequenza variabile tra 10 e 100 MHz, una camera Hot Wire CVD, una camera per lo sputtering e una per il trattamento termico dei substrati. L'intero sistema di deposizione è interfacciato con un computer attraverso un software appositamente sviluppato e può, quindi, essere gestito sia in modalità manuale che in automatico, con la garanzia della ripetibilità dei processi.

Sono stati depositati film di silicio microcristallino intrinseco con caratteristiche idonee, in termini di struttura cristallina e di proprietà elettro-ottiche, all'impiego come strato attivo nelle celle solari, e si è giunti alla realizzazione dei primi dispositivi a base di silicio microcristallino, con promettenti valori di efficienza (7-8%).

### **6.6. Biomasse**

Nel settore delle biomasse, il CR della Trisaia si è caratterizzato come un riferimento nazionale, sia in termini di competenze e risorse umane, sia in termini delle infrastrutture dedicate disponibili presso il Centro. Nel corso dell'anno, in collaborazione con partner italiani ed europei, sono stati portati avanti vari progetti comunitari finalizzati alla

gassificazione di biomasse per l'ottenimento di miscele di idrogeno e alla conversione di biomasse per la produzione di etanolo. In questo ambito, sono stati resi operativi due impianti avanzati di gassificazione.

### **Installazione in Cina di un impianto dimostrativo, di tecnologia italiana, per la gassificazione delle biomasse**

E' stato completato il progetto CINA (Cooperazione Internazionale per lo sviluppo di Apparecchi di gassificazione nei Paesi in Via di Sviluppo), interamente finanziato dal Ministero degli Affari Esteri. Il progetto prevedeva la fornitura e l'installazione in Cina, presso l'area sperimentale del LIER (Liaoning Institute of Energy Resources), di un impianto di gassificazione a letto di fisso da 20-30 kWe, alimentato a tronchetti di legna, e di un impianto di gassificazione a letto fluido da 160 kWe, alimentato a lolla di riso e scarti della lavorazione del legno. Entrambi gli impianti, realizzati e testati presso il CR Trisaia, erano stati poi inviati in Cina per il prosieguo delle attività sperimentali.

Nel corso del 2002, sono state effettuate, presso l'area sperimentale cinese, diverse prove di alimentazione dell'impianto da 160 kWe con lolla di riso, al fine di introdurre modifiche al sistema pneumatico di movimentazione delle biomasse e al sistema di filtrazione secondario. A valle delle prove, è stato necessario trasformare l'assetto di funzionamento del gassificatore da leggermente pressurizzato ad aspirato.

Il gas combustibile prodotto è caratterizzato da un potere calorifico inferiore pari a circa 1250 kcal/Nm<sup>3</sup> e dalla seguente composizione: 3% di H<sub>2</sub>, 18 % di CO, 4 % di CH<sub>4</sub>, 18 % di CO<sub>2</sub>, 7 % di H<sub>2</sub>O, 50 % di N<sub>2</sub>, oltre a piccole quantità di particelle carboniose e catrame.

Il gas prodotto è stato raccolto in un gasometro ed è stato impiegato per l'alimentazione di due motori da 80 kWe.

Le attività sono state completate con il collaudo dell'impianto a letto fisso da 20-30 kWe: nel corso del collaudo i risultati sperimentali sono stati positivi ed anche superiori ai requisiti progettuali.

### **Messa in opera di un biogassificatore per l'alimentazione di una cella a combustibile**

L'attività svolta, finanziato in ambito comunitario (Joule 2), aveva l'obiettivo di sviluppare un impianto pilota di generazione decentralizzata di energia elettrica, utilizzando l'accoppiamento di un impianto di gassificazione di biomasse (in grado di produrre un gas ad alta concentrazione di idrogeno), già disponibile presso il Centro della Trisaia, con una cella a combustibile a carbonati fusi. Le celle a carbonati fusi operano ad alta temperatura (650°C), presentano alte efficienze e sono compatibili con il gas prodotto dall'impianto di steam gasification, in quanto in grado di convertire il monossido di carbonio attraverso reazioni di "shift" con il vapore.

Lo sviluppo del modulo di potenza della cella era stato già effettuato da ENEA e Ansaldo Ricerche, nell'ambito di un precedente contratto comunitario, così come lo sviluppo dell'impianto di steam gasification, del tipo "Fast Internally Circulating Fluidised Bed (FICFB)", che permette di produrre un gas ad alta concentrazione di idrogeno e con un contenuto ridotto di azoto. Le attività e gli obiettivi del progetto sono stati pertanto mirati all'integrazione e ottimizzazione dei due sistemi, nonché a studi di base relativi alla simulazione numerica dell'impianto, e del processo.

Nel corso del 2002 sono state svolte le seguenti attività principali:

- progettazione relativa all'accoppiamento gassificatore/cella;

- esercizio sperimentale dell'impianto di gassificazione.

In relazione al secondo punto, l'impianto ha operato secondo i parametri riportati in tabella; l'idrogeno prodotto in rapporto alla biomassa gassificata (gusci di mandorla) è stato pari a circa 40g/kg.

<b>Condizioni di processo</b>	
Portata biomassa [kg/h]	65-100
Temperatura gassificatore [°C]	790-835
Temperatura combustore [°C]	900-950
Rapporto vapore/biomassa [kg/kg]	1-1.6

### **6.7. Tecnologie per l'efficienza energetica**

L'ENEA opera su varie tecnologie e cicli energetici innovativi per l'aumento dell'efficienza negli usi finali dell'energia nell'ambito di un modello di sviluppo sostenibile. In particolare:

- nel settore dei cicli energetici innovativi, l'ENEA persegue lo sviluppo di nuovi sistemi di produzione dell'energia, caratterizzati dall'abbattimento quasi completo delle emissioni, e basati su nuove tecnologie di combustione (*mild combustion*), sull'utilizzo di combustibili ricchi di idrogeno e su sistemi ibridi, tipo celle a combustibile e microturbine a gas. L'obiettivo finale è quello di favorire lo sviluppo e la diffusione dell'idrogeno come il "combustibile del futuro" pulito ed economico.
- nel settore dell'efficienza energetica, gli interventi riguardano lo sviluppo di tecnologie per la gestione e il controllo della mobilità e del traffico e la sperimentazione di nuovi sistemi per autoveicoli innovativi a ridotto impatto ambientale (principalmente veicoli ibridi) destinati alle aree urbane.

Le attività di R&S di tecnologie e processi vengono sviluppate in collaborazione con le principali industrie del settore, con Centri di Ricerca e Università nell'ambito di progetti/programmi nazionali ed internazionali, e con Enti Regionali e locali che gestiscono attività nel campo energetico e dei trasporti.

#### **Caratterizzazione sperimentale di una nuova tecnologia di combustione ad elevata efficienza e basse emissioni, la "mild combustion"**

La combustione MILD (Moderate and Intense Low oxygen Dilution) è una tecnologia basata sull'impiego di un comburente fortemente preriscaldato e povero di ossigeno (tipicamente aria viziata, cioè prodotti di combustione), ottenuto o per ricircolo di gas combusti, o per impiego di scarichi da altro bruciatore. La combustione che si realizza è detta di volume, per differenziarla da quella tradizionale di superficie, ed è caratterizzata da bassissime emissioni,



alta efficienza, omogeneità di profilo termico, elevata stabilità e basso rumore. I risultati ottenuti sono stati:

- caratterizzazione del campo termico e delle emissioni di un bruciatore recuperativo MILD da 40 kW a ricircolazione interna;
- caratterizzazione topologica e quantitativa delle specie radicaliche OH e CH prodotte in combustione MILD, con riferimento alle condizioni sperimentali del bruciatore industriale;
- studi di cinetica chimica, condotti con codice mono-dimensionale CHEMKIN, relativi alla sostenibilità di una combustione MILD di miscele idrogenate e della applicabilità al caso di un turbogas operante con idrogeno puro ed aria o ossigeno come comburente;
- studi e simulazioni del bruciatore con l'impiego di differenti combustibili (metano, idrogeno);
- sviluppo di sistemi di misura ad elevata precisione, basati su tecniche di spettroscopia laser, per l'analisi di temperatura e specie chimiche.

### **Supervisione e controllo avanzati con applicazione a impianti energetici**

Nel settore delle tecnologie per la supervisione ed il controllo di sistemi energetici, è stato completato lo sviluppo della metodologia del controllo evolutivo, ossia una ottimizzazione in linea, particolarmente innovativa, fondata sulla analisi caotica e sulla vita artificiale. La metodologia è stata ideata e sviluppata congiuntamente da ENEA ed University of California, San Diego. Dopo due anni di sviluppo ed approfondimento teorico-sperimentale del metodo e di accreditamento scientifico internazionale, la nuova tecnologia è stata applicata per il controllo ottimizzato di un impianto di termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani per produzione di calore e di elettricità (AGEA-Ferrara).

E' stato sviluppato, in particolare, un software su piattaforma industriale per l'integrazione dei dati provenienti dal processo, il calcolo di una serie di indicatori e la caratterizzazione formale (in logica fuzzy) della prestazione complessiva del termovalorizzatore. La nuova metodologia di controllo interviene sui parametri ingegneristici dell'impianto tenendo conto di tutti i cambiamenti che l'impianto stesso subisce a causa dell'invecchiamento e delle variazioni strutturali.

Tali proprietà sono state dimostrate applicando il sistema di controllo evolutivo ad un simulatore dell'impianto di termovalorizzazione, permettendo l'esplorazione di un gran numero di condizioni operative dell'impianto stesso. I risultati hanno dimostrato una notevole capacità del sistema di controllo evolutivo nel recupero di prestazione rispetto alle variazioni della composizione dei rifiuti che alimentano il processo; questi risultati sono stati ottenuti assicurando un basso livello di emissioni di inquinanti e garantendo una elevata stabilità del processo su alti livelli produttivi. Queste due caratteristiche (basse emissioni ed alto livello di produzione) non sono assicurati dalle tecnologie di controllo tradizionali e rappresentano, dal punto di vista industriale, l'aspetto più significativo del nuovo sistema di controllo.

## 7. A.2 LA PROTEZIONE DEL PIANETA E DELLA SALUTE DELL'UOMO

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2002, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

### 7.1. *Prodotti e processi eco-compatibili*

Sono stati portati a termine tre progetti pilota finalizzati a valutare le potenzialità di sistemi di abbattimento delle emissioni di inquinanti atmosferici in alcuni specifici settori produttivi; in particolare, sono stati sviluppati e sperimentati sistemi di riduzione delle emissioni di ammoniaca e polveri sottili negli allevamenti zootecnici, sistemi di riduzione dei composti organici volatili (COV) nelle piccole e medie imprese che utilizzano solventi, sistemi di riduzione di inquinanti organici persistenti (POP) (diossine, IPA, ecc.) nelle medie industrie della metallurgia ferrosa e non ferrosa.

Tramite il progetto ammoniaca, è stato possibile per la prima volta valutare, attraverso la conduzione di campagne dettagliate di misura su impianti pilota selezionati accuratamente e rappresentativi della tipologia di più larga diffusione nel nostro Paese, l'efficacia delle misure di abbattimento sia dell'ammoniaca, sia dei COV metanici e non, individuando le migliori tecniche di abbattimento delle emissioni in relazione ai costi ed ai benefici.

Tramite il progetto COV, è stato possibile ottenere informazioni su prodotti, tecnologie e struttura di alcuni settori industriali, da utilizzare nell'applicazione della direttiva solventi; dimostrare la fattibilità dell'applicazione di metodologie che permettano alle PMI italiane di ridurre le emissioni di inquinanti utilizzando tecniche a basso costo; studiare l'applicazione di nuove metodologie e strumenti per indagini di questo tipo.

Tramite il progetto POP, è stato possibile colmare alcune delle lacune esistenti nella valutazione delle emissioni in atmosfera di diossine, furani, IPA ed esaclorobenzene e valutare l'applicabilità di misure di abbattimento nella piccola e media industria metallurgica. E' stata condotta per la prima volta, d'intesa con le industrie e l'associazione industriale bresciana, una campagna di misura sugli impianti industriali, volta a valutare le emissioni di POP in differenti condizioni operative. Dalla campagna di misure, è risultato che:

- esiste una notevole variabilità (anche più di un ordine di grandezza) nei valori di emissione riscontrati sia tra impianti appartenenti al singolo segmento, sia sul singolo impianto;
- nel settore considerato, i segmenti dell'acciaio da forno elettrico e dell'alluminio secondario contribuiscono in maniera preponderante alle emissioni in atmosfera;
- il segmento dell'acciaio da forno elettrico, pur presentando concentrazioni medie di emissione al camino inferiori a quelle dell'alluminio secondario, risulta paragonabile a quest'ultimo come emissioni a livello nazionale, sia per i maggiori flussi di aspirazione (come ordine di grandezza,  $10^6$  m<sup>3</sup>/h contro  $10^5$  m<sup>3</sup>/h), sia per l'entità della produzione annuale a livello nazionale (circa 16 Mt di acciaio da forno elettrico contro 0,5 Mt di alluminio secondario);
- le emissioni in atmosfera dal segmento rame e leghe (ottone/bronzo) sono abbastanza contenute, mentre risultano elevati i livelli di POP nelle polveri raccolte all'impianto abbattimento fumi;

- le polveri raccolte all'impianto abbattimento fumi presentano in genere livelli di POP significativi e non trascurabili; il parametro che influenza maggiormente l'entità delle emissioni in atmosfera sembra essere la temperatura presente nel sistema abbattimento fumi (filtri a maniche);
- il limite normativo fissato dal D.M. 12 luglio 1990 per le emissioni di PCDD/PCDF (0,01 mg/Nm<sup>3</sup>), qualora il flusso di massa risulti uguale o superiore a 0,02 g/h, appare insufficiente in termini di tossicità equivalente.

## **7.2. *Prevenzione e gestione ambientale d'impresa***

Le attività svolte comprendono sia azioni per la diffusione delle metodologie di gestione ambientale che studi del ciclo di vita (LCA) di alcuni specifici prodotti e processi.

Nell'ambito della prima linea, è stata completata l'analisi della situazione a livello economico ed occupazionale della impresa ambientale in Italia ed è stato aggiornato il censimento delle esperienze in atto relativamente alla creazione di impresa nei settori dello smaltimento ecologico e del recupero da beni durevoli.

È stata, inoltre, completata "l'indagine sulla diffusione delle pratiche di gestione ambientale nell'industria", avviata nel 2001 con l'invio di oltre 900 questionari ad imprese certificate ISO 14001 e/o registrate EMAS; sono stati elaborati i questionari ricevuti dalle imprese ed è stato emesso il rapporto finale. Dall'elaborazione dei questionari emerge una scarsa propensione delle PMI, in generale, a fornire informazioni in materia ambientale; in particolare, tra le imprese certificate ISO 14001, un numero elevato lascia intendere di non possedere informazioni relative a particolari indicatori di prestazione ambientale (emissioni in atmosfera, consumi e scarichi idrici, ecc).

Infine, sono state avviate 7 Analisi Ambientali Iniziali in altrettante aziende del settore alimentare nel Meridione e sono stati completati i corsi di formazione con docenze ed esami.

Nell'ambito della seconda linea, sono stati effettuati studi di LCA di varie tipologie di prodotti (personal computer, apparecchio telefonico, due tipi di pasta Barilla, monitor, Lancia Y, scooter SR50 DITECH dell'Aprilia) e processi (riciclo dell'alluminio, produzione del vetro presso una Ditta di Cebrace, gestione integrata dei rifiuti solidi urbani nei comuni di Milano e Molfetta, gestione del traffico a Bologna). L'insieme di tali studi ha consentito sia di ottenere, dei risultati utili per la valutazione dell'ecosostenibilità dei prodotti e processi analizzati, sia di costituire una vasta banca dati su materiali e processi.

## **7.3. *Monitoraggio e risanamento ambientale***

Il contesto nazionale è stato caratterizzato in questi ultimi anni da una importante ed innovativa evoluzione metodologica ed operativa nelle politiche di risanamento e di gestione dell'ambiente. L'approvazione di alcuni fondamentali provvedimenti legislativi (Dlgs n. 348/86, n. 334/99, n. 471/99 e n. 468/01), ben interpretando i nuovi indirizzi comunitari, ha progressivamente mutato gli orientamenti prevalentemente "repressivi" della normativa ambientale, per introdurre, accanto a quelli di regolamentazione, principi di programmazione a lungo termine e di gestione territoriale integrata, con il coinvolgimento delle parti sociali interessate al miglioramento del territorio e dell'ambiente.

Le attività dell'ENEA in questo settore comprendono, da un lato, lo sviluppo di tecnologie innovative per il monitoraggio dell'ambiente e del territorio e, dall'altro, lo sviluppo e l'applicazione di tecniche per la prevenzione dell'inquinamento e il risanamento di siti inquinati. In tale ambito, l'Ente fornisce supporto tecnico, scientifico e gestionale agli

operatori pubblici e privati per la definizione e realizzazione degli interventi, con particolare attenzione alla prevenzione dell'inquinamento da attività produttive nei distretti industriali.

### **Osservazioni ambientali con tecnologie spaziali**

Le attività svolte in questo settore riguardano lo sviluppo ed integrazione di tecnologie innovative per lo studio ed il monitoraggio dell'ambiente e del territorio mediante sistemi di indagine che utilizzano tecnologie di osservazioni della terra da satellite o da piattaforme aeree, sistemi informativi territoriali (SIT), tecnologie della localizzazione (GPS), della navigazione (GNSS) e delle comunicazioni (audio, video) satellitari. Le attività hanno affrontato organicamente tutte le problematiche connesse con il processo di mutua integrazione delle varie tecnologie e, in particolare, lo sviluppo di algoritmi di elaborazione dei dati e delle immagini, nonché la progettazione dei SIT e la loro coerente ed efficiente implementazione.

I risultati conseguiti nel corso dell'anno sono:

- nell'ambito del Progetto TRIDENT (Tridimensional Restitution via Internet of Digital Elevation Networks in Towns) è stato completato il 1° prototipo della metodologia finalizzata alla produzione dei modelli 3-D degli edifici delle aree urbane di Roma e Madrid e dei relativi data-bases; sono state implementate le procedure per l'integrazione degli aspetti di fotorealismo; è stato realizzato uno studio di fattibilità per l'introduzione delle immagini satellitari ad alta risoluzione e delle tecnologie laser per la validazione.
- nell'ambito dei Progetti EOBEM (Stima della biomassa prativa ed arborea tramite dati OT in aree protette) e SIMU (Sistema di acquisizione ed analisi di Immagini per lo studio della Mobilità Urbana) sono stati sviluppati metodi per la valutazione di parametri biofisici, ambientali e territoriali per mezzo dell'aerofotogrammetria digitale e delle tecniche di telerilevamento da satellite e/o piattaforma aerea.
- nell'ambito del Progetto GIS-ILA (Geographical Information System - Italian Logistics in Antarctica) è stato realizzato un prototipo iniziale di un sistema informativo territoriale dedicato alle problematiche di logistica nella base italiana in Antartide, accessibile agli utilizzatori tramite rete Internet/Intranet, con il quale è possibile visualizzare parte della cartografia generale e tematica, eseguire ricerche sul database geografico e visualizzare i dati associati a particolari aspetti tematici (campi remoti, rete geodetica, ecc.).
- nell'ambito del Progetto GIS SILOS (Sistema Informativo territoriale finalizzato alla Localizzazione geografica Ottimale di Siti eleggibili a deposito di materiali radioattivi) è stata realizzata una metodologia di screening - applicata all'intero territorio nazionale - in grado di selezionare, sulla base di parametri 3D geometrico-morfologici stabiliti, una serie di "celle" di volume e forma predefiniti.

### **Sviluppo e validazione di procedure, metodi, tecniche di misura e sistemi diagnostici innovativi**

L'attività di sviluppo e validazione di procedure, metodi, tecniche di misura e sistemi diagnostici innovativi, sotto controllo di qualità, per gli interventi in campo ambientale è stata focalizzata su due principali obiettivi. Il primo è quello di sviluppare strumenti che consentano di applicare la normativa in campo ambientale rispettando le esigenze, tipiche delle fasi preliminari degli interventi, di risposte attendibili in tempi ed a costi «socio-economicamente» accettabili, armonizzando le problematiche relative al *risk assessment* con

quelle relative al *risk management*. Il secondo è quello di inserirsi attivamente nel processo di armonizzazione, tra i Paesi europei, dei programmi e dei sistemi di controllo della qualità delle analisi.

Nel corso dell'anno, sono stati ottenuti i risultati di seguito riportati:

- è stato fornito il supporto di competenza necessario per la realizzazione di dispositivi sensori per DNA. La ricerca ha portato alla presentazione del brevetto "BRENDA - Metodo per la realizzazione di dispositivi sensori per DNA" N° NA2002A000039 depositato presso la Camera di Commercio Industria e Artigianato di Napoli.
- nell'ambito di una collaborazione con la Virotec Ltd è stato effettuato uno studio sul materiale Bauxsol<sup>TM</sup> (fanghi rossi da estrazione di allumina da bauxite, sottoposti a trattamenti) e sono state valutate le possibilità di un suo eventuale riutilizzo in Italia, sia da un punto di vista normativo che da un punto di vista scientifico. In particolare, è stata effettuata l'analisi della normativa sui rifiuti, sul loro riutilizzo e sul recupero ambientale, la caratterizzazione del Bauxsol<sup>TM</sup> e la esecuzione di test ed analisi per verificarne l'efficacia nel trattamento di acque e suoli contaminati e la compatibilità ambientale.
- nel campo delle ricerche sul biorisanamento sono stati ottenuti buoni risultati dall'isolamento di microorganismi e di comunità microbiche da ecosistemi naturali e da siti contaminati. La loro caratterizzazione metabolica, l'identificazione e la selezione per particolari capacità metaboliche in sinergia con le capacità di resistenza ai metalli pesanti e di bioaccumulo, promettono significative possibilità di impiego nel settore delle bonifiche, mediante processi di *bioremediation*. A tal fine, è in corso una completa caratterizzazione dei ceppi isolati, con l'obiettivo di valutare la possibilità di brevettare i più interessanti.

## **Gli interventi sul territorio**

### *Gestione delle emergenze ambientali nel settore dei rifiuti e del collegato risanamento ambientale*

Per la gestione delle emergenze ambientali nel settore dei rifiuti e del collegato risanamento ambientale (interventi su sedimenti inquinati di origine marina, lacuale, fluviale; abbandono incontrollato di rifiuti; discariche autorizzate e non; ecc.) è stata svolta attività di supporto tecnico scientifico al Commissario di Governo Delegato/Presidente della regione Campania.

L'attività si è svolta attraverso: a) la ricognizione e valutazione preliminare di siti potenzialmente inquinati con elaborazione di criteri/linee guida per le attività di caratterizzazione e gli interventi di risanamento; b) l'istruttoria tecnica di progetti di caratterizzazione e di interventi di bonifica e/o messa in sicurezza di siti inquinati; c) la progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva delle opere di bonifica e/o messa in sicurezza di siti inquinati.

Relativamente a questi punti, sono state effettuate 60 ricognizioni e valutazioni di siti potenzialmente inquinati, con elaborazioni di criteri/linee guida per le attività di caratterizzazione e per gli interventi di risanamento; sono state realizzate 16 istruttorie tecniche di progetti di caratterizzazione e di interventi di bonifica e/o messa in sicurezza di siti inquinati; sono state realizzate 7 progettazioni preliminari, definitive ed esecutive delle opere di bonifica e/o messa in sicurezza di siti inquinati.

Infine, è stata presentata al Commissario per l'emergenza rifiuti una ipotesi per l'utilizzo dell'impianto dell'ENEA "DEDALO" per il trattamento del percolato da discarica.

La proposta, che ha una elevata probabilità di accoglimento, darà la possibilità di esercire l'impianto a livello di scala industriale, piuttosto che a scala sperimentale e di ricerca, e permetterà di acquisire nuove conoscenze per migliorare l'impianto attuale.

*Risanamento del territorio, delle aree urbane e delle acque: Progetto Venezia*

Le attività previste riguardavano la definizione di interventi di risanamento e bonifica nella laguna di Venezia e nel suo hinterland, e la pianificazione di una gestione integrata dell'area di Venezia e del suo sviluppo secondo criteri di sostenibilità. In particolare, sono state studiate le problematiche connesse con il recupero geomorfologico degli equilibri lagunari; l'inquinamento e il disinquinamento della laguna; il controllo ed il monitoraggio dei flussi di marea, il traffico marittimo e l'idraulica dell'ambiente lagunare. A completamento del progetto, è stata effettuata una valutazione del danno economico provocato dal degrado ambientale nella laguna dovuto agli effetti delle attività industriali di Porto Marghera; i danni subiti dalla collettività sono stati analizzati attraverso lo studio di un caso di particolare interesse, cioè il Petrolchimico di Porto Marghera. L'analisi ha permesso di individuare opportuni indicatori economici per il calcolo dell'equo risarcimento dovuto dai responsabili del danno alla collettività; il metodo e gli indicatori individuati sono di validità generale e applicabili a casi diversi.

*Realizzazione di una banca dati sulle metodologie di caratterizzazione e monitoraggio e sulle tecniche e tecnologie di messa in sicurezza e bonifica dei suoli e dei sottosuoli contaminati.*

La banca dati è stata realizzata attraverso l'acquisizione di informazioni aggiornate a livello nazionale ed internazionale sulle metodologie di caratterizzazione e monitoraggio, sulle principali tipologie di contaminazione e sulle tecniche e tecnologie di messa in sicurezza e bonifica dei siti contaminati. La banca dati contiene valutazioni sui benefici e sulle controindicazioni delle diverse metodologie di caratterizzazione e monitoraggio, sull'applicabilità alla realtà nazionale delle tecnologie di risanamento utilizzate all'estero, sulla correlazione tra caratteristiche di contaminazione e tecnologie di risanamento adottate, oltre a valutazioni sugli aspetti economici discriminanti dei diversi sistemi. Per l'organizzazione e la gestione dei dati, è stato realizzato un sistema informativo costituito da tre componenti principali: base di dati sviluppata in ambiente Access; sistemi per il caricamento dei dati e la produzione dei report sviluppati in linguaggio Java; interfaccia utente, realizzata in ambiente Internet/Intranet, con accesso guidato ai moduli principali ed agli accessori del sistema, in modo rapido e semplificato. Dal punto di vista delle tecnologie, la banca dati contiene oltre sessanta tecnologie di bonifica e/o messa in sicurezza, sia di uso corrente che in fase di sperimentazione avanzata, determinate dallo studio di review qualificate e integrate con ulteriori fonti relative a singole tecniche sperimentali; per le tecniche di caratterizzazione e monitoraggio, sono state redatte oltre 100 schede che illustrano metodologie di indagine sia dirette che indirette.

*Interventi ambientali in aree ad elevata concentrazione di attività industriali*

Le attività hanno interessato l'area di Ancona- Falconara e la bassa valle dell'Esino. Il supporto tecnico che l'ENEA ha fornito alla regione Marche è consistito principalmente nell'analisi della compatibilità con il territorio delle attività industriali presenti nell'area, nella individuazione delle problematiche connesse con la sicurezza del porto di Ancona e della navigazione marittima, e nella predisposizione dei contenuti generali necessari alla definizione del piano di risanamento sulla base delle esperienze nazionali.

Le attività hanno comportato l'acquisizione e l'esame della documentazione disponibile presso i vari soggetti pubblici e privati, oltre a visite tecniche presso gli stabilimenti produttivi.

Sono state quindi impostate le metodologie di analisi, derivate da quelle già messe a punto per il Ministero Ambiente per lo studio del territorio nazionale, integrate con analisi specialistiche, di tipo innovativo, dedicate allo studio degli "effetti domino" all'interno di stabilimenti complessi ed all'approfondimento dei metodi di valutazione sui sistemi di trasporto ferroviario, stradale e marino. Parallelamente, è stato impostato un sistema informativo territoriale, da utilizzare anche per le valutazioni quantitative previste dalla metodologia, che ha richiesto, tra l'altro, la rilevazione ed acquisizione diretta, sul posto, di numerosi dati geografici relativi alle fonti di rischio ed alle vulnerabilità territoriali.

Le attività si sono concluse a giugno 2002, con la presentazione e la consegna del rapporto finale comprendente gli strumenti applicativi per la gestione delle problematiche di rischio industriale dell'area.

#### **7.4. Disattivazione impianti nucleari e condizionamento rifiuti radioattivi**

L'ENEA ha il compito di provvedere, nell'ambito del quadro legislativo e normativo, a trattare e condizionare i rifiuti radioattivi derivanti dalle pregresse attività nucleari dell'Ente, a disattivare gli impianti del ciclo del combustibile nucleare e, infine, ad effettuare la raccolta, il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi provenienti dal comparto medico-ospedaliero, industriale e della ricerca.

Uno degli obiettivi principali assegnati ENEA è la "disattivazione" degli impianti pilota del ciclo del combustibile nucleare dell'Ente, ai fini del *rilascio incondizionato* dei siti (ovvero la rimozione dei vincoli di natura radioprotezionistica) ove sono ubicati gli impianti:

- *EUREX* di ritrattamento dei combustibili irraggiati, presso il Centro di Saluggia;
- *ITREC* di ritrattamento dei combustibili irraggiati, presso il Centro di Trisaia;
- *Plutonio* di fabbricazione del combustibile, *Celle Calde* per gli esami di post-irraggiamento ed il *Laboratorio di Radiochimica C-III-43*, presso il Centro di Casaccia.

Le linee strategiche per il conseguimento di tale obiettivo sono state fissate nel 1999 dal Ministero dell'Industria con il documento "*Indirizzi strategici per la gestione degli esiti del nucleare in Italia*" e le risorse economiche necessarie per lo svolgimento delle attività sono state individuate e rese disponibili nella seconda metà del 2001, dopo l'emissione del Decreto Interministeriale (Industria e Tesoro) del 26.01.2000 "*Individuazione degli oneri generali afferenti al sistema elettrico*".

Sulla base delle indicazioni contenute nel Decreto Interministeriale, è stato costituito uno specifico Consorzio per lo *Smantellamento degli Impianti del ciclo del Combustibile Nucleare* (SICN), di cui fanno parte ENEA, SOGIN ed FN S.p.A.; i compiti del Consorzio sono il monitoraggio, il coordinamento ed il controllo dello stato di avanzamento di tutte le attività relative allo smantellamento degli impianti di produzione e di ricerca del ciclo del combustibile nucleare di proprietà dell'ENEA e della FN, nonché l'individuazione, nel più breve tempo possibile, delle condizioni tecnico-economiche e giuridiche necessarie per il conferimento a SOGIN di attività, beni e personale inerenti agli impianti dell'ENEA.

Coerentemente a tale quadro normativo ed organizzativo, nel corso del 2002, l'ENEA, in stretta collaborazione con il Consorzio SICN, ha riformulato il programma relativo alle operazioni di smantellamento degli impianti nucleari, quantificando le risorse necessarie ed i relativi costi, ed ha eseguito le attività previste nell'anno, con l'obiettivo di pervenire al rilascio incondizionato dei siti entro il 2016; inoltre, l'Ente ha effettuato le azioni di competenza di *due diligence* relative al conferimento a SOGIN degli impianti stessi.

Le attività complessive, necessarie per il conseguimento dell'obiettivo finale di rilascio incondizionato dei siti, sono state disaggregate per singole azioni e pianificate dettagliatamente (*Work Break-down Structure*) in un programma pluriennale (2002-2016), secondo il seguente schema progettuale :

- mantenimento in sicurezza degli impianti ed interventi conservativi, durante tutte le fasi di conservazione, trasformazione e smantellamento;
- realizzazione di *Waste management facilities* per il trattamento e condizionamento dei rifiuti radioattivi liquidi di esercizio e la compattazione ed il condizionamento dei rifiuti radioattivi solidi di esercizio;
- immagazzinamento in condizioni di sicurezza degli elementi di combustibile irraggiati e delle materie nucleari residue;
- piano globale di disattivazione e relative procedure di VIA, con caratterizzazione radiologica degli impianti ed inventario dei materiali;
- decontaminazione degli impianti e loro smantellamento;
- caratterizzazione dei rifiuti radioattivi risultanti dallo smantellamento, loro trattamento e condizionamento;
- trasferimento dei materiali radioattivi condizionati e dei combustibili irraggiati al deposito nazionale ed alienazione dei materiali nucleari;
- decontaminazione, caratterizzazione delle infrastrutture e bonifica delle aree fino ai livelli di rilascio incondizionato.

Nel seguito, sono descritti in dettaglio i principali risultati conseguiti nel corso dell'anno.

### **Mantenimento in sicurezza degli impianti**

Su tutti gli impianti sono state effettuate sia le attività programmatiche per la loro disattivazione, sia le attività per la gestione ed il mantenimento delle condizioni di sicurezza, ossia le azioni previste dalle prescrizioni tecniche e dalle normative di legge vigenti per la tutela e salvaguardia dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente. In tale contesto, sono state effettuate le manutenzioni ordinarie e straordinarie dei sistemi rilevanti per la sicurezza. Tali attività, inderogabili e condotte su impianti obsoleti ed in trasformazione, hanno impegnato mediamente circa il 50% delle risorse umane in organico.

### **Potenziamento della difesa idraulica del sito nucleare EUREX del Centro di Saluggia**

In attuazione dell'Ordinanza n. 3130 del 30 aprile 2001 del Ministro dell'Interno, a partire dal 30 giugno 2001 e a valle di specifiche approvazioni da parte della Conferenza dei Servizi, l'ENEA sta realizzando un intervento complessivo di potenziamento della difesa idraulica del sito EUREX, costituito da opere strutturali, di mitigazione del loro impatto ambientale, di ripartizione della portata del fiume Dora Baltea, di protezione della falda profonda e di ripristino della funzionalità del Centro.



I tempi ristretti di progettazione e realizzazione, imposti dall'ordinanza stessa, hanno richiesto l'affidamento delle responsabilità di gestione ad una pluralità di soggetti all'interno dell'Ente. Le principali opere eseguite nel corso dell'anno hanno riguardato:

- il completamento dell'argine perimetrale, per uno sviluppo complessivo di circa 1600 m, costituito da diaframmi in cemento armato profondi 15-18 m e da un muro in elevazione, sovrastante i diaframmi, emergente fuori terra per circa 5 m;
- la realizzazione un canale artificiale (savanella) in sponda destra del fiume Dora Baltea, in corrispondenza del sito, lungo circa 1500 m e capace di una portata di 800-1000 m<sup>3</sup>/sec, per la mitigazione dei fenomeni di erosione del sito nucleare;
- la realizzazione di due rampe di scavalco dell'argine, per consentire l'accesso ai mezzi ordinari e straordinari, e la realizzazione di un blocco scale/ascensori di scavalco dell'argine, per consentire l'accesso pedonale al Centro;
- la realizzazione di sistemi di scavalco dell'argine per i servizi tecnologici e gli scarichi controllati in Dora.

Inoltre, sono stati avviati e portati ad un elevato stato di realizzazione, i lavori riguardanti:

- la realizzazione di un nuovo sistema di allarme, di antintrusione e di protezione fisica, costituito da una doppia recinzione a pannelli di rete metallica, di cui una montata sul muro e dotata di sensori e allarmi, e la realizzazione di una seconda portineria asservita alla rampa di accesso per i mezzi ordinari;
- il ripristino delle funzionalità del Centro (in particolare, la realizzazione di un nuovo impianto elettrico e di illuminazione), la realizzazione di un nuovo parcheggio, il ripristino dei servizi, della viabilità e delle aree verdi e di stazionamento;
- la realizzazione di rivestimenti in pietra del muro e dei rilevati in terra per la mitigazione dell'impatto ambientale.

L'obiettivo principale dell'intervento, cioè quello di sottrarre alle spinte dinamiche dell'onda di piena il deposito dei rifiuti radioattivi liquidi, è stato completamente raggiunto; restano da completare, entro il primo semestre 2003, le opere secondarie per la mitigazione dell'impatto ambientale e quelle riguardanti gli accessi e la protezione fisica.

### **Trattamento e condizionamento dei rifiuti radioattivi**

Sono proseguiti presso i tre Centri le azioni di caratterizzazione e di trattamento dei rifiuti radioattivi da sottoporre a condizionamento.

E' stata conclusa la fase di accreditamento, da parte del Sistema Nazionale Accreditamento Laboratori (SINAL), delle misure mediante gamma-scanning e neutronica passiva e delle prove di caratterizzazione dei rifiuti radioattivi cementati, messe a punto dal Laboratorio di caratterizzazione.

Inoltre, per il combustibile irraggiato della Trisaia, è stato completato il progetto del contenitore "dual purpose" per lo stoccaggio ed il trasporto, ed è stata ottenuta la licenza per il trasporto presso l'Autorità Competente francese, paese in cui ha avuto luogo la progettazione del contenitore (della licenza francese è stata richiesta l'estensione per l'Italia).

Presso l'Impianto OPEC della Casaccia, è stato avviato lo studio per la sistemazione del combustibile irraggiato, anche in questo caso in contenitori "dual purpose".

Infine, sono proseguite le azioni volte ad alienare il materiale nucleare fresco giacente presso i centri ENEA.

Nel corso dell'anno, inoltre, è stato ampiamente rivisto il progetto di solidificazione dei rifiuti liquidi ad alta attività dell'impianto EUREX e rinegoziato il contratto per la realizzazione dell'impianto CORA, la cui progettazione preliminare si concluderà nel primo semestre 2003. E' stato avviato lo studio di fattibilità di un impianto (Waste Management Facility) per il trattamento e il condizionamento dei rifiuti radioattivi alfa contaminati, presenti presso l'impianto Plutonio, e sono state definite le scelte progettuali per un impianto di trattamento e condizionamento dei residui liquidi presenti presso il Centro della Trisaia (prodotto finito contenente U233 e U235 e soluzione U-Th non irraggiata). Il Laboratorio di caratterizzazione ha portato a termine la prima fase del programma di pre-qualificazione delle matrici cementizie per il condizionamento della soluzione di questo tipo di rifiuto.

### **Trattamento dei rifiuti liquidi ad alta attività: il Progetto CORA**

L'ENEA ha avviato, presso il Centro Ricerche Saluggia, le attività necessarie per realizzare il condizionamento, cioè l'immobilizzazione in matrice solida, dei rifiuti radioattivi prodotti localmente, nel proprio impianto pilota di ritrattamento EUREX, durante le campagne effettuate negli anni 70÷74 (MTR) e 80÷83 (CANDU), mediante la costruzione di un impianto di solidificazione denominato "CORA".

Il Progetto CORA prevede di realizzare, mediante opportune modifiche, l'inserimento delle nuove apparecchiature e sistemi nell'esistente edificio dell'Impianto EUREX, con il relativo collegamento alla esistente rete dei servizi, nell'intenzione di massimizzare il riutilizzo dell'esistente.

Il condizionamento dei rifiuti radioattivi sarà effettuato con i seguenti processi e tecnologie:

- solidificazione tramite vetrificazione per tutti i rifiuti liquidi compatibili con tale tecnologia, con produzione dei manufatti di III<sup>a</sup> Categoria, secondo la Guida tecnica 26 dell'ANPA;
- solidificazione tramite cementazione per i rifiuti secondari di bassa attività provenienti dalla vetrificazione e per le altre correnti provenienti da processi di pretrattamento, con produzione di manufatti di II<sup>a</sup> Categoria.

La sezione di vetrificazione e sistemi connessi sarà ospitata in alcune celle del pre-esistente Impianto EUREX, smantellate ed opportunamente predisposte, mentre la sezione di cementazione, con una unità tipo MOWA, sarà ospitata in un nuovo edificio leggero, da realizzare in un'area prospiciente l'impianto.

Nel corso dell'anno le attività progettuali affidate all'esterno sono state ferme a seguito della sospensione del relativo contratto, mentre si è provveduto ad un'approfondita revisione del lay-out progettuale, includendo nel progetto le sezioni d'impianto non previste nel progetto originario, ed alla rinegoziazione del contratto stesso di progettazione.

Il nuovo contratto comprende anche la redazione del progetto di massima e del rapporto preliminare di sicurezza sia dell'impianto di vetrificazione revisionato, sia della stazione di cementazione dei residui secondari, nonché di tutti i sistemi ausiliari e di un edificio per lo stoccaggio di rifiuti solidi di II Categoria.

Nell'ambito dei nuovi accordi contrattuali, è prevista presso il CEA a Marcoule la costruzione di un mock-up in scala 1:1 con lo scopo di completare la qualificazione della matrice vetrosa, mediante la realizzazione di prove addizionali rispetto a quelle già svolte, e di dimostrare l'affidabilità della tecnologia di vetrificazione, basata sul crogiuolo freddo (CCM, "cold crucible melting").

## **Smantellamento impianti**

Ai fini dello smantellamento degli impianti, è stata eseguita la riprogrammazione di tutte le attività fino alla completa chiusura degli impianti stessi e sono state eseguite le attività di "due diligence", connesse al trasferimento degli impianti ENEA del ciclo del combustibile alla SOGIN.

In particolare, sono state completate le attività relative al sito di Saluggia ed avviate quelle per il sito di Trisaia e del sito di Casaccia.

Presso l'impianto EUREX, inoltre, è stata avviata l'ultima fase relativa allo smantellamento delle celle 010 e 011, che verranno utilizzate per la installazione dell'impianto CORA. La cella 011 è stata completamente smantellata e deve essere decontaminata per l'accesso libero del personale; lo smantellamento della 010 è in corso.

## **Servizio Integrato**

L'ENEA ha continuato l'attività di raccolta e gestione dei rifiuti radioattivi di origine non elettronucleare, prodotti dal comparto medico-ospedaliero, dall'industria e dagli enti di ricerca. L'insieme di queste attività, attuate in stretta collaborazione con NUCLECO, si configura in uno strumento tecnico-operativo denominato "*Servizio Integrato per la gestione dei rifiuti radioattivi*".

Nel corso dell'anno 2002, sono stati raccolti 538 metri cubi (pari a 221 t) di rifiuti radioattivi ed è stata effettuata la compattazione di 1899 fusti da 200 l, ottenendo 497 "overpack" da 400 l.

Inoltre, è stata portata a termine la quarta campagna di smaltimento di rifiuti decaduti, con lo smaltimento di circa 23 t di rifiuti declassati.

## **7.5. Protezione dalle radiazioni ionizzanti**

Le attività in questo campo sono mirate alla protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo, mediante l'acquisizione di strumenti conoscitivi adeguati alla prevenzione. Le ricerche in corso sono indirizzate alla valutazione dell'impatto sull'uomo e sugli ecosistemi dovuto alla presenza nell'ambiente delle radiazioni ionizzanti.

In particolare, le attività programmatiche svolte nel periodo di riferimento sono distribuite su due linee di attività: Radioprotezione e Metrologia delle radiazioni ionizzanti.

### **Radioprotezione**

I principali risultati conseguiti in questo campo comprendono lo sviluppo di modelli e metodi di misura per la stima delle dosi da contaminazione interna da uranio e radionuclidi transuranici, la messa a punto dei metodi di analisi della concentrazione di uranio negli escreti tramite spettrometria di massa induttivamente accoppiata, la caratterizzazione del materiale per dosimetri individuali per neutroni e la progettazione del dosimetro per le estremità per radiazione beta di bassa energia. Inoltre, nei 4 laboratori dell'Istituto, sono state svolte attività di servizio e di analisi, sia verso utenti interni che esterni:

- analisi per dosimetria interna da radionuclidi incorporati;

- analisi dirette sull'uomo tramite Whole Body Counter (oltre 400 analisi, di cui circa il 50% afferenti a ditte/enti esterni);
- analisi radiochimiche (radiotossicologia, RTX) su escreti (circa 2000 analisi, di cui il 30% afferenti a ditte/enti esterni);
- tarature e certificazioni eseguite dal Centro SIT IRP di Bologna Montecuccolino (circa 50, di cui il 90% per ditte/enti esterni);
- attività del Servizio Dosimetria Esterna IRP Bologna Montecuccolino (circa 70.000 letture dosimetri, di cui circa l'80% per ditte/enti esterni);
- misure per radioprotezione operativa sugli impianti ENEA (circa 15.000);
- raccolta ed analisi di campioni per sorveglianza ambientale (circa 2000).

### **Metrologia delle radiazioni ionizzanti**

L'attività è stata concentrata prevalentemente sulla linea di sviluppo e di mantenimento dei campioni primari, al fine di soddisfare quanto richiesto dai vincoli posti dagli accordi internazionali sulla metrologia (MRA-BIPM).

I principali risultati ottenuti sono i seguenti:

- caratterizzazione delle condizioni sperimentali per la riproducibilità delle misure assolute mediante il nuovo campione "calorimetro ad acqua", per la qualificazione e la taratura dei dosimetri usati nella radioterapia con fasci di fotoni, elettroni e protoni;
- messa a punto del revisionato sistema dosimetrico campione per la misura delle alte dosi, quali quelle impiegate nelle nuove tecniche di radioterapia di tipo IORT e nei processi industriali di radiosterilizzazione di materiali;
- determinazione teorico-sperimentale del fattore di perturbazione "K-wall" per il campione nazionale di misura del "kerma in aria" in fasci di fotoni. A tale scopo, è stato necessario effettuare prolungate misure in fasci di fotoni ed estensivi calcoli analitici e simulazioni Monte Carlo;
- messa a punto di una metodologia per migliorare la riproducibilità delle misure di radionuclidi emettitori gamma con energia inferiore a 60 keV, mediante il sistema campione "camera a ionizzazione a pozzetto";
- messa a punto di un metodo di preparazione di sorgenti su film sottili (utilizzando sorgenti di Zn-65) necessarie per migliorare l'efficienza del sistema campione di misura in "coincidenze beta-gamma";

Inoltre, l'ENEA ha continuato a svolgere i propri compiti istituzionali nel settore "Accreditamento e tarature", assicurando:

- il mantenimento dell'accreditamento dei centri di taratura SIT, attraverso le periodiche verifiche tecniche ispettive sulle condizioni operative dei centri SIT e grazie alla possibilità accordata da parte dei laboratori del BIPM (Sèvres, Francia) di effettuare presso di loro le misure necessarie allo scopo;
- l'attuazione di una parte del Sistema Qualità previsto dagli accordi internazionali per le attività di certificazione; a tal riguardo, sono stati portati ad un sensibile stadio evolutivo il Manuale della Qualità dell'Istituto e la definizione di numerose altre procedure tecniche;
- la preparazione di tutta la documentazione tecnica riguardante il Nulla Osta alla detenzione e all'impiego delle sorgenti di radiazione necessarie all'attività metrologica istituzionale.

## **7.6. Ricerca e sviluppo nel campo della fissione nucleare**

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

- Sviluppo in ambito europeo della soluzione progettuale PDS-XADS proposta da ENEA, INFN, Ansaldo.
- Sviluppo tecnologico per l'ADS
- TRADE
- Metodi per la sicurezza e le tecnologie nucleari

### **Il programma PDS-XADS**

Il progetto preliminare di un impianto sperimentale dimostrativo da 80 MW termici, con target e sistema sottocritico a metallo liquido (Eutettico Piombo-Bismuto, LBE), completato nel 2001, è stato proposto e accettato come soluzione di riferimento nell'ambito del programma europeo PDS-XADS. La riunione del gruppo di lavoro PDS-XADS che ha sancito questa scelta si è tenuta a Genova il 22-23 aprile 2002. Relativamente allo sviluppo definitivo del target ADS, il risultato rilevante è il completamento del codice di produzione-evoluzione SP-FISPACT per la determinazione dell'inventario dei prodotti di spallazione nel target e nel reattore con relativa evoluzione temporale.

### **Sviluppo tecnologico per l'ADS**

La dimostrazione della fattibilità e della convenienza economica dell'ADS ha richiesto l'impegno dell'ENEA sulle attività di sperimentazione e sviluppo tecnologico per la fattibilità di un target in metallo pesante fuso e per l'operabilità di soluzioni tecnologiche del sistema sottocritico raffreddato con lega di piombo fusa. In questo ambito, era previsto il conseguimento di tre obiettivi: 1) la conclusione delle attività sperimentali sulla termoidraulica di MEGAPIE; 2) la caratterizzazione in lega di piombo ad alta temperatura di materiali strutturali per l'ADS; 3) l'inizio dell'esercizio sperimentale del circuito CIRCE. I primi due obiettivi relativi allo sviluppo tecnologico dell'ADS sono stati raggiunti. In particolare, in relazione alle attività dei Programmi Europei TECLA e MEGAPIE TEST, nel corso del 2002 è proseguita la campagna sperimentale dell'impianto LECOR. In questo contesto, sono stati ottenuti i primi dati di corrosione per acciaio martensitico T91, per acciaio austenitico AISI 316L e per metalli refrattari (W, Mo, Ta), e sono stati messi a punto i processi per tenere sotto controllo l'ossigeno disciolto nella lega eutettica; i risultati della campagna sperimentale hanno permesso di valutare il comportamento delle sonde per la misura dell'ossigeno disciolto nella lega eutettica fornite da IPPE.

Per quanto riguarda CIRCE, il circuito è pronto per essere riempito e per l'avvio della sperimentazione. In particolare, sono stati realizzati interventi per migliorare sicurezza ed affidabilità dell'impianto, alla luce delle problematiche relative all'uso della lega eutettica emerse durante l'esercizio dell'impianto CHEOPE (ricristallizzazione). Gli interventi realizzati hanno migliorato il sistema di riscaldamento nel serbatoio di stoccaggio, hanno reso drenabile i diversi tratti di tubazioni non interessati allo stoccaggio a caldo ed hanno adeguato i sistemi di collegamento fra i serbatoi (tubi, valvole, sistemi saldanti), così da consentire l'operatività in sicurezza dell'impianto.

E' stato anche provveduto all'installazione di strumentazione aggiuntiva, tra cui un sistema di rilevamento del livello di ossigeno nei locali dell'impianto. L'impianto CIRCE è pronto per l'esecuzione delle prove di validazione del concetto di pompaggio Ansaldo denominato "Gas-

Lift". Ansaldo ha inoltre fornito un dispositivo sperimentale di supporto, atto a caratterizzare il sistema di misura della pressione adottate per CIRCE ed a valutarne l'affidabilità. Le prove sperimentali da condurre per mezzo di tale dispositivo sono iniziate a fine 2002, e sono attualmente in via di conclusione. In particolare, le 70 tonnellate di eutettico sono state consegnate al Brasimone nell'aprile 2002, e sono in corso le ulteriori verifiche sulla strumentazione della prima sezione di prova, preliminari al riempimento con eutettico fuso.

### **Il progetto TRADE**

Come noto, le attività e gli studi effettuati nel 2001 e fino a circa metà 2002 da un gruppo di lavoro ENEA, CEA, CERN ed ANSALDO hanno condotto all'emissione di:

- Un rapporto preliminare di fattibilità dell'esperimento TRADE emesso in giugno 2001;
- Un rapporto finale di fattibilità, comprensivo di una valutazione dei tempi e dei costi dell'esperimento, emesso in marzo 2002 ed approvato dai vertici dell'ENEA e del CEA in un incontro fra le parti svoltosi il 7 maggio 2002;
- Un "Progress Report" emesso in luglio 2002;
- Un secondo "Progress Report" emesso in marzo 2003.

Grazie a due contratti di consulenza con altrettanti soggetti esterni, il progetto beneficia anche di:

- Un progetto preliminare concettuale di un ciclotrone superconduttivo capace di produrre fasci di 2 mA di protoni da 115 MeV; tale studio è stato analizzato, con esito positivo, da un Panel di esperti internazionali, istituito dall'ENEA (rapporto di valutazione emesso in marzo 2002).
- Uno studio di fattibilità per un'unità di produzione di radioisotopi ad uso medicale, da realizzare eventualmente presso il Centro della Casaccia, utilizzando il medesimo ciclotrone previsto per l'esperimento TRADE.

Inoltre l'ENEA, a partire da inizio 2001, ha avviato un confronto, informale ma positivo, con l'Autorità di Sicurezza (ANPA ora APAT) che ha permesso di identificare le varie procedure di "licensing" previste per l'ottenimento dell'autorizzazione alla progettazione, realizzazione ed operazione dell'acceleratore ed alle modifiche del reattore TRIGA della Casaccia necessarie per effettuare l'esperimento TRADE.

Il progetto TRADE e, in particolare i risultati dello studio di fattibilità, è stato presentato ufficialmente alla comunità internazionale impegnata nello sviluppo dei sistemi ADS, nel corso di un Workshop organizzato dall'ENEA a Roma il 7 giugno 2002. Nella medesima riunione è stato deciso di costituire un gruppo di "contact person" delle varie organizzazioni potenzialmente interessate all'esperimento, col mandato di definire le basi comuni per una collaborazione internazionale e sviluppare ulteriormente il progetto dal punto di vista tecnico. Le organizzazioni che hanno deciso di aderire all'iniziativa e che, conseguentemente, hanno espresso una propria "contact person" sono (in ordine alfabetico): AAA (Francia), AIMA (Francia), ANSALDO (Italia), CEA (Francia), CIEMAT (Spagna), CNRS/IN2P3 (Francia), DOE (USA), ENEA (Italia), FZK (Germania), IBA (Belgio), JRC-ITU (EU), PSI (Svizzera), SCK.CEN (Belgio). A queste "contact person" si aggiungono alcuni ricercatori del CERN di Ginevra, sebbene non formalmente indicati dal CERN stesso.

A partire da metà 2002, le "contact person" ed alcuni esperti delle varie organizzazioni (d'ora in avanti citati complessivamente e genericamente come "la collaborazione internazionale

TRADE”) - oltre ad incontrarsi bimestralmente (a rotazione presso le sedi di ENEA, CEA e FZK) in occasione di cosiddetti “General Progress Meeting” per verificare lo stato di avanzamento del progetto, organizzare le attività dei sottogruppi ed assumere le principali decisioni per i successivi sviluppi progettuali - si sono impegnate in una serie di attività tecniche e gestionali che hanno permesso, da un lato di progredire ulteriormente nella definizione dell’esperimento e del progetto della facility individuando nuove soluzioni assai promettenti e, dall’altro, di definire il contributo finanziario e di risorse umane dei partner, nonché di delineare la struttura organizzativa per la gestione della collaborazione internazionale.

Più specificamente, le attività tecniche svolte dalla collaborazione internazionale TRADE hanno riguardato:

- L’analisi critica generale da parte dei partner delle scelte progettuali e del lavoro tecnico svolto durante lo studio di fattibilità;
- Il progetto concettuale della linea di trasporto del fascio dal ciclotrone al bersaglio e dei magneti;
- Il progetto concettuale preliminare di un ciclotrone ad H<sup>+</sup> da 2 mA e 115 MeV (proposta IBA), alternativo rispetto a quello proposto da AIMA;
- Il calcolo degli schermaggi e delle dosi attorno alla linea di trasporto del fascio;
- Lo sviluppo di nuove idee per la soluzione progettuale dello schermaggio della linea di trasporto del fascio;
- Il calcolo del danneggiamento degli eventuali magneti permanenti;
- Un’analisi critica – condotta in continua interazione con i Laboratori Nazionali di Los Alamos - del progetto del bersaglio di spallazione, relativamente alla scelta del materiale del bersaglio ed al suo sistema di raffreddamento. In particolare, a seguito di un’analisi approfondita delle proprietà del W e del Ta – ritenuti, in base all’esperienza maturata a livello internazionale, i materiali più promettenti per le prestazioni richieste per TRADE – è stata costruita una matrice per comparare le performance delle varie soluzioni progettuali di bersaglio relativamente ai parametri nucleari, termici, termo-meccanici, ecc. in gioco. Una volta assegnati i pesi ai vari parametri, l’analisi comparativa consentirà la scelta finale della soluzione progettuale più idonea.
- Un set di calcoli 3D in circolazione naturale per il sistema bersaglio-core; tali calcoli, effettuati dal CEA con un codice avanzato di termo-idraulica del core, hanno messo in evidenza le potenzialità ed i pro ed i contro della circolazione naturale per il raffreddamento non solo del core ma anche del bersaglio. L’analisi critica dei risultati finora ottenuti ha anche permesso di identificare, in particolare da parte dell’FZK, le necessità sperimentali per validare il concetto;
- Il progetto concettuale di un bersaglio di spallazione raffreddato in circolazione forzata, sviluppato da ENEA;
- La revisione del progetto nell’interessante ipotesi di poter aumentare l’energia del fascio protonico da 110 a 140 MeV. Tale analisi ha riguardato le ricadute sul progetto e sul costo dell’acceleratore, sul progetto della linea di trasporto del fascio e sulla fisica del bersaglio. Ulteriori valutazioni, finalizzate al consolidamento di questa opzione, sono tuttora in corso.
- Il lancio di un benchmark di neutronica – per il quale alcuni risultati prodotti da ENEA, CEA e DOE (ANL) sono già disponibili – per mettere a punto i codici di calcolo di neutronica che verranno utilizzati sia per il progetto neutronico che per l’interpretazione dei risultati della sperimentazione;
- La ricostruzione, da parte dell’ENEA, della storia di irraggiamento degli elementi di combustibile del reattore TRIGA a partire dal 1967. La conoscenza del burn-up degli

elementi di combustibile è fondamentale per la successiva analisi delle configurazioni di nocciolo ipotizzabili nei vari esperimenti;

- La preparazione di un documento finalizzato a fornire elementi per la motivazione dell'esperimento, i tipi di esperimenti effettuabili in TRADE rilevanti per lo sviluppo del concetto di ADS (procedure di start-up e shut-down, beam trips, monitoraggio durante l'operazione del sistema, ecc.), la rappresentatività di tali esperimenti, le tecniche sperimentali previste, ecc.; un estratto del documento verrà presentato nella sessione plenaria (ad invito) della Conferenza "AccApp'03 - Accelerator Applications in a Nuclear Renaissance" organizzata da ANS a San Diego dall'1 al 5 giugno 2003.

Inoltre, dopo una fase preparatoria di definizione dettagliata del programma sperimentale della fase IA (obiettivi, requisiti, strumentazione necessaria, manpower, tempi, costi, ecc.), nei mesi di novembre e dicembre 2002 un gruppo congiunto ENEA/CEA/DOE(ANL) ha effettuato una prima campagna sperimentale sul reattore TRIGA non modificato, finalizzata - alle misure delle caratteristiche di riferimento del reattore TRIGA, che ha riguardato:

- misure di flusso neutronico e test delle camere a fissione disponibili, per varie configurazioni di nocciolo;
- misure del valore di reattività degli elementi di combustibile e di grafite;
- calibrazione delle barre di controllo;
- misure dei coefficienti di reattività di temperatura.

Più in generale, per ciascuna delle attività sopra menzionate, sono stati prodotti documenti tecnici di supporto e/o sono state effettuate specifiche presentazioni ai vari General Progress Meeting o ai "Technical Meeting" finora effettuati. La descrizione di queste attività e dei relativi risultati (a volte preliminari) sono confluiti in un secondo "Progress Report" recentemente emesso dalla collaborazione TRADE.

Va anche sottolineato che il 7 giugno 2002 l'ENEA (presentatore della proposta), il CEA, l'FZK e l'ANSALDO hanno sottomesso alla Commissione Europea una "Espressione di interesse" - denominata TRADE-PLUS- al fine di accedere ai finanziamenti previsti nel VI Programma Quadro europeo (area tematica prioritaria "Gestione Rifiuti Radioattivi" - sotto-tema: "Partizione e Trasmutazione"). La proposta, che si riferisce ad alcune tematiche a prevalente contenuto di R&ST incluse nel progetto TRADE (sviluppo del bersaglio di spallazione e sua qualificazione sperimentale, linea di trasporto del fascio, misure sperimentali in pila, analisi di sicurezza, commissioning, ecc.), ambisce ad ottenere un finanziamento comunitario di 10 M€.

### **Metodi per la sicurezza e le tecnologie nucleari**

Nel corso del 2002, è continuata l'attività di sviluppo e validazione di metodi con la partecipazione a undici progetti europei del V Programma Quadro sulla sicurezza nucleare e a due programmi internazionali (PHEBUS-PF, MASCA). I metodi sviluppati hanno una valenza generale, possono essere applicati a tutte le attività di analisi integrata di sistema di impianti complessi (ADS, sorgenti neutroniche intense, impianti nucleari per la fusione, ecc.) e possono essere utilizzati per attività di consulenza a supporto della Pubblica Amministrazione nel caso ipotetico di possibili situazioni di emergenza derivanti da incidenti su impianti nucleari dislocati nelle immediate vicinanze del confine italiano. Un risultato non previsto inizialmente, e conseguito nel 2002 con la partecipazione al progetto



MICHELANGELO, è la disponibilità dei risultati e della documentazione prodotta nell'ambito dell'iniziativa americana "Generation IV", lanciata dal DOE. Inoltre, sono state completate con risultati soddisfacenti le prove di verifica delle prestazioni di un sistema innovativo per il raffreddamento in condizioni di emergenza di impianti di nuova generazione. Il sistema, sviluppato da ENEA in collaborazione con la società partecipata SIET, sarà proposto a paesi interessati alla progettazione e realizzazione di nuovi impianti che producono meno rifiuti radioattivi. Caratteristica comune dei metodi sviluppati è la loro versatilità. Una applicazione di alcuni metodi è stata fatta agli impianti ITER e IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility).

Complessivamente, nell'ambito delle attività sulla fissione nucleare, sono state prodotte 7 pubblicazioni e 29 comunicazioni a congressi e convegni.

### **7.7. Protezione della salute**

Le moderne tecniche di biologia molecolare consentono di mimare il danno che agenti nocivi fisici e chimici possono introdurre nel patrimonio genetico di un organismo, mediante inattivazione di singoli geni, così da permettere lo studio degli effetti di una alterazione in un punto preciso del genoma. In tale ottica, sono stati indagati alcuni meccanismi molecolari che si attivano in una cellula per riparare un danno indotto da radiazioni ionizzanti o agenti chimici sul DNA, per bloccare la proliferazione cellulare, o per indirizzare la cellula verso la morte programmata (apoptosi), allo scopo di individuare specifiche molecole che diano una misura della sensibilità cellulare e forniscano informazioni sulla suscettibilità individuale al danno. L'obiettivo finale è quello di fornire un prodotto/processo che sia utilizzabile per una valutazione sensibile e puntuale del danno subito ed eventualmente indicare strategie di tipo protezionistico o terapeutico. Sono stati sviluppati tecnologie e modelli per la valutazione del rischio da agenti nocivi, con particolare riguardo alla identificazione di nuovi biomarcatori di esposizione, effetto e suscettibilità ad agenti tossici di rilevanza ambientale e alla elaborazione di modelli per la stima del rischio mediante valutazioni in gruppi di popolazioni esposte. I dati ottenuti su biomarcatori a breve termine vengono correlati con le stime di effetti a lungo termine (compromissione del potenziale di fertilità, insorgenza di tumori). Sono state anche effettuate elaborazioni statistiche per la valutazione dello stato di salute delle popolazioni residenti in diversi contesti territoriali, avvalendosi della Banca Dati Epidemiologica dell'ENEA.

#### **Studio di meccanismi molecolari della risposta cellulare al danno da radiazioni ionizzanti e agenti chimici**

##### *Cancerogenesi da radiazioni.*

Sono proseguiti gli studi su di un modello murino geneticamente modificato costituito da topi knockout per il gene patched (ptc), che mostrano una predisposizione allo sviluppo di tumori spontanei sia del sistema nervoso centrale che dei tessuti molli. Per la loro ipersensibilità alle radiazioni ionizzanti, tali topi costituiscono un modello unico per lo studio dei meccanismi con cui le radiazioni inducono lo sviluppo di tumori. In seguito ad irraggiamento neonatale con raggi X, sono stati indotti medulloblastomi nel 51% dei topi irraggiati, con un aumento di circa sette volte rispetto al tasso di incidenza spontaneo: nel 94% di tali tumori è stata rilevata la perdita dell'allele funzionale di ptc. Analogamente, sono stati indotti carcinomi della cute a

cellule basali (BCC), che rappresentano la forma di tumore più diffusa nell'uomo, nel 20% circa degli animali irraggiati a 60 giorni di età. Questi studi hanno dimostrato che in soggetti eterozigoti la perdita della parte funzionale del gene *ptc* è un evento precoce e probabilmente iniziante del processo di tumorigenesi in seguito ad esposizione alle radiazioni. Sono in corso esperimenti volti a determinare l'influenza del background genetico sull'aploinsufficienza di *ptc*. A questo scopo, topi eterozigoti per *ptc* su background genetico CD1 sono stati incrociati con due linee murine, Car-S e Car-R, selezionate nei laboratori ENEA, rispettivamente suscettibili e resistenti alla cancerogenesi cutanea.

*Riparazione del danno al DNA indotto dalle radiazioni su tessuti normali e tumorali.*

E' stato ulteriormente dimostrato, in un diverso tipo di tumore, che l'espressione e l'attività di legame al DNA della proteina Ku, coinvolta nelle prime fasi della riparazione delle rotture a doppia elica del DNA, è differenzialmente modulata nei tessuti normali rispetto a quelli tumorali. In particolare, esperimenti condotti in vitro su due linee cellulari di derivazione vescicale, una tumorale RT112 ed una normale PNT2, hanno evidenziato che nella linea tumorale l'attività di legame di Ku al DNA è presente anche nel citoplasma, ipotizzando una aumentata sintesi e trasferimento della forma attivata della proteina dal nucleo al citoplasma. Tali dati suggeriscono la possibilità di identificare bersagli terapeutici selettivi per sensibilizzare le cellule neoplastiche alla radioterapia.

*Differenziamento e proliferazione cellulare.*

E' stato dimostrato che il gene IGFBP-5 (proteina che lega i fattori di crescita IGF) è coinvolto nel controllo della proliferazione di cellule di neuroblastoma. Tali risultati sono stati ottenuti utilizzando una strategia di ablazione selettiva dell'espressione di IGFBP-5 per mezzo di microRNA interferenti, che silenziano l'azione del gene. Sono stati inoltre chiariti i meccanismi di regolazione trascrizionale di IGFBP-5 durante il differenziamento neurale. Esperimenti di visualizzazione del legame DNA-proteine e saggi funzionali hanno permesso di identificare i fattori di trascrizione SMAD e Sp come principali responsabili di questa regolazione. Da questi studi emerge sempre più il ruolo fondamentale dell'asse IGF nel controllo proliferativo di neuroblastoma e probabilmente di altri tipi di tumore.

*Risposta immunitaria.*

Sono stati caratterizzati i meccanismi attraverso i quali il recettore CTLA-4 controlla il differenziamento dei linfociti Th2. Questi linfociti promuovono risposte immunitarie protettive contro patogeni extracellulari, ma sono coinvolti anche nella promozione di allergie. Le ricerche condotte hanno dimostrato che la stimolazione di CTLA-4 inibisce la trascrizione di mRNA per la citochina IL-4 attraverso l'inibizione di due fattori di trascrizione necessari per il differenziamento dei linfociti Th2. Questi risultati rivelano quindi un nuovo meccanismo per il controllo delle risposte allergiche e suggeriscono nuovi possibili bersagli terapeutici.

## **7.8. Valutazione del rischio per la salute da agenti fisici e chimici mediante nuovi modelli e tecnologie sperimentali**

### **Test a breve termine, predittivi della trasformazione neoplastica.**

Sono stati valutati gli effetti del melphalan in topi eterozigoti *p53*<sup>+/-</sup>. Il test della cometa è stato utilizzato per avere una stima del danno indotto al DNA in vari organi bersaglio. E' stata inoltre valutata l'induzione di micronuclei in eritrociti policromatici di midollo osseo ed in

eritrociti di sangue periferico. I risultati ottenuti con il test della cometa hanno mostrato che il danno indotto dal melphalan è costituito essenzialmente da legami crociati nella molecola di DNA. Il test del micronucleo ha mostrato differenze di risposta tra topi di genotipo p53 +/- e p53 +/+. Questo risultato è stato interpretato come una conseguenza di un effetto dominante negativo della mutazione knockout nel gene p53 sulla efficienza di controllo del ciclo cellulare e/o della risposta apoptotica stimolata dal trattamento con melphalan.

#### **Studio degli effetti di sostanze ambientali con potenziale azione interferente con l'omeostasi ormonale (endocrine disruptors).**

E' stata studiata in un sistema sperimentale murino la tossicità riproduttiva del DES (dietilstilbestrolo, un ormone sintetico ad attività estrogenica) a seguito di esposizione durante lo sviluppo prenatale. I risultati hanno dimostrato che tale composto induce alterazioni permanenti nel sistema germinale maschile di topi adulti con un meccanismo mediato dalle cellule di Sertoli di sostegno, che non altera la cinetica della spermatogenesi né l'integrità della cromatina dello spermatozoo maturo.

#### **Marcatori di sensibilità individuale al rischio riproduttivo.**

Sono stati confrontati diversi approcci molecolari per l'analisi del danno indotto a livello del DNA dello spermatozoo murino (TUNEL, Comet, SCSA) da radiazioni ionizzanti. Tutti i test impiegati hanno messo in evidenza una relazione dose-effetto tra frazione di spermatozoi alterati e dose di radiazione. Inoltre, uno studio epidemiologico, che ha coinvolto circa 200 individui giovani, ha individuato, quali parametri indicativi della ridotta funzionalità testicolare e delle ghiandole accessorie, alterazioni della struttura della cromatina dello spermatozoo. In particolare, la frazione di spermatozoi con cromatina alterata nel seme umano sembra correlata con i livelli ematici di ormoni sessuali ed i livelli seminali di zinco e fruttosio. Le correlazioni sono comunque deboli, come previsto nel caso di un processo multifattoriale, quale quello della spermatogenesi.

#### **Bioelettromagnetismo.**

Non sono stati evidenziati ad oggi effetti biologici né sulla funzionalità dell'apparato uditivo di piccoli roditori esposti a 900 MHz, per dosi diverse corrispondenti alle norme europee vigenti, né sul sistema immunitario di organi linfatici centrali (timo) e periferici (milza e linfonodi) in topi immunizzati e non, esposti fino a 4 settimane a 900 MHz. Non sono stati rilevati effetti genotossici in linfociti umani esposti in vitro a 50 Hz ed esaminati con diverse metodologie. Anche studi a livello molecolare su un modello cellulare neurale esposto a 50 Hz non hanno evidenziato effetti sul differenziamento, l'induzione di oncogeni e la morte cellulare programmata; il processo di differenziamento è stato inoltre analizzato con il medesimo modello cellulare per esposizioni a 900 MHz senza peraltro mostrare effetti. Sono stati realizzati sistemi espositivi elettromagneticamente caratterizzati per le frequenze della telefonia cellulare e con condizioni ambientali controllate, con gestione automatizzata della sperimentazione secondo procedura a doppio cieco.

### **7.9. Sviluppo di prodotti/processi a base biologica**

Le attività sono finalizzate al miglioramento genetico delle piante, orientato ad aspetti della salubrità dell'alimento (per esempio, realizzazione di piante resistenti a fitopatie; miglioramento della sintesi biologica di 'nutriceuticals', come vitamine o antiossidanti) e ad aspetti di forte contenuto innovativo, come l'utilizzo di piante per la produzione di anticorpi ricombinanti e di vaccini e lo sviluppo e applicazione di tecnologie microbiologiche.

#### **Caratterizzazione e miglioramento genetico di piante tipiche mediterranee (per resistenza a stress biotici e abiotici)**

Il pomodoro è stato caratterizzato dal punto di vista di profili di espressione per lo studio dei geni che possono influenzare la salubrità dell'alimento in termini di contenuto in "nutriceuticals", di architettura della pianta e di resistenza a fitopatie. Sono stati costruiti "microarrays" di circa 1000 geni di pomodoro contenenti geni espressi nella bacca in maturazione e geni coinvolti nelle vie di percezione degli stimoli luminosi.

Nello studio delle infezioni virali sono stati messi in evidenza alcuni meccanismi fondamentali implicati nel "gene silencing" indotto da virus vegetali.

#### **Produzione di anticorpi ricombinanti e di vaccini da piante**

Da un repertorio sintetico di  $10^7$  diversi anticorpi, sono stati selezionati alcuni ligandi contro il virus CMV (Cucumber Mosaic Virus), un patogeno estremamente dannoso per molte colture ortive, e specialmente per il pomodoro. Questi ligandi sono rivelati strumenti utili per la diagnostica e sono stati anche utilizzati per costituire linee di pomodoro protette dall'infezione virale mediante immunoterapia.

E' stato messo a punto un prototipo di vaccino terapeutico di origine vegetale per il tumore del collo dell'utero e altri tumori associati al virus del papilloma umano di tipo 16 (HPV16). Questo tipo di vaccino basato sull'espressione della oncoproteina E7 utilizzando il virus X della patata (PVX), si è rivelato altamente efficace in modelli sperimentali murini che hanno mostrato protezione contro lo sviluppo del tumore, maggiore rispetto ad un vaccino standard. I risultati ottenuti aprono nuove e interessanti prospettive per la formulazione di nuovi vaccini e adiuvanti derivati da pianta.

Infine, è stato espresso in pianta un anticorpo contro l' antigene tumorale HER2 che si è dimostrato funzionale nel riconoscimento dell'antigene sia in vitro che in preparati istologici umani.

#### **Sviluppo e applicazioni di tecnologie microbiologiche**

Sono stati studiati rizobatteri in grado di promuovere lo sviluppo di piante di interesse agronomico (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR), in particolare *Burkholderia cepacia*, un complex costituito da 9 specie e/o genomovars caratterizzato da plasticità genomica e versatilità metabolica, con elevate potenzialità di utilizzo in campo agricolo ma implicato anche in patologia umana nella sindrome della fibrosi cistica

### **7.10. Sicurezza alimentare e ambientale**

Le attività hanno riguardato lo studio dell'impatto dei composti agrochimici (fertilizzanti e pesticidi) sull'ambiente e sulla catena alimentare, lo studio dell'inquinamento atmosferico da processi industriali e da servizi sulle colture agrarie e sulle catene alimentari ed alcune attività di sviluppo e applicazione in campo di nuove tecnologie biologiche antiparassitarie. Sono stati anche preparati materiali di riferimento (sedimenti di lago) per esercizi interlaboratorio (svolti nell'ambito di Corsi di addestramento sulla produzione ed utilizzo di materiali di riferimento nei settori ambientale ed alimentare) e materiali di riferimento (di pomodoro) e soluzioni di taratura di Pb, Mn e Ni per analisi chimiche nell'ambito del progetto di ricerca "Metrologia chimica e qualità delle misure" (Piano Nazionale di Ricerca Chimica II).

#### **Studio dell'impatto dei composti agrochimici sull'ambiente e sulla catena alimentare**

Mediante l'applicazione del modello previsionale PELMO, sono stati identificati i suoli più vulnerabili all'inquinamento da parte delle sostanze antiparassitarie utilizzate in agricoltura nella Regione Emilia-Romagna. Tali suoli sono quelli classificati dalla regione con la sigla CER1, CON1, SMB1, BAR1. I principi attivi antiparassitari risultati potenzialmente contaminanti delle falde acquifere sono: Clopiralid, Nuarimol, Etofumesate, Halloxyfop-etossietile, Cloradizon, Pirimicarb, Fipronil, Metolaclo, Halloxyfop-R-metilestere, Flusilazol, Carbofuran, Metomyl, Fentin acetato, Metamitron, Glufosinate ammonio, Lenacil, Propiconazolo, Lindano, Imidacloprid.

Tali risultati verranno utilizzati in piani di monitoraggio delle acque nella regione Emilia-Romagna.

Nell'ambito delle attività di supporto alla Commissione Consultiva Nazionale per i Prodotti Fitosanitari del Ministero della Salute, sono stati valutati, dai dossier presentati dalle ditte produttrici, 11 sostanze attive e prodotti commerciali (diserbanti, fungicidi, insetticidi, fumiganti), al fine della registrazione ed autorizzazione al commercio ed all'uso, secondo l'attuazione della Direttiva CEE 91/414). Per il principio attivo Mepanipyrim (fungicida), per la quale l'Italia era designata dalla Commissione Europea come Stato Rapporteur, è stata redatta la monografia per gli effetti ecotossicologici.

Infine, sono state valutate 12 sostanze chimiche di interesse industriale.

#### **Studio dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulle colture agrarie e sulle catene alimentari**

Nello studio dell'impatto delle emissioni del polo industriale di Milazzo sull'agroecosistema, è stato stimato che in due dei 15 comuni esaminati le concentrazioni in atmosfera di SO<sub>2</sub> provocano cali di resa rilevanti nelle colture degli agrumi (9-10%) e della patata, cali che sembrano riconducibili solo potenzialmente alle emissioni industriali. Le elevate concentrazioni di O<sub>3</sub> misurate, i cui precursori sono contenuti anche nelle emissioni industriali, provocano in quasi tutto il territorio perdite di raccolto elevate (tra il 15-35%) per il frumento, gli agrumi e la patata. Le concentrazioni di elementi tossici presenti nei suoli analizzati non costituiscono rischio ambientale secondo il D.M. 471/99, né i residui degli stessi elementi nei prodotti ortofrutticoli (arance, limoni, olive ed alcune orticole) evidenziano rischi di esposizione da ingestione per i consumatori.

### **Sviluppo e applicazione di nuove tecniche biologiche antiparassitarie**

*Bioinsetticidi.* Risultati positivi sono stati ottenuti nelle prove di laboratorio e in pieno campo con diverse formulazioni di neem (principio attivo estratto dalla pianta esotica *Azadiractha indica*) con estratti metanolici dell'olivo e con sostanze naturali (ad es. il pigmento floxina) contro insetti nocivi in agricoltura, quali la mosca della frutta, la mosca delle olive, la tignola e la dorifora della patata, la tignoletta dell'uva.

*Sostanze attrattive.* In collaborazione con Istituzioni italiane (Istituto sperimentale per la Frutticoltura) e straniere (USDA, Stati Uniti; Plant Protection Institute, Budapest), è stata validata in pieno campo l'efficacia di attrattivi alimentari sulla mosca mediterranea della frutta per l'applicazione in situazioni aziendali, ottimizzando l'uso di diversi tipi di trappole.

*Lotta biologica.* In collaborazione con istituti italiani e con istituzioni straniere (CABI, Regno Unito; USDA, Stati Uniti; Russian Academy of Sciences; Univ. di Adana e di Erzurum, Turchia, Univ. di Nitra, Slovacchia), sono stati individuati e selezionati organismi specifici per la lotta biologica ad alcune rilevanti piante infestanti. Sono state messe a punto le modalità di lanci inoculativi e l'acclimatamento di un parassitoide della sesamia del mais (*Sesamia nonagrioides*).

### **7.11. Il sistema dei trasporti: sicurezza e compatibilità ambientale**

Le attività svolte in questo settore includono principalmente lo sviluppo di tecnologie per i trasporti che hanno grande valenza anche in tema di miglioramento dell'efficienza energetica, e che quindi sono strettamente connesse con le attività della finalità "Energia per il Futuro".

#### **Strumenti informatici per il trasporto intermodale e la pianificazione della mobilità**

Sono stati completati due sistemi informatici di immediata applicabilità per gli operatori pubblici nel settore trasporti:

- **MOBILITY**, sistema per la pianificazione della mobilità urbana, di supporto alla elaborazione dei Piani Urbani Mobilità (PUM). Il sistema costituisce l'evoluzione di un sistema più limitato, sviluppato nel triennio 1998-2000, e consente di simulare il sistema di trasporto urbano privato e pubblico, di valutare gli impatti di scenari di intervento, sia tecnologici ed infrastrutturali (nuove strade, nuove linee di trasporto collettivo, sistemi di regolazione del traffico), sia di gestione della domanda di mobilità, e di rappresentare sinteticamente i risultati mediante un sistema geografico. La valutazione viene effettuata mediante la stima di indicatori di tipo trasportistico (entità del traffico), di consumo energetico, di emissione di inquinanti e di rumore. La struttura del software prevede una banca dati ed un insieme di modelli matematici indipendenti, ma completamente integrati nel sistema, che sono gestiti da un'interfaccia grafica avanzata sviluppata in ambiente GIS. Il sistema, realizzato nel triennio 2000-2002, è stato completato nel corso del 2002 con la realizzazione di manuali per l'utente e con lo sviluppo di un metodo per la stima dei costi esterni generati dal traffico urbano. Rispetto al sistema precedentemente disponibile, il nuovo MOBILITY consente la valutazione dell'emissione dei gas serra, la valutazione dell'evoluzione della domanda di mobilità e la possibilità di simulare interventi infrastrutturali e tecnologici.

- SYLOG, sistema per la valutazione del trasporto intermodale delle merci che fornisce gli elementi conoscitivi e gli strumenti analitici necessari ad effettuare valutazioni energetico-ambientali e confronti multicriteriali di scenari tecnologici ed infrastrutturali del trasporto intermodale delle merci. Sylog integra in un sistema GIS una banca dati alfanumerica relativa al Sistema Logistico Italiano ed una catena di modelli i cui input ed output sono contenuti nella stessa banca dati. La catena di modelli è composta da:
  - modelli per la simulazione del traffico delle merci, che consentono di simulare il comportamento dell'utenza di un dato sistema di trasporto, ricostruendo itinerari, origine e destinazione, nonché flussi di traffico relativi agli archi ed ai nodi della rete multimodale (strada-ferrovia-nave),
  - moduli informatici per la stima delle caratteristiche funzionali dei nodi di interscambio (porti ed interporti),
  - modelli per la stima dei consumi e delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici,
  - modelli per la valutazione economica delle varie alternative (individuazione degli itinerari multimodali a minimo costo generalizzato).

Il sistema SYLOG è stato realizzato con il Consorzio TRAIN nell'ambito del programma Ship-Road-Rail cofinanziato dal MURST, nel periodo 2001-2002. Nel corso del 2002 è stata ultimata la realizzazione del sistema informatico, sono state messe a punto le banche dati relative al sistema logistico nazionale ed è stata effettuata la simulazione dei benefici economici ed ambientali ottenibili con l'introduzione nella rete intermodale nazionale di tecnologie innovative per ottimizzare lo smistamento delle merci nei nodi di interscambio.

## 8. A.3 I GRANDI STRUMENTI AVANZATI

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2002, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

### 8.1. *Fusione nucleare*

Le attività sulla fusione sono articolate su quattro linee principali:

- fisica del confinamento magnetico
- fisica del confinamento inerziale
- tecnologie
- IGNITOR

#### **Fisica del confinamento magnetico**

Il programma principale è consistito nella sperimentazione con il Tokamak FTU; un importante impegno è stato anche dedicato alla partecipazione al JET.

La macchina FTU e gli impianti connessi hanno funzionato con notevole affidabilità: in particolare, si sono avute sessioni sperimentali per 89 giorni, effettuando complessivamente 2167 "spari", di cui 1915 (88%) completati con successo. La media degli spari giornalieri è stata di 24,35, di cui 21,52 in media portati a termine con successo.

Per quanto riguarda l'attività sperimentale di FTU, il risultato più importante è stato l'ottenimento in maniera riproducibile di configurazioni di plasma con basso trasporto turbolento di calore (barriere di trasporto), a densità di plasma pari a quella del futuro reattore sperimentale ITER e in condizioni di plasma pulito. La principale novità dei risultati 2002 riguarda la durata della configurazione, che è stata mantenuta in condizioni quasi stazionarie senza accumulo di impurezze.

Per quanto riguarda la partecipazione al JET, l'ENEA ha un ruolo di coordinamento in tre Task Force su sette. Sul lato dell'attività sperimentale, sono proseguiti gli studi intesi a riprodurre su JET le configurazioni con barriere di trasporto interne ottenute su FTU. L'attività teorica è stata focalizzata allo studio delle instabilità prodotte dalle particelle alfa nei plasmi termonucleari. Lo studio è stato effettuato mediante codici di simulazione a particelle, e ha posto in evidenza le compatibilità tra le configurazioni proposte per il mantenimento dello stato stazionario su ITER e i regimi di buon confinamento delle particelle alfa. E' stato effettuato un Workshop internazionale di valutazione della proposta della macchina Protosphaera, un impianto nel campo del confinamento magnetico diverso dai Tokamak usuali e proposto dai ricercatori di Frascati. Il Workshop ha fornito una valutazione positiva della proposta con l'indicazione di alcuni approfondimenti di natura tecnica, in particolare prove per verificare il corretto funzionamento degli elettrodi.

Nello specifico, inoltre, vanno citati anche i seguenti risultati:

- è stata completata la costruzione e la caratterizzazione in laboratorio del nuovo tipo di antenna PAM (Passive Active Multijunction) per l'immissione di radiofrequenza nel plasma ai fini del suo riscaldamento e controllo. Questo tipo di antenna consente di iniettare onde alla frequenza ibrida inferiore, necessarie per la generazione della corrente di plasma, in condizioni tali da consentire un efficace raffreddamento della



struttura. Il programma è finalizzato a produrre un'antenna per ITER. La caratterizzazione ha mostrato un buon accordo con le specifiche di progetto; il primo test su plasma verrà condotto su FTU nel corso del 2003.

- è stato effettuato un considerevole miglioramento del parco di diagnostiche di FTU, anche in vista dell'inserimento (previsto per la metà del 2003) di due nuovi sistemi di misura, e cioè l'interferometro basato su un laser a CO<sub>2</sub> a scansione, per la misura della densità di plasma (progettato e costruito dal Consorzio RFX), e il fascio di atomi neutri, per la misura del profilo radiale di corrente e di temperatura ionica. Gli interventi più importanti hanno riguardato la costruzione e l'installazione di due rivelatori dell'emissione di Bremmstrahlung da parte degli elettroni accelerati dai campi a radiofrequenza utilizzati su FTU e l'inserimento del nuovo sistema di misure delle perturbazioni del campo magnetico interne alla camera da vuoto. Sono state apportate le necessarie modifiche per l'inserimento di una nuova diagnostica di rivelazione della radiazione X basata su Gas Electron Multiplier, sviluppata congiuntamente con INFN e attualmente provata sull'esperimento NSTX di Princeton (USA)
- sono state ottenute, in maniera riproducibile, configurazioni di plasma con basso trasporto turbolento di calore (barriere di trasporto) e con valori di tempo di confinamento fino al 60% più elevati di quelli usuali in casi analoghi. Regimi a confinamento migliorato sono stati prodotti anche mediante onde di Bernstein ioniche (FTU è l'unico tokamak in Europa dotato di questo sistema di riscaldamento). In particolare, segni evidenti di riduzione del trasporto turbolento di calore sono stati ottenuti per la prima volta in plasmi di deuterio ad elevati valori della corrente di plasma, grazie anche alla maggiore potenza a radiofrequenza disponibile.
- nel quadro delle attività collegate allo sviluppo dei sistemi di manutenzione remotizzata della macchina ITER, sono state completate le attività di qualificazione del sistema di manutenzione remotizzata dal divertore presso la facility DTP – Divertor Test Platform. In una prima fase, sono state completate con successo tutte le prove di affidabilità del sistema, mentre successivamente sono state condotte le prove di simulazione del recupero dei moduli bloccati a seguito di malfunzionamenti.
- riguardo alla qualificazione di componenti di prima parete della macchina ITER, è stato condotto nella facility "EDA-BETA" il primo test di fatica termica su quattro moduli di piccole dimensioni simulanti porzioni della prima parete di ITER. Un modulo ha mostrato un'ampia rottura con danneggiamento della camera di prova e ciò richiede un notevole lavoro di manutenzione straordinaria per il riavvio modificando, quindi, il programma di prove originario. L'attività prosegue con un nuovo programma concordato con la committenza (EU).
- infine, sono proseguite le attività sui magneti e si sono concluse le seguenti prove: 1) prove di attrito a bassa temperatura e con elevati carichi di compressione per lo sviluppo dei materiali costituenti le barriere isolanti a bassa tensione (vetronite e riporti di allumina); 2) prove di attrito a bassa temperatura e con elevati carichi di compressione per la verifica del comportamento dell'interfaccia TF case/Winding pack; 3) prove integrali di durata a bassa temperatura delle chiavette di collegamento dei magneti di ITER sottoposte a carichi pulsanti rappresentativi delle sollecitazioni reali, con particolare riferimento al loro rivestimento isolante.

Nel corso dell'anno, infine, sono state prodotte 45 pubblicazioni su riviste internazionali e sono stati presentati oltre 65 contributi a conferenze.

### **Fisica del confinamento inerziale**

Nel corso dell'anno, è stata studiata l'interazione di luce generata dall'impianto Laser ABC - luce resa altamente uniforme con il sistema ottico ISI, progettato internamente - con schiume plastiche di bassa densità. L'uso di tali schiume è stato proposto come elemento atto a uniformare l'intensità della luce. Gli esperimenti hanno mostrato la presenza di microjets dietro il bersaglio e un moto turbolento negli strati esterni. E' proseguita la messa a punto di un laser a stato solido di potenza pompato con diodi emettitori di luce; in particolare, è stato costruito un prototipo di alta densità di potenza ( $2\text{kW}/\text{cm}^2$ ). L'attività teorica ha riguardato lo studio di schemi di implosione di bersagli con schermi conici.

Complessivamente, fra articoli e presentazioni a congressi, sono state prodotte 4 pubblicazioni.

### **Tecnologie**

Le attività di sviluppo tecnologico sono raggruppate essenzialmente nei due aggregati progettuali TITER (Tecnologie per ITER) e TREDI (Tecnologie per il reattore dimostrativo), ma hanno una validità che va oltre il campo specifico della fusione. I settori di competenza sono molto articolati e coprono le aree più importanti di sviluppo, sia dal punto di vista tecnologico che della progettazione.

In particolare, le attività svolte in ambito ITER sono relative a sicurezza ed impatto ambientale, progettazione componenti e sistemi, superconduttività a bassa temperatura critica, neutronica, manutenzione remota, sistemi di visione e misura laser, tecnologie delle superfici, prove di componenti.

Le attività svolte in ambito TREDI, invece, riguardano sicurezza ed impatto ambientale, progettazione di sistemi, neutronica, manutenzione remotizzata, materiali avanzati, metalli liquidi, termofluidodinamica dell'elio.

Nel campo della superconduttività, sono state svolte attività anche nel settore dell'alta temperatura critica, con ricerche autonome e con contratti di ricerca o di servizio finanziati dall'industria italiana (PIRELLI, EDISON, Europa Metalli).

ENEA ha svolto, nell'ambito di un team internazionale e con responsabilità di coordinamento, le attività per lo studio di compatibilità tecnica dei siti europei proposti per ITER ( Cadarache e Vandellòs); inoltre, l'ENEA ha partecipato, come membro ufficiale della delegazione EU, al team internazionale (JASS Ad-hoc Group) sull'analisi tecnico-economica comparata dei siti proposti in Europa, Giappone e Canada quale base per la scelta del Sito finale da parte dei Negoziatori dei paesi partecipanti ad ITER.

Nello specifico, inoltre, vanno citati anche i risultati riportati nel seguito.

#### *Membrane*

E' stata completata l'ottimizzazione di tecniche di realizzazione e caratterizzazione delle membrane destinate ai reattori catalitici per la separazione dell'idrogeno. Base dell'attività è il brevetto 'Procedimento di saldatura di strutture metalliche di rinforzo a lamine in lega di palladio per la fabbricazione di membrane composite per la separazione di idrogeno e apparato per la sua realizzazione' n. RM2001 A 000748, depositato il 19/12/01.

*Materiali strutturali*

Le attività sui materiali strutturali si sono concentrate principalmente sullo sviluppo di componenti in composito ceramico SiC<sub>f</sub>/SiC, al fine di migliorarne la conducibilità termica e ottenere componenti ad alta densità.

Sono stati realizzati compositi ceramici in fibra e matrice di carburo di silicio (compositi SiC<sub>f</sub>/SiC) con la tecnologia dell'impregnazione polimerica e pirolisi. La successiva caratterizzazione ha evidenziato una ragguardevole resistenza meccanica a flessione (500 MPa) ed ancor più una elevata conducibilità termica (30 W/mK).

E' stata messa a punto e caratterizzata una tecnologia di giunzione di carburo di silicio (monolitico e composito); i giunti realizzati con questo processo hanno mostrato una elevata resistenza a taglio (150 MPa per i giunti di SiC monolitico e 80 MPa per i giunti di composito).

Sono stati prodotti tubi di carburo di silicio con anima in SiC monolitico e rivestimento in composito, con l'obiettivo di produrre tubi ad elevata resistenza, tenacità ed a tenuta di gas. E' in corso di valutazione la brevettabilità del processo che ha consentito la realizzazione di questi prodotti semilavorati.

E' stata realizzata, per la prima volta in Italia, una tessitura tridimensionale di fibre di carburo di silicio attraverso un particolare telaio (Tecnotessile srl di Prato). Tale tessitura (preforma) ha le caratteristiche (percentuale di fibre, rigidità etc.) idonee ad essere utilizzata per la produzione di pannelli in composito SiC<sub>f</sub>/SiC.

*Camera da vuoto e schermo*

Le attività sperimentali si sono concentrate sullo sviluppo di una tecnica di fabbricazione innovativa, sia per qualità del prodotto che per costi di realizzazione, di componenti soggetti ad alti flussi termici da utilizzare nella macchina ITER. La tecnica si basa sulla giunzione per diffusione del materiale di sacrificio, tungsteno, in forma di piastrine con foro centrale che ospita il tubo in rame di raffreddamento (configurazione monoblocco). La giunzione per diffusione è realizzata utilizzando una attrezzatura grazie alla quale non è necessario ricorrere a costosissime autoclavi per applicare, ad alta temperatura (>500°C), la pressione (700 bar) richiesta dal processo finora utilizzato (Hot Isostatic Pressing). Il nuovo processo, inoltre, risulta facilmente monitorabile, permettendo così di verificare la qualità del prodotto, e non richiede le costose lavorazioni meccaniche necessarie per l'HIP.

E' stato realizzato un piccolo prototipo che è stato testato con successo per 1000 cicli a 20 MW/m<sup>2</sup>, ossia ad un valore di carico termico estremamente elevato ed ampiamente entro i valori necessari per ITER.

L'attività è stata svolta in collaborazione con il CSM di Pomezia; il processo è stato brevettato congiuntamente da ENEA e CSM.

*Radar Ottico (IVVS)*

L' IVVS (In-Vessel Inspection System) è un sistema basato su tecnologie laser per "vedere" e "misurare" all'interno di ambienti in cui l'uomo e/o i sistemi basati su chip di silicio (come i Charged Coupled Device, CCD) non possono operare in maniera efficace per tempi lunghi (oltre alcune decine di minuti). In particolare, il sistema ha caratteristiche tali da poter operare con continuità all'interno della macchina ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor).

Il principio di funzionamento prevede il lancio sul bersaglio di un fascio laser di opportuna lunghezza d'onda e modulato in ampiezza a circa 80 MHz. Analizzando l'ampiezza e la fase del fascio riflesso, si ottengono immagini e misure della zona colpita dal fascio. Il sistema proposto da ENEA, dopo un periodo di concorrenza tecnico-scientifica con sistemi americani, giapponesi e finlandesi, è ormai considerato quello di riferimento per ITER. Un prototipo in

scala reale è stato costruito ed è attualmente sotto test nei laboratori di Frascati; per la realizzazione del prototipo sono stati sviluppati sistemi elettro-ottici, di misura ottica della posizione della testa di scansione e di elettronica radar con prestazioni superiori al presente stato dell'arte per ambienti operativi come ITER.

### *Superconduttività*

Nell'ambito delle attività per lo sviluppo di conduttori composti superconduttori per i magneti di ITER-FEAT, in collaborazione con il CEA-Cadarache è stato realizzato un campione di conduttore in NbTi e relativo giunto. Il campione, costituito da 1152 fili in NbTi, è stato provato come previsto nel periodo luglio-ottobre 2002 da un team misto CEA-ENEA; sono state effettuate misure di corrente critica, perdite in campi variabili, stabilità contro disturbi. Le prove hanno confermato la validità delle scelte progettuali fatte. L'analisi di dettaglio, e la relativa interpretazione dei dati sperimentali, è ancora in corso.

### *Sviluppo di nastri superconduttori ad alta temperatura critica (SAT)*

Le attività in questo campo sono finalizzate alla realizzazione di SAT a base di  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  (YBCO) ed alla definizione di efficienti tecnologie di evaporazione di ossidi e metalli su nastri metallici lunghi, per la realizzazione di substrati per i superconduttori ad alta temperatura critica.

Nel corso dell'anno, è stato sviluppato un substrato di lega Ni-W 5%at che permette di fabbricare nastri di YBCO con  $J_c \geq 1 \text{ MA/cm}^2$  a 77 K in  $B=0 \text{ T}$ . I campioni prodotti sono di dimensioni  $1 \times 3-4 \text{ cm}^2$ , realizzati in condizioni statiche. Utilizzando una lega di Ni-Cr come nastro metallico, sono state studiate strutture costituite da film di Ag depositati su film ceramici di  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{NiO}$ , al fine di valutare la loro qualità come substrati per la crescita di superconduttori; sono stati realizzati campioni di dimensione  $\sim 5 \text{ cm}$ .

Complessivamente, in questo settore sono stati conseguiti 2 brevetti, sono stati pubblicati 46 lavori e sono state presentate 21 relazioni a congressi.

## **8.2. Progetto IGNITOR**

Nel corso dell'anno, è stato completato uno studio tecnico-economico di massima sulla realizzazione dell'impianto IGNITOR, nel quale è stato fatto un primo punto su 20 anni di attività di progettazione e sviluppo. Nello studio sono riportate le stime delle risorse disponibili e delle risorse necessarie per la costruzione dell'impianto, i tempi per arrivare al suo funzionamento e l'iter di licensing. Il rapporto è stato trasmesso dall'ENEA ai Ministeri competenti per le opportune decisioni di merito.

Un altro importante evento è stato l'esame e la discussione del progetto nel seminario di Snowmass, ove la Comunità scientifica internazionale si è riunita per 2 settimane per valutare gli esperimenti possibili per realizzare plasmi igniti. Sono stati considerati solo progetti pervenuti a uno stadio significativo di sviluppo, e cioè IGNITOR, ITER e FIRE. IGNITOR è stato valutato come il progetto ingegneristicamente più maturo (sfrutta tecnologie già consolidate) per condurre nei tempi più rapidi e con costi contenuti esperienze sui plasmi igniti. E' stata confermato in un rapporto, il FESAC Report, emesso al termine del seminario, un interesse americano alla partecipazione alla costruzione e sfruttamento scientifico dell'impianto nel caso esso venisse realizzato in Italia.

Al termine di un lungo confronto per identificare il lavoro da svolgere, riportato in una dettagliata Specifica tecnica, è stato stipulato il contratto di progettazione con Ansaldo Ricerche per la revisione delle parti più importanti del nocciolo della macchina (camera da vuoto, prima parete, trasformatore centrale, schermaggi, sistema di manipolazione remotizzata e impianto criogenico). Verrà revisionato anche il Rapporto preliminare di sicurezza. In ottobre sono iniziati i primi lotti dei lavori del contratto.

E' stato completato lo studio dello scenario di riferimento a 11 MA e 13 T, ottimizzando e determinando le correnti nel trasformatore atte a produrre il flusso magnetico necessario per condurre la sperimentazione. E' stato realizzato il modello per il calcolo elettromagnetico della macchina in condizioni dinamiche e sono state valutate le forze che si sviluppano sulla camera da vuoto a seguito di disruzione del plasma. Con lo stesso modello sono state calcolate le forze elettromagnetiche, piuttosto rilevanti, sui vari elementi (tegole e portategole) della prima parete percorse, durante le disruzioni, da correnti parassite e da correnti di alone.

### ***8.3. Sviluppo e uso di acceleratori di elettroni e protoni in terapia oncologica***

E' stato completato l'assemblaggio del nuovo acceleratore innovativo di elettroni per la radioterapia intraoperativa (IORT) dei tumori; l'impianto è stato acceso per la prima volta alla fine dell'anno con esito positivo, mentre le prove di miglioramento e caratterizzazione dosimetrica saranno effettuate nella prima metà del 2003. Inoltre, sono stati eseguiti i preparativi per l'installazione dell'iniettore di protoni, che avverrà agli inizi del prossimo anno; le misure sulla prima struttura accelerante sono risultate in accordo con le previsioni.

### ***8.4. Modellistica e calcolo ad alte prestazioni***

Le attività svolte in questo settore rendono disponibili, nei settori a maggiore impatto computazionale del contesto programmatico dell'Ente, infrastrutture e servizi informatici di alto livello; le competenze e le infrastrutture disponibili, inoltre, permettono all'Ente di fornire servizi qualificati nel campo della modellistica e del calcolo ad alte prestazioni a soggetti industriali e della Pubblica Amministrazione. In particolare, vengono sviluppate architetture, componenti e tecnologie di calcolo e reti ad alte prestazioni; algoritmi, tecniche di modellistica e simulazione, sia numerica, sia qualitativa; codici di calcolo di tipo sia generale sia orientato; applicazioni di calcolo e modellistica nei settori scientifici e tecnologici di interesse dell'Ente; architetture basate su tecnologie ad agenti intelligenti per il monitoraggio e la riconfigurazione dinamica di sistemi e reti ad alta complessità; sistemi di addestramento e supporto alle decisioni basati sui concetti più innovativi di knowledge-management; applicazioni di grafica avanzata e visualizzazione scientifica; interfacce visuali avanzate a basi di dati e sistemi informativi multimediali ad elevato grado di usabilità.

**Modellistica e calcolo ad alte prestazioni applicati a scienza dei materiali, biologia, compatibilità elettromagnetica, ambiente***Scienza dei materiali*

Nell'ambito del progetto europeo TECLA, finalizzato allo sviluppo di tecnologie per un uso efficiente delle leghe del piombo sia come liquidi di raffreddamento, sia come materiali di spallazione di un sistema ADS (Accelerator Driven System), l'ENEA ha messo a punto un modello atomistico per la descrizione del sistema Pb e Pb-Bi, previsto come sistema di raffreddamento primario nella macchina. Inoltre, poiché è stato osservato sperimentalmente che l'ossigeno può limitare i danni della corrosione, è stato sviluppato un modello di interazione atomica per la descrizione della diffusione di atomi di ossigeno nel piombo liquido.

Durante il 2002, in collaborazione con l'Istituto di Chimica e Fisica dei Materiali del CNRS di Strasburgo (Francia), è stato studiato, tramite simulazioni di dinamica molecolare ab-initio, il siliciuro di selenio ( $\text{SiSe}_2$ ) nella sua fase liquida e amorfa. Il  $\text{SiSe}_2$  fa parte di una classe di materiali che sebbene nella fase amorfa siano materiali intrinsecamente "disordinati", mostrano sperimentalmente un ordine strutturale su scale nanometriche. Grazie a questa proprietà, questi materiali mostrano un'alta diffusione ionica, utilizzabile per la realizzazione di batterie e nei sensori; tuttavia, nonostante i grandi sforzi sperimentali, ancora non è stato compreso come possa instaurarsi ordine all'interno di una matrice disordinata. Per affrontare questo problema, sono state realizzate simulazioni di dinamica molecolare ab-initio, al fine di comprendere la struttura atomica del  $\text{SiSe}_2$ . La classificazione degli elementi strutturali trovati nel modello simulato ha fornito la chiave di interpretazione.

*Biologia computazionale*

Nel corso dell'anno, è stato svolto un lavoro relativo all'applicazione di modelli di analisi tipici della meccanica statistica allo studio della "struttura linguistica" di proteomi archeobatterici, batterici ed eucariotici. Il modello di analisi, basato sul calcolo delle correlazioni posizionali tra le coppie di aminoacidi, ha messo in evidenza fenomeni distintivi di proteomi di organismi termofili. Queste peculiarità, legate fondamentalmente alla rimozione delle cisteine non essenziali ed al clustering delle stesse cisteine in "motivi" ad altissima correlazione, hanno consentito di elaborare interessanti congetture sul possibile meccanismo di funzionalizzazione e/o di adattamento delle proteine attraverso la rimozione di gruppi aminoacidici specifici.

*Compatibilità elettromagnetica*

E' stato realizzato un codice parallelo per la soluzione delle equazioni di Maxwell mediante il metodo delle differenze finite nel dominio del tempo (FDTD). Il codice è stato validato sia mediante la comparazione dei risultati prodotti nel caso di simulazioni di cui fosse nota la soluzione analitica, sia tramite il confronto con i risultati prodotti da un altro codice già validato. Al fine di utilizzare il codice in ambiente di griglia computazionale, il programma parallelo sviluppato è stato testato su piattaforme di calcolo differenti (cluster di processori Alpha connessi mediante rete QsNet, cluster con processori Intel Pentium IV connessi mediante rete Fast Ethernet, sistema parallelo IBM SP3).

*Applicazioni in campo ambientale*

Nel corso del 2002 è stato completato il Progetto SUPREME (Sistema di Supporto Decisionale per la Previsione degli Eventi Catastrofici e la Prevenzione e Mitigazione degli

Effetti sui Beni Ambientali e Culturali). Il Sistema SUPREME può essere un valido supporto per le Autorità cui compete la difesa del territorio, dei beni culturali e naturali. Il sistema affronta due tipologie di evento che mettono a rischio il patrimonio monumentale e naturale: gli eventi alluvionali in area urbana ed in zone rurali ed i fenomeni di inquinamento atmosferico che possono vulnerare superfici architettoniche e materiali che fanno parte del patrimonio culturale. Il sistema risponde all'esigenza di localizzare le aree a rischio, pianificare interventi di mitigazione, prevedere i fenomeni di piena ed esondazione, conoscere i meccanismi che portano alla formazione di composti atmosferici dannosi per la salute e per i manufatti valutare gli effetti di decisioni finalizzate alla riduzione del danno, permettere l'addestramento continuo del personale tecnico.

La suite è composta di diversi strumenti per la gestione e trattamento dei dati ambientali, per la simulazione ed il calcolo, per la visualizzazione dei risultati, per l'addestramento degli utenti: i modelli idraulici ed idrologici per la previsione e la descrizione degli eventi alluvionali, un modello per descrivere l'evoluzione chimico-fisica dei gas e del particolato atmosferici, routines di visualizzazione dei dati e dei risultati delle analisi, banche dati georeferenziate contenenti le informazioni di natura socio-economica,

- sistemi esperti a supporto delle fasi di validazione dei dati, valutazione degli interventi di mitigazione dei rischi e per l'addestramento utenti. Nel corso dell'anno 2002 è proseguita la linea di ricerca finalizzata alla modellazione numerica del processo di *formazione delle acque profonde* del Mediterraneo. E' questa la denominazione che si dà al processo di convezione termica che provvede al ricambio periodico dell'acqua costituente gli strati più profondi dell'ambiente marino, attraverso l'apporto di acqua più fresca proveniente dalla superficie. Tale processo - che è determinato dal raffreddamento superficiale prodotto dai venti durante la stagione invernale - gioca un ruolo molto importante nella circolazione marina del Mediterraneo. In particolare, le correnti convettive così originate fungono da veicolo per il trasporto dell'ossigeno dalla superficie al fondo del mare, e sono essenziali per la vita dell'intero ecosistema.

Con l'ausilio del codice commerciale *Fluent*, è stata effettuata una serie di simulazioni numeriche del processo in questione, con riferimento ad alcuni casi di interesse specifico. I risultati ottenuti sono in soddisfacente accordo con quelli derivanti dalle osservazioni dirette nonché dalle prove di laboratorio riportate in letteratura.

#### *Modellistica e simulazione di sistemi a rete altamente informatizzati*

La crescente complessità, interconnessione e interdipendenza tra le infrastrutture energetiche (impianti di produzione, reti elettriche, olio e gas), dei trasporti (stradali, ferroviari, aerei), delle telecomunicazioni (terrestri e satellitari), i servizi di emergenza (civili e militari) e i servizi sanitari e finanziari, pone alla Società del terzo millennio nuovi problemi di progettazione, analisi e protezione di sistemi ad alta complessità, caratterizzati da un elevato grado di interazione. Le singole infrastrutture vanno viste globalmente nelle loro componenti: umana (organizzazione di gestione), fisica (elettrodotti, gasdotti, oleodotti, binari, autostrade,...), informatica e di comunicazione (trasmissione ed elaborazione dati e comandi per il governo della rete). L'ENEA ha prodotto significativi risultati nel campo specifico partecipando a due Progetti Europei.

Nell'ambito del Progetto SAFEGUARD - *Protecting Large Complex Critical Infrastructure* - è stato elaborato un modello di analisi di vulnerabilità per le infrastrutture della rete elettrica e della rete di telecomunicazione che ha permesso di evidenziare punti di vulnerabilità significativi ai fini della sicurezza e di elaborare requisiti progettuali per una rete di agenti software con l'obiettivo di aumentare la sicurezza delle infrastrutture. E' stato elaborato il progetto dell'architettura della rete di agenti software nonché il progetto di dettaglio dei

singoli agenti preposti all'implementazione delle seguenti funzioni: identificazione di uno stato anomalo della rete, elaborazione di una strategia di adattamento atta a favorire la continuità del servizio, informazione a livello operatore della situazione identificata per la definizione di una strategia di gestione globale.

Nell'ambito del Progetto ACIP - *Analysis and Assessment for Critical Infrastructure Protection*, l'ENEA ha contribuito alla preparazione di una roadmap di ricerca nel campo della "Protezione delle Infrastrutture Critiche Altamente Informatizzate", da usare come strumento di indirizzo e valutazione delle proposte di progetti di ricerca sia a livello nazionale che nell'ambito del Sesto Programma Quadro della UE. La Roadmap è stata rilasciata nella sua versione preliminare per la valutazione di proprietari e gestori di infrastrutture complesse altamente informatizzate e di Agenzie governative con il compito di garantire la sicurezza delle infrastrutture nazionali.

#### ***Modellistica numerica e calcolo per l'ingegneria meccanica e termo-meccanica***

E' proseguita l'attività, in corso da alcuni anni, riguardante la simulazione numerica dei processi di saldatura d'interesse per la costruzione delle casse che dovranno contenere le bobine per la creazione del campo magnetico di confinamento del plasma della macchina a fusione ITER. Il lavoro si è incentrato su una simulazione numerica originale e inedita della saldatura di tipo SAW con apporto di materiale per un modello sperimentale (Coupon C) di dimensioni notevoli (paragonabili a quelli dei pezzi costituenti le casse reali), con spessori di saldatura di 4-20 cm, utilizzando le metodologie di calcolo, più approssimate ma più veloci, messe a punto e testate facendo riferimento a modelli sperimentali di dimensioni molto più ridotte. Nei calcoli, tuttora in corso, per il comportamento meccanico del materiale si stanno utilizzando i dati forniti dai laboratori ENEA di Faenza (ottenuti dopo una campagna sperimentale eseguita ad hoc ed opportunamente testati con una serie di calcoli di confronto su un modello sperimentale più semplice).

#### ***Tecnologie e modellistica di visualizzazione grafica avanzata***

Le attività svolte nell'ambito dell'elaborazione di immagini hanno riguardato, principalmente, l'indagine diagnostica multispettrale per la valutazione dello stato di conservazione di opere d'arte. In particolare, sono state effettuate diverse campagne di acquisizione di immagini che hanno interessato due grandi tele di Gaetano Gandolfi, conservate nella Basilica di San Petronio (Bologna), una tavola di Pietro Lianori e il Crocifisso ligneo di Marco Zoppo, situati al Museo provinciale dei Frati Minori Cappuccini (Bologna). Parte del lavoro svolto è stato presentato nell'ambito della mostra "Gaetano e Ubaldo Gandolfi" che si è tenuta a Cento (Ferrara) da aprile a giugno 2002.

Nell'ambito dell'uso di tecnologie informatiche per la catalogazione, è stato realizzato un sistema che consente la consultazione in rete di basi di dati conformi agli standard definiti dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.

#### ***Sviluppo sistemi di addestramento e supporto alle decisioni***

Nell'arco del 2002, sono state selezionate e sperimentate in vari progetti una serie di metodologie di stima, basate su tecnologie di intelligenza artificiale, utilizzabili nello sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni rivolti all'operatore o al gestore di impianto.

Queste metodologie si possono dividere in due categorie principali: metodi di pianificazione e ottimizzazione e metodi di riconoscimento, classificazione e diagnosi.

Alla prima categoria (pianificazione ed ottimizzazione), appartengono le metodologie evolutive, basate su *algoritmi genetici* e di apprendimento automatico su contesti vincolati.



Questi metodi sono stati applicati nel progetto *Dfe (Design for Environment)*, al fine di fornire uno strumento di ottimizzazione dell'impiego delle opzioni tecniche disponibili per il gestore di impianti manifatturieri di produzione del legno e del vetro, con l'obiettivo finale di migliorare l'impatto ambientale e ridurre i costi.

Alla seconda categoria (riconoscimento e diagnosi), appartengono le metodologie di *Case Base Reasoning, Data mining e Neural Networks*, che agiscono principalmente sulle variabili ed i dati di impianto, al fine di catturarne i comportamenti anomali. Questi metodi sono stati utilizzati nel 2002 principalmente all'interno del progetto *SAFEGUARD (Sistema di sicurezza e salvaguardia di infrastrutture critiche di tipo information intensive)* finanziato nell'ambito del V programma quadro dell'Unione Europea.

Attraverso l'impiego di questi metodi si persegue l'obiettivo di dotare il sistema di un insieme di *sensori intelligenti* in grado di catturare la conoscenza del comportamento normale dei sistemi di controllo delle infrastrutture ed essere così in grado di evidenziare eventuali comportamenti anomali. Tali allarmi vengono poi gestiti dal sistema SAFEGUARD, composto da una popolazione di agenti software con ruoli diversificati, dotati di capacità di diagnostica, correlazione, pianificazione e rescheduling.

#### *Elaboratori e strumenti di calcolo e grafica HW/SW*

L'evoluzione delle tecnologie informatiche ha condotto, in ENEA come nella maggior parte delle realtà organizzative, alla sostituzione quasi generale dei calcolatori mainframe, ad uso condiviso, con stazioni di lavoro individuali, di potenza variabile e configurazioni adeguate a risolvere i problemi applicativi specifici dei singoli utenti.

L'evoluzione delle tecnologie di rete ad alte prestazioni ha reso possibile, attraverso l'utilizzo di specifici sistemi software (AFS, LSF, Metaframe), l'integrazione in un unico sistema "virtuale" delle risorse informatiche distribuite, avvicinandosi a quello che oggi viene definito "GRID Computing"; attualmente, il sistema ENEA globalmente conta oltre 300 CPU con architetture e sistemi operativi eterogenei.

Nello stesso periodo, infine, è stato curato l'aggiornamenti software dei sistemi operativi (IBM-AIX, Cray-Unicos, SGI-IRIX, Linux-Intel, LinuxApha, SUN-Solaris) e sono stati aggiornati tutti i software scientifici (Fluent, Abaqus, Matlab, ANSYS, MCNP, IDL, AVS, Software di Grafica Immersiva 3D...etc.) utilizzati in modalità condivisa. Questa gestione condivisa e centralizzata delle licenze ha comportato una significativa riduzione dei costi a livello Ente.

## 9. A.4 NUOVE TECNOLOGIE PER LA COMPETITIVITÀ

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2002, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

### 9.1. *Il potenziamento delle strutture tecnico-scientifiche nel Mezzogiorno*

Il miglioramento dell'offerta tecnologica ed il consolidamento delle relative infrastrutture nelle regioni del mezzogiorno d'Italia (Regioni obiettivo 1) costituisce uno dei più importanti obiettivi strategici dell'ENEA. Gli interventi svolti in coerenza con tale obiettivo strategico sono articolati su vari progetti, finanziati nell'ambito di Intese o Convenzioni con il MIUR (Intesa ENEA-MIUR, ex MISM e Progetto CAMPEC)

#### **Impianti innovativi per il ciclo dei rifiuti**

E' stata completata e collaudata (fatto salvo l'impianto IRIS il cui collaudo è programmato per il 2003) la struttura per la sperimentazione di processi innovativi nel trattamento di diverse tipologie di rifiuti (civili, industriali, speciali e pericolosi); la struttura è costituita da laboratori di ricerca, impianti pilota per la messa a punto dei processi su scala laboratorio, impianti mobili di taglia industriale.

Sono installati presso il Centro di Trisaia i seguenti impianti:

- Impianto FOCUS: impianto mobile di termodistruzione a tamburo rotante per il trattamento di rifiuti solidi urbani, speciali e pericolosi e per la bonifica di suoli inquinati, con una potenzialità di trattamento di rifiuti solidi urbani di 70 ton/giorno.
- Impianto DEDALO: impianto mobile per il trattamento di percolati di discarica di rifiuti solidi urbani con una potenzialità di trattamento di 70 mc/giorno.
- Impianto ICAM: impianto mobile per il trattamento di amianto per inertizzazione in matrice cementizia con una potenzialità di trattamento di 10 mc/giorno.
- Impianto IRIS: impianto mobile per la sterilizzazione di rifiuti ospedalieri e reflui infetti con fascio elettronico da 5 MeV.

Gli impianti mobili sono stati progettati e dimensionati con il massimo grado di aggregazioni ed in modo da essere installati direttamente su semirimorchi gommati o *container*, normalizzati ed idonei al trasporto su strada, aventi dimensioni atte a consentire una libera circolazione stradale.

Gli impianti mobili si caratterizzano per:

- ❖ adattabilità a diverse tipologie, conformazioni e caratteristiche del terreno;
- ❖ minimizzazione dell'ingegneria e dei materiali connessi al trasferimento da un sito all'altro ed alla messa in esercizio in un nuovo sito;
- ❖ minimizzazione dei tempi di smontaggio e di rimontaggio.

Le attività progettuali realizzate hanno permesso lo sviluppo di competenze e conoscenze facilmente trasferibili a soggetti industriali privati, Amministrazioni locali, Enti pubblici e privati di ricerca. Sono, infatti, già pervenute all'Ente, per via formale e informale da parte di diversi soggetti esterni, manifestazioni d'interesse e proposte di collaborazione per l'utilizzo e lo sfruttamento delle strutture realizzate.

Sono in corso verifiche per la predisposizione di strumenti idonei per il coinvolgimento di partners privati e/o pubblici nell'ambito di programmi congiunti di sperimentazione in esercizio degli impianti disponibili.

### **Impianti per la metrologia**

Nel Centro di Trisaia è stata completata la realizzazione del Centro Integrato di Metrologia, struttura comprendente laboratori e strumentazione altamente sofisticati.

Il centro è costituito dal Laboratorio Metrologico, per la taratura di strumenti per temperatura, lunghezza e misure elettriche, dal Laboratorio Controllo Qualità, per la conduzione di prove non distruttive e prove di simulazione, dal Laboratorio radiazioni ionizzanti nonché da una stazione per l'addestramento di personale sulle tematiche dell'automazione industriale.

Nel corso del 2002, è stato ottenuto l'accreditamento per il Laboratorio Metrologico di Misure Elettriche ed il Laboratorio Metrologico di Temperatura da parte, rispettivamente, dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale "G. Ferraris" e dell'Istituto Metrologico Primario "G. Colonnetti".

### **Stazione laser per le PMI**

E' stata completata ed è operativa nel Centro di Trisaia, una stazione laser per il trasferimento della tecnologia laser e del relativo know-how alle PMI, tramite azioni dimostrative e realizzazioni prototipiche.

L'infrastruttura comprende in particolare:

- stazioni laser con sorgenti laser a CO<sub>2</sub> da 6 kW, 1,8 kW e 10 kW;
- sistema flessibile con robot antropomorfo a più assi per lavorazioni laser tridimensionali associato alla sorgente CO<sub>2</sub> da 6 kW;
- sistema a portale con 4 assi controllati con sorgente Nd-Yag da 2 kW con trasporto del fascio in fibra ottica;
- laboratorio metallografico.

Il corredo di stazioni di lavoro e sorgenti laser permette di coprire un ampio range nelle applicazioni di potenza. La sorgente da 2 kW per le particolari caratteristiche del fascio permette di eseguire il taglio, che è ormai una tecnologia consolidata, sia su materiali metallici che non metallici, come i ceramici sino a spessori dell'ordine dei 10-15 mm.

Le sorgenti da 6 kW e 10 kW si prestano meglio a saldature di grosso spessore, fino a 10-12 mm su acciaio, con e senza materiale d'apporto. Inoltre, il laboratorio è attrezzato con un sistema di adduzione delle polveri per la realizzazione di riporti superficiali.

La saldatura ed il trattamento superficiale sono lavorazioni che presentano una grande possibilità di sviluppo di nuove applicazioni per tipo di materiale ed ottimizzazione dei prodotti.

La realizzazione di una struttura integrata di competenze professionali, impianti tecnologici ed attrezzature per lo studio e la messa a punto di applicazione di laser di potenza nel campo industriale è particolarmente significativa nella realtà delle Regioni meridionali. Infatti, sebbene le tecnologie laser abbiano già conosciuto una notevole diffusione in importanti realtà produttive del nord Italia (in particolare, nel settore del taglio e della marcatura), nel meridione si registra un preoccupante ritardo nella penetrazione di processi di produzione e lavorazione innovativi, sia per ragioni economiche che per resistenze "culturali".

La disponibilità di una sede per la sperimentazione e dimostrazione delle potenzialità della tecnologia contribuisce alla diffusione di tecniche laser, favorendo l'introduzione di processi produttivi innovativi.

La stazione dimostrativa realizzata presso il Centro di Trisaia consente alle PMI di avere accesso, con il supporto del finanziamento pubblico, non solo alle tecnologie più avanzate, ma anche ai servizi qualificati di assistenza, formazione, verifica di fattibilità tecnico-economica; tutti servizi indispensabili per sostenere il reale decollo della piccola impresa meridionale in questo settore.

### **Impianti per il recupero materiali**

Una stazione impiantistica denominata "Terre Rare" – ubicata nel Centro di Trisaia – è stata completata e collaudata.

La stazione è in grado di isolare e purificare i più disparati tipi di metalli presenti in qualsiasi matrice esaminata (scarti, reflui, minerali), mediante l'uso di tecniche separative quali l'estrazione con solvente e la cromatografia a scambio ionico; l'impianto (dotato di due batterie da 100 stadi mixer-settlers ciascuna) ed i laboratori di ricerca associati consentono il recupero di alcuni metalli pregiati, utili nella realizzazione di materiali ad alta tecnologia.

L'ENEA, con la realizzazione di questa struttura, mira non solo ad un travaso di "know-how" al comparto industriale italiano, ma, principalmente, alla creazione di un punto di riferimento in un settore d'interesse strategico, del tutto assente nel panorama nazionale.

Attualmente, in Italia non esiste un'industria produttrice di terre rare; esiste, però, un'industria di trasformazione a contenuto tecnologico medio-alto, che fa un vasto impiego di prodotti come le terre rare. Esistono, inoltre, tutta una serie di scarti e reflui industriali contenenti terre rare ed altri metalli non ferrosi a medio ed alto impatto ambientale, che necessitano di una tecnologia sicura per il loro trattamento finalizzato al recupero e/o allo smaltimento.

L'infrastruttura realizzata si configura, pertanto, come funzionale allo sviluppo di un'industria nazionale per il recupero e/o produzione di metalli in un settore - quello idrometallurgico - oggi largamente carente.

Nell'ambito del rinnovo del programma di collaborazione scientifica e tecnologica tra Italia e Cina, il Progetto Terre Rare è stato selezionato dal Ministero degli Affari Esteri fra i progetti congiunti di ricerca scientifica e tecnologica da sostenere per il periodo 2002-2006.

Tale collaborazione ha lo scopo sia di sviluppare congiuntamente miglioramenti ai processi produttivi oggi utilizzati per l'ottenimento delle terre rare, sia di creare una partnership economica per un contatto diretto tra la Cina e l'industria italiana.

### **Infrastrutture per la ricerca: modellistica costiera**

E' in via di completamento presso il CR di Portici il "Centro permanente di studi, simulazioni e prove sulla dinamica costiera" che, tramite l'utilizzo di modellazione matematica e fisica, è in grado di interpretare e prevedere la dinamica della linea di costa, anche in relazione ad eventuali interventi che sulla stessa vanno ad insistere, cercando una relazione continua fra causa ed effetto, ovvero fra fenomeni fisici ed antropici, sia che avvengano in mare che sul continente nell'ambito dei bacini idrografici.

Il Centro sarà completamente realizzato (luglio 2003) con l'acquisizione in corso del sistema informativo di supporto alla modellazione matematica (SIGEAC), che permetterà lo sviluppo di modelli matematici e fisici in grado di stabilire relazioni causa-effetto fra fenomeni fisici ed antropici che influenzano l'evoluzione di larghi settori costieri.

Nell'ambito di una collaborazione attivata con l'Università di Napoli "Federico II", è stata ristrutturata la vasca sperimentale che, unitamente al canale d'onda 2D, consentirà di verificare le relazioni esistenti fra modellistica matematica e modellistica fisica in vasca; è in corso l'acquisizione di attrezzature ed impianti speciali per il completamento della dotazione strumentale prevista.

Il Centro permanente di studi potrà risultare un utile strumento di supporto alle decisioni degli amministratori pubblici (Regioni, Province, Autorità di Bacino).

### **Infrastrutture per la ricerca: cambiamenti climatici**

E' stato completato l'Osservatorio climatico ENEA presso l'isola di Lampedusa per lo sviluppo di strumenti innovativi e per lo studio e la comprensione del bilancio energetico del bacino mediterraneo.

L'Osservatorio Climatico "Roberto Sarao" ha lo scopo di fornire un valido contributo alla comunità scientifica e agli organismi nazionali ed internazionali per prevedere gli effetti dei processi chimici e fisici in atto nell'atmosfera, e per delineare le strategie opportune per intervenire sulla cause che contribuiscono alla variazione del clima.

La stazione scientifica è dotata di un radar ottico *Lidar Raman*, di uno spettrometro e di uno spettrofotometro nonché di un sistema di lancio di strumenti su palloni-sonda.

L'Osservatorio Climatico assicura la disponibilità, in una posizione strategica sul territorio nazionale, di una Stazione attrezzata con strumentazione innovativa e con capacità di effettuare misurazioni da terra e da pallone.

Le misure di Lampedusa forniranno un contributo fondamentale alla comprensione dei processi radiativi; permetteranno lo studio del bilancio idrologico e del ciclo del carbonio nel Mediterraneo, e costituiranno anche un utile strumento di conoscenza per la pianificazione di interventi sui problemi legati alla gestione ambientalmente sostenibile del territorio.

La stazione di Lampedusa è attualmente inserita, quale stazione rappresentativa del Mediterraneo nella rete mondiale del GAW (*Global Atmospheric Watch*) per il monitoraggio dell'anidride carbonica atmosferica. I dati rilevati dall'ENEA vengono inviati regolarmente alla *World Data Center for Greenhouse Gases* (Giappone) ed al *World Data Center of Carbon Dioxide Information Analysis Center* (Oak Ridge, USA).

E' attiva una collaborazione con la NOAA (USA) finalizzata allo studio degli aerosol troposferici ed è in via di attivazione una collaborazione con la NASA per la validazione delle osservazioni da satellite di aerosol ed irradianza UV.

### **9.2. Materiali funzionali e loro tecnologie di integrazione**

Nel corso del 2002, le attività sono state concentrate su tre principali settori:

- innovazione su dispositivi sensori;
- estensione delle attività di sviluppo e integrazione dei materiali funzionali verso i dispositivi elettronici e microelettronici;
- esplorazione di nuovi materiali funzionali.

Nell'ambito della prima linea di attività, vanno menzionati i nuovi risultati acquisiti nella realizzazione di sensori ad onda acustica superficiale (SAW) sensibilizzati con nanotubi di carbonio. E' stato dimostrato sperimentalmente come tale tipo di materiale impartisca un'elevata sensibilità a sensori SAW, in particolare per analiti chimici convenzionali. Le peculiari caratteristiche dei nanotubi di carbonio, inoltre, consentono di modulare la sensibilità dei sensori per particolari analiti attraverso procedure di sensibilizzazione relativamente semplici. Questo fenomeno, legato alla interazione fra i gas da analizzare e la nanostruttura del materiale carbonioso, permette di variare la sensibilità relativa fra differenti analiti, aprendo la strada alla possibilità di adattare a specifiche esigenze operative sensori strutturalmente identici.

Nell'ambito della seconda linea, sono state consolidate ed ampliate le competenze e le attrezzature esistenti; i risultati più rilevanti comprendono:

- la messa a punto di una tecnologia completa di realizzazione di dispositivi a film sottile su vetro. Tale tecnologia è di utilizzo trasversale: è stata utilizzata nel corso del 2002 per realizzare un dispositivo di pilotaggio di schermi piatti emissivi su vetro, e sarà utilizzata negli anni seguenti per realizzare matrici di sensori per la identificazione di DNA e proteine mediante la tecnica della marcatura con sostanze fluorescenti. Sono inoltre iniziate le prove di adattamento della stessa tecnologia ai substrati plastici: a tale scopo, sono già stati avviati contatti e prove preliminari con alcune industrie di riferimento del settore (Ferrania SpA, che produce films polimerici trasparenti ad alte prestazioni e Incard SpA, che produce Smart Cards tradizionali), per analizzare dispositivi elettronici da realizzare direttamente su plastica. Riguardo ai "sensori su plastica", è stato identificato il progetto di massima di un rivelatore di onde elettromagnetiche da realizzare su badge.
- il deposito di un brevetto, relativo alla sensibilizzazione del silicio poroso con strati di attecchimento superficiale per il DNA-campione, che altera la fotoluminescenza naturale nel caso di attecchimento del DNA-complementare, e lo identifica come materiale sensibile per gli specifici sensori di materiale biologico.
- il deposito di un brevetto, relativo all'inglobamento di particelle di silicio poroso all'interno di pellicole polimeriche utilizzate per l'imballaggio alimentare. Tale pellicola consente il transito e la rivelazione dei vapori provenienti dagli alimenti che contiene, e può configurarsi pertanto come una "pellicola intelligente".
- l'assestamento dei laboratori tecnologici per la microelettronica ed i sensori, con il raggiungimento della piena funzionalità operativa delle camere pulite realizzate presso il Centro ENEA di Portici. Le camere si estendono su una superficie di 300 m<sup>2</sup>, completamente attrezzata, e si svilupperanno fino a 400 m<sup>2</sup> nel 2003, per costituire la più significativa aggregazione di attrezzature specialistiche di questo tipo nell'ambito degli organismi di ricerca pubblici del meridione.
- attività di formazione per personale laureato, conferito da STMicroelectronics (6 unità) e dal Progetto CAMPEC (2 unità) per ricerche su materiali polimerici da utilizzarsi in dispositivi microelettronici a base di materiali organici e nei sensori.

Il ruolo di punta dell'ENEA in questo settore ha ricevuto un significativo riconoscimento con il conferimento all'Ente di incarichi di coordinamento nel Centro Regionale di Competenza "Nuove Tecnologie per le Attività Produttive" istituito dalla Regione Campania.

Infine, fra i risultati ottenuti nell'ambito della terza linea, vanno menzionati:

- l'investigazione di nuovi materiali polimerici conduttori (polianilina) e polimerici compositi (polimetilmetacrilato + carbonio), sensibili all'umidità ed ai vapori di solventi, da considerarsi come nuovi materiali per i sensori di gas.
- la simulazione, con codici di calcolo, di "metamateriali" da utilizzarsi nell'indirizzamento, cattura e schermatura di onde elettromagnetiche. Tali materiali, costituiti dall'alternanza periodica di due materiali convenzionali, dotati di differenti proprietà elettriche e magnetiche e realizzabili con le attrezzature tecnologiche sopra descritte, potrebbero avere forte impatto nel campo delle telecomunicazioni e della alimentazione remota, senza fili, di dispositivi sensori.

### **9.3. Qualificazione di materiali, componenti e metodologie di misura**

Le attività hanno riguardato la qualificazione di nuovi materiali, di materiali tradizionali innovati e dispositivi per applicazioni strutturali.

Sono state effettuate analisi e prove sperimentali per la dimostrazione dell'applicabilità di tecnologie e metodologie innovative in casi concreti di consolidamento ed adeguamento delle strutture; inoltre, sono stati progettati e messi a punto laboratori per la diagnostica, la caratterizzazione e la misura dei parametri che regolano e caratterizzano le applicazioni.

Risultati di particolare rilevanza sono stati acquisiti nella salvaguardia dell'ambiente costruito, con attività che vanno dalla messa a punto di metodologie integrate di analisi diagnostiche dello stato di fatto strutturale di edifici, viadotti, edilizia storico monumentale, ecc., alla sperimentazione di tecnologie innovative basate sull'applicazione di nuovi materiali e dispositivi di nuova concezione.

Le competenze e la strumentazione dell'ENEA in questo settore consentono interventi su strutture, civili e meccaniche, sia su scala di laboratorio, sia su scala reale in campo, e la fornitura di qualificate attività di servizio ai settori produttivi e alle amministrazioni pubbliche. E' da segnalare, a titolo emblematico, la campagna di diagnostica effettuata a seguito dell'ultima emergenza sismica in Molise. Tale intervento, effettuato in piena emergenza e sotto il coordinamento della Protezione civile, ha visto le competenze dell'ENEA partecipare, con riconosciuta efficacia e anche con unità sperimentali mobili, alle azioni di messa in sicurezza dell'ambiente costruito in alcuni dei Comuni maggiormente colpiti dal sisma.

Nel seguito, si riportano alcuni significativi ulteriori risultati conseguiti nell'anno di riferimento.

- E' stata verificata sperimentalmente, mediante tavole vibranti, l'efficacia di diverse tipologie di sistemi di protezione sismica per edifici non sismoresistenti, progettati cioè solo per carichi verticali. A tale scopo, sono stati progettati e realizzati due modelli identici di edifici in scala 1:4, che riproducono strutture in c.a. di tre piani, complete di elementi non strutturali di tamponamento; mediante questi modelli, sono stati provati tre diversi metodi di isolamento, tutti basati su appoggi di scorrimento e dispositivi di richiamo o dissipativi:

- dispositivi in gomma ed acciaio
- dispositivi utilizzando leghe a memoria di forma in NiTi
- controventi dissipativi e ricentrati basati ancora su gomma, acciaio e leghe a memoria di forma

Al termine delle prove, è stata dimostrata l'efficacia degli isolatori: la struttura, infatti, ha superato senza danni intensità sismiche fino a 4 volte superiori a quelle del terremoto umbro marchigiano del 1997.

- Nel campo della diagnostica e controlli non distruttivi, è stato completato, collaudato ed autorizzato, nel centro della Trisaia, un bunker destinato ad uso radiografico da 50 a 420 kV e 10 mA, facente parte di un laboratorio per prove comparative con esami ad ultrasuoni e RX, completo di manipolatori a soffitto per la testa radiogena.

- E' stato realizzato un programma per il controllo automatico e remoto della tavola rotante e del braccio di antenna della camera semi-anechoica Vecuvia e per l'acquisizione automatica dei dati finalizzati alla misura sperimentale del diagramma di radiazione di un'antenna. Il programma è stato applicato alla misura del diagramma di radiazione di due antenne per telefonia mobile (GSM e UMTS), nell'ambito di un accordo di collaborazione ENEA - Dipartimento di Ingegneria Elettronica dell'Università di Roma "La Sapienza".

#### **9.4. *Metodi e processi di sintesi e caratterizzazione di materiali nanofasici e nanostrutturati.***

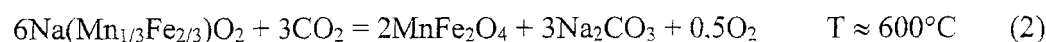
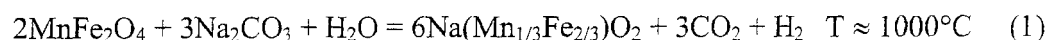
Le attività svolte in questo settore sono state finalizzate a dimostrare le potenzialità applicative di questi materiali in differenti settori tecnologici.

##### **Ferriti nanostrutturate per la generazione di idrogeno**

La dissociazione dell'acqua utilizzando energia solare ad alta concentrazione rappresenta una delle tecniche più promettenti per una produzione completamente ecocompatibile dell'idrogeno.

La termolisi diretta dell'acqua, tuttavia, richiede temperature troppo elevate per un suo utilizzo diretto in processi tecnologici: la dissociazione spontanea, infatti, a pressione atmosferica, avviene solo sopra i 4100°C. Per abbassare tale temperatura di scissione, è in corso una intensa attività di ricerca e sviluppo relativa alla sperimentazione di diversi sistemi multi-stadio.

Di recente, è stato proposto un ciclo a due stadi separati che utilizza ferrite di manganese miscelata a carbonato di sodio. Nel primo stadio del processo, che avviene ad una temperatura massima di 1000°C, viene prodotto idrogeno ossidando la ferrite di manganese secondo la reazione (1). Successivamente, si ripristinano le specie originali nel secondo stadio a temperatura di circa 600°C, secondo la reazione (2).



Le potenzialità di tale ciclo, che utilizza materiali di limitato impatto ambientale, sono al momento attuale limitate da alcuni problemi sperimentali, fra i quali il principale è legato alla fusione a 850°C del carbonato di sodio, che ingloba la ferrite inibendo drasticamente la reazione con l'acqua. Le attività svolte dall'ENEA sono state mirate ad affrontare questo particolare problema, studiando e sperimentando processi di trattamento e di sintesi in grado di fornire ferriti dotate di una reattività chimica particolarmente elevata, in grado di consentire una riduzione della temperatura della reazione (1). In tal modo, tutto il processo diviene



realizzabile a temperature inferiori a 800°C, con il doppio vantaggio di risolvere il problema descritto precedentemente e di richiedere condizioni di concentrazione solare meno stringenti per l'utilizzo del ciclo.

A tal fine, è stato scelto di sintetizzare ferriti nanostrutturate, in modo da sfruttare a fini tecnologici la elevata reattività chimica che si osserva spesso in questo tipo di microstrutture. La sintesi diretta mediante processi di meccanochimica, cioè mediante reazioni chimiche a stato solido attivate meccanicamente, con un processo ENEA attualmente in corso di brevettazione, ha fornito ferriti di manganese in grado di produrre idrogeno con cinetiche e rese di reazione particolarmente elevate. In particolare, alla temperatura di 750°C, che consente una completa ciclabilità dei materiali secondo le due reazioni sopra descritte, senza perdita di efficienza, tali materiali presentano una reattività iniziale cinque volte superiore ai materiali ottenuti per vie tradizionali e alla stessa temperatura.

### **Sintesi di nanotubi di carbonio in ambienti non convenzionali**

I nanotubi di carbonio rappresentano una delle più moderne classi di materiali con potenzialità di utilizzo tecnologico in uno spettro estremamente ampio di applicazioni, che vanno dalla microelettronica alla funzionalizzazione di materiali polimerici ed all'utilizzo come fibre di rinforzo. Al momento attuale, il reale utilizzo tecnologico di questi materiali è limitato dal costo di produzione, legato al costo delle apparecchiature necessarie, dalla bassa resa dei processi e dalla purezza del materiale, dovuta alla difficoltà di separare il materiale dai prodotti spuri di reazione e alla difficoltà di manipolare e organizzare strutturalmente il materiale.

Le attività sperimentali condotte dall'ENEA affrontano sia le problematiche inerenti alla sintesi dei materiali, sia quelle inerenti alla manipolazione di nanotubi.

Una prima attività ha consentito di verificare sperimentalmente la possibilità di sintetizzare questo tipo di materiali mediante un processo di scarica ad arco in ambiente liquido, evitando l'uso di costose apparecchiature per la camera di reazione e consentendo un libero accesso al sistema (ad esempio, per la sostituzione degli elettrodi, in vista di processi di produzione continui). La sintesi mediante scarica ad arco effettuata in acqua deionizzata richiede una apparecchiatura estremamente semplificata e permette di ottenere nanotubi a parete multipla di elevata qualità, con caratteristiche migliorate soprattutto per quanto riguarda le potenzialità applicative. Infatti, le condizioni di reazione influenzano anche la qualità del materiale spurio, che in queste condizioni sperimentali è costituito essenzialmente da carbonio amorfo; quest'ultimo presenta caratteristiche di ossidazione selettiva particolarmente favorevoli per un completo processo di purificazione dei nanotubi in vista di un loro utilizzo applicativo.

In sintesi, il processo realizzato consente la produzione di elevate quantità di nanotubi di carbonio di buona qualità, facilmente purificabili mediante una apparecchiatura di basso costo, potenzialmente scalabile a produzioni di massa.

Una seconda linea di attività è stata finalizzata alla produzione di nanotubi di carbonio strutturalmente organizzati mediante la tecnica di CVD attivata da filamento caldo.

Il processo di sintesi, basato sulla reazione in fase vapore di gas precursori su superfici opportunamente catalizzate dalla presenza di piccole particelle (cluster) di metalli di transizione, è stato controllato e ottimizzato sino al raggiungimento dei seguenti risultati:

- la produzione di quantità elevate di nanotubi di carbonio, ad alta densità, non aggrovigliati, privi di particolato residuo, con pareti lisce e prive di difetti. Queste

caratteristiche sono essenziali per la realizzazione di materiali compositi high-tech e di materiali di supporto per elettrocatalizzatori per celle a combustibile a elettrolita polimerico.

- la produzione di nanotubi di carbonio di diametro variabile, da 3-5 nanometri sino a 30 nanometri, in funzione della distribuzione di dimensioni dei cluster metallici sulla superficie del substrato. Il controllo di queste caratteristiche permette di indirizzare l'attività verso la realizzazione di strati di nanotubi ordinati e orientati per la realizzazione di dispositivi elettronici.

### **Materiali leggeri per lo stoccaggio di idrogeno**

Lo stoccaggio di idrogeno in materiali solidi, sotto forma di idruri metallici in grado di fornire il gas con processi reversibili, appare uno dei punti chiave per l'utilizzo di tale combustibile, soprattutto nell'autotrazione.

I limiti tecnologici attuali sono sostanzialmente legati al peso eccessivo degli idruri metallici che presentano caratteristiche termodinamiche adatte per questo utilizzo, per cui si assiste ad un notevole sforzo di ricerca per rendere compatibili le caratteristiche di leghe leggere, essenzialmente a base di magnesio, con tali applicazioni.

Il magnesio, pur a fronte di una notevole capacità di stoccaggio teorica, soffre di diverse limitazioni per tale tipo di utilizzo, limitazioni che spaziano dalle limitate cinetiche di rilascio fino alle temperature di utilizzo. Come conseguenza, il materiale risulta difficilmente idrurabile e non in grado di consentire un totale sfruttamento tecnologico delle potenzialità legate agli equilibri chimici.

I risultati ottenuti dall'ENEA hanno consentito di validare sperimentalmente le caratteristiche di materiali a struttura nanofasica controllata per ovviare ai problemi legati alla cinetica di idrurazione e deidrurazione. Le metodologie utilizzate sono basate sulla elevata deformazione plastica impartibile, in opportune condizioni sperimentali, mediante le metodologie di ball milling. L'aggiunta di opportuni elementi in grado di catalizzare la reazione, utilizzando la medesima metodologia in un unico passaggio sperimentale, ha consentito di ottenere materiali con notevoli prestazioni cinetiche; i materiali sono realizzati attraverso protocolli standardizzati, in grado di tenere conto dei molteplici aspetti chimico-fisici che ne influenzano il comportamento durante il processo di accumulo reversibile. In particolare, l'aggiunta di elementi catalizzanti, quali metalli di transizioni come il Fe e grafite cristallina, e la definizione dei parametri di processo hanno fornito materiali nanocompositi a base di magnesio che non presentano limiti per quanto riguarda la capacità di inglobare idrogeno fino al limite stechiometrico.

### **Processi e tecnologie di sintesi, trattamento e rivestimento di materiali e componenti**

Le competenze e le tecnologie disponibili in questo settore rappresentano uno dei punti di forza dell'ENEA in ambito nazionale: sono infatti operativi laboratori che permettono l'utilizzo integrato della quasi totalità delle tecnologie idonee alla progettazione e realizzazione di superfici ed interfacce (fasci di elettroni, ioni, luce laser, deposizioni da fase chimica e fisica, plasmi, sol gel, etc.).

Nel seguito, sono riportati alcuni dei risultati più significativi acquisiti nel corso dell'anno.

#### *Sintesi di diamante mediante CVD*

La sintesi di diamante artificiale, mediante tecniche di deposizione da fase vapore (CVD) a basse pressioni, ha dato un nuovo impulso all'interesse scientifico e tecnologico sulle

potenzialità applicative di questo materiale, caratterizzato dall'inusuale combinazione di eccezionali proprietà termo-meccaniche, ottiche, elettriche ed elettroniche, di inerzia chimica, di resistenza alle radiazioni. Alcune applicazioni hanno già raggiunto una larga diffusione sul mercato; questo è il caso degli utensili da taglio, i dissipatori di calore per dispositivi ottici ed elettronici, finestre trasparenti dall'ultravioletto al lontano infrarosso, finestre per raggi X di strumentazioni analitiche, maschere per litografia.

Le applicazioni più innovative sulle quali è concentrato al momento l'interesse scientifico e tecnologico dell'ENEA sono i dispositivi attivi per la microelettronica, i rivelatori di radiazione e particelle, i catodi freddi per PDP (Plasma Display Panel), gli elettrodi sensori per applicazioni biomediche in vivo e in vitro, i sensori per studi ambientali a lungo termine o in ambienti altamente radioattivi, i materiali compositi ad elevate prestazioni.

Presso i laboratori dell'ENEA è stato realizzato un reattore dedicato alla crescita di film di diamante, basato sulla deposizione chimica da fase vapore attivata da filamento caldo (Hot-Filament-Chemical-Vapor-Deposition); l'impianto è stato realizzato interamente da ENEA.

Peculiarità di questo impianto sono le dimensioni della camera (50 litri), l'elevato numero di filamenti (sino a 12), la disposizione verticale dei filamenti, l'elevata potenza elettrica applicabile (fino a 5 kW), l'ampia zona di reazione e di deposizione, che ne fanno un prototipo scalabile.

Le caratteristiche del reattore sono tali da permettere la deposizione di diamante non soltanto su provini piani, ma anche su oggetti di forma diversa. Un risultato particolarmente significativo conseguito nel corso del 2002 è la ricopertura uniforme di fasci di fibre di carbonio commerciali. Il rivestimento con diamante permette di conferire alle fibre composite valori di modulo di elasticità superiori a 900 Gpa: questa proprietà consentirebbe la fabbricazione di materiali compositi a matrice polimerica ad elevatissima rigidità specifica, per applicazioni nel campo aerospaziale. La realizzazione del rivestimento costituisce di per sé un risultato significativo, in quanto è stato messo a punto un trattamento particolare della superficie delle fibre al fine di favorire la nucleazione e crescita di diamante su materiali di tipo grafittico, usualmente non adatti allo scopo.

#### *Saldatura laser*

Nell'ambito delle attività di ricerca e sviluppo sulle tecnologie di saldatura laser, presso il "Laboratorio laser" della Trisaia, all'inizio del 2002 sono state completate, in collaborazione con il Consorzio CALEF le attività tecnico scientifiche previste dal Progetto PALES (Progettazione e realizzazione di pannelli leggeri per applicazioni navali e ferroviarie).

Il progetto ha consentito il raggiungimento di risultati significativi in termini di trasferimento tecnologico in settori di grande rilevanza ed in forte sviluppo, quali quelli del trasporto marittimo e ferroviario. Infatti, è stato possibile dimostrare la fattibilità della realizzazione di componenti strutturali mediante l'impiego di tecniche/metodologie di saldatura innovative.

In particolare, nell'ambito del settore navale, sono stati progettati e realizzati, in scala reale, pannelli per elementi modulari costituenti la struttura del pianale di carico di auto e mezzi pesanti all'interno di traghetti veloci. Le soluzioni costruttive individuate, in termini di sicurezza, affidabilità e rispetto delle norme vigenti in materia, di riduzione di costi e peso globale della struttura, hanno comportato la decisione da parte della Rodriguez Cantieri Navali di mettere in produzione i suddetti pannelli per la costruzione dei traghetti veloci di nuova generazione.

Per quanto riguarda il settore delle applicazioni ferroviarie, sono stati realizzati i pannelli strutturali per la realizzazione della prima carrozza ferroviaria costruita in Europa, utilizzando saldature con tecnologie laser. Anche in questo, caso le soluzioni costruttive individuate in termini di sicurezza, affidabilità e riduzione di pesi e costi si sono dimostrate più che competitive rispetto allo standard attuale.

*Impiantazione ionica*

Nell'ambito delle attività per l'applicazione industriale nel campo della meccanica dei trattamenti superficiali mediante impiantazione ionica, l'ENEA ha conseguito alcuni significativi risultati, che hanno evidenziato non soltanto un miglioramento tecnico, in termini di qualità del trattamento eseguito, ma anche un beneficio economico, qualora tale tecnologia fosse impiegata a livello industriale.

Sono state sperimentate alcune applicazioni reali, tra cui il trattamento degli utensili utilizzati nel settore delle trasmissioni meccaniche. La qualità dei risultati è stata verificata attraverso prove eseguite direttamente in fabbrica, in collaborazione con alcune PMI salentine, misurando la durata di vita in esercizio di componenti meccanici sottoposti ad impianto ionico. I risultati degli esperimenti, condotti specialmente su oggetti di costo elevato, hanno mostrato che, dopo l'impianto ionico, anche gli utensili già rivestiti da strati duri antiusura presentano i seguenti vantaggi:

- aumento della vita media di un fattore due, con conseguente minor costo per il rinnovo del parco utensili;
- aumento della produttività dovuto al minore tempo di fermo macchina per il cambio dell' utensile.

**9.5. Materiali strutturali monolitici e compositi**

In questo settore, i risultati più significativi riguardano due linee di attività:

- componenti a geometria tubolare, realizzati con una nuova generazione di materiali monolitici e compositi a base di SiC, da impiegare in macchine termiche, come gli scambiatori di calore ad alta temperatura.
- qualifica di prodotti ceramici tradizionali a supporto dell'innovazione di processo e prodotto per le imprese produttrici.

Nell'ambito della prima linea, sono state sviluppate metodologie di progettazione e di verifica di affidabilità dei componenti tubolari, compatibili con le proprietà dei materiali impiegati, che richiedono approcci progettuali innovativi, nuove metodologie di caratterizzazione termomeccanica e di qualifica dei componenti.

Inoltre, sono stati sviluppati ed ottimizzati i processi di fabbricazione, che impiegano diverse tecnologie in funzione degli specifici materiali, con particolare attenzione al potenziale trasferimento dei processi alla produzione in scala industriale.

In particolare, è stato messo a punto un codice di calcolo che, sulla base di algoritmi di tipo fenomenologico, supportati da una estesa campagna sperimentale, è in grado di descrivere le cinetiche di infiltrazione da fase vapore di preforme in SiC, consentendo quindi di prevedere la microstruttura dei materiali in funzione dei parametri di processo.

I materiali così preparati sono potenzialmente ideali per le applicazioni in ambito energetico, dove, in forza delle loro eccezionali proprietà di resistenza alle alte temperature, permettono di sviluppare e realizzare macchine per lo scambio termico con efficienze molto superiori a quelle ottenibili con i materiali convenzionali.

Nell'ambito della seconda linea, l'obiettivo raggiunto consiste nella messa a punto delle metodologie di qualifica di prodotti industriali, a supporto delle imprese nazionali produttrici di materiali da costruzione in laterizio, e nella partecipazione attiva allo sviluppo di normative europee di caratterizzazione di prodotti nel settore laterizi.

In particolare, le attività sono state focalizzate sulla messa a punto di nuove metodologie di qualifica di prodotti per applicazioni speciali, come la realizzazione di gallerie per uso stradale e ferroviario; per queste applicazioni, sono richiesti prodotti con proprietà di resistenza alle alte temperature tali da ridurre gli effetti devastanti degli incendi nelle gallerie. Inoltre, sono stati qualificati e certificati, secondo le attuali normative europee, i prodotti per coperture di diversi stabilimenti, dislocati sul territorio nazionale, ed appartenenti a diverse aziende.

Parallelamente, in accordo alle scelte del gruppo di lavoro per lo sviluppo di nuove normative europee (TC 128 del CEN), e in accordo con le principali industrie del settore, è stato effettuato un pre-screening della qualità di una serie di prodotti per coperture di produzione nazionale, secondo una procedura innovativa (in fase di proposta come norma Europea) messa a punto dall'ENEA.

Infine, l'installazione, collaudo e messa in esercizio di un impianto di prova con elevata capacità di carico (5000 kN) ha permesso di avviare una serie di attività di qualificazione, a livello nazionale, di prodotti in laterizio per murature faccia a vista.

### **9.6. *Sviluppo e caratterizzazione di sorgenti laser innovative***

Nel corso dell'anno, sono arrivate a maturazione una serie di attività volte alla realizzazione di componenti e sistemi innovativi di valenza anche nel campo delle nano-microtecnologie. In particolare: 1) sono state realizzate guide d'onda attive e passive su LiF mediante litografia elettronica, microcavità ottiche planari aventi per materiale attivo LiF contenente centri di colore, e dispositivi fotonici in film di LiF irraggiati con varie radiazioni ionizzanti, 2) è stato realizzato un OLED (organic light emitting device) innovativo con ottime prestazioni di efficienza, e sono stati scoperti due nuovi metodi fisico-chimici per la stabilizzazione luminosa dei materiali organici; 3) sono state realizzate strutture ottiche mesoscopiche basate su LiF e varie tecniche di litografia, ed in particolare sono stati ottenuti pattern fotoluminescenti ad alta risoluzione ed elevato contrasto tramite irraggiamento con raggi x molli; 4) sono stati ottenuti colloidali di Li in LiF cresciuti con assistenza ionica.

Inoltre, sono state scoperte e messe a punto nuove metodologie di fabbricazione (due nuovi metodi fisico-chimici per la stabilizzazione luminosa dei materiali organici).

Per quanto concerne i laser ad elettroni liberi, è entrata in funzione la nuova sorgente FEL sub-mm a correlazione energia fase (i primi risultati sono superiori alle aspettative) che è stata già messa a disposizione degli utenti nell'ambito del progetto EU THZ-BRIDGE (linfociti umani sono stati irraggiati con radiazione THz e non sono stati osservati effetti genotossici).

Complessivamente, in questo settore sono stati pubblicati 47 lavori e sono state presentate 67 comunicazioni a congressi e convegni.

### **9.7. *Applicazioni laser***

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

- Metrologia laser
- Sviluppo di sensori per diagnostiche locali e remote

Per quanto concerne la metrologia laser, tutti i risultati attesi nell'anno 2002 sono stati raggiunti. In particolare, i sistemi per ausilio alla guida sono stati realizzati e testati in Antartide (LRF) e sulle Alpi (Velocimetro Speckle); il dimostratore del LRF per applicazioni

industriali è stato completato e testato presso la ditta BS; il prototipo di visione che costituisce l'obiettivo finale del progetto SENSI è stato assemblato e testato con successo, integrando i contributi H/W e S/W realizzati dai partner con il LRF a corrente continua modulato in ampiezza e impiegato in configurazione monostatica realizzato da ENEA; per il sistema IVVS basato su LRF è stato realizzato lo studio di fattibilità richiesto relativamente all'utilizzo su una nuova macchina per la fusione nucleare, comprendente simulazioni numeriche e test di laboratorio. E' stato inoltre sviluppato un prototipo di velocimetro Speckle per misure su superfici innevate/ghiacciate. Infine, sono stati realizzati ed applicati con successo sistemi sensoriali basati su FBG nel settore delle verifiche statiche su edifici monumentali, dei trasporti su strada e su ferrovia.

Il lidar fluorosensore sottomarino realizzato ha operato durante la XVII spedizione italiana in Antartide ed è stato presentato alla mostra tecnologica Italo-Australiana IATICE (Melbourne marzo 2002). I protocolli messi a punto per la comparazione tra misure in situ (lidar fluorosensore) e misure a distanza (radiometri satellitari SeaWiFS, MODIS, MERIS) sono stati utilizzati per rilasciare i dati raccolti in superficie durante le precedenti campagne antartiche (XIII-XVI) e le campagne oceanografiche MIPOT (dicembre 2001 e marzo 2002). E' stata inoltre caratterizzata in vitro la risposta fisiologica e biologica di alghe antartiche cresciute in carenza di ferro. Il sistema è stato allestito per la campagna oceanografica antartica (gen-feb 2003) pianificata durante la XVIII spedizione.

E' stata ultimata la progettazione del laboratorio lidar mobile con i due allestimenti interni per utilizzo come lidar/dial atmosferico e come lidar fluorosensore terrestre; il mezzo mobile modificato è stato acquistato e messo in opera presso i laboratori ENEA di Frascati nel mese di dicembre 2002.

Sono stati realizzati sistemi per laser imaging spettroscopico utilizzati per diagnostiche di combustione e su plasm (LIBS) e su cellule e su nanomateriali; sono state messe a punto tecniche ottiche per valutare l'evoluzione di pigmenti durante la maturazione di frutta. E' stato realizzato e calibrato un sistema laser IR con rivelazione fotoacustica per misure di tracce di biogas emesse da cellule animali e vegetali; sono stati messi a punto protocolli sperimentali per la misurazione di etilene (a livello di ppt in aria) da semi, bacche e piantule di pomodoro.

Complessivamente, in questo settore sono stati pubblicati 17 lavori e sono state presentate 56 comunicazioni a congressi e convegni.

### ***9.8. Sviluppo di nanotecnologie per microelettronica, optoelettronica e sensoristica***

Nel corso dell'anno, è entrato in piena produzione l'impianto LUCIFERO, che è stato messo in grado di produrre quantitativi apprezzabili (molte centinaia di grammi) di polveri di SiC (diametro 30-50 nm). Le polveri prodotte sono state, in parte, utilizzate all'interno dell'Ente per prove di elettrodeposizione di coating antiusura su metalli, e, per il resto, sono state fornite a partner esterni ed utilizzate per infiltrazione di fibre di carbonio con nanopolveri di SiC mediante elettroforesi (Università di Freiburg, Germania) e per la realizzazione di cutting tools in lega di allumina (CSM). Infine, 100 g di polveri sono state utilizzate come additivi per vernici navali; le proprietà antivegetative delle vernici additivate sono in fase di verifica presso la MARIPERMAN. Sullo stesso impianto sono state effettuate prove sperimentali per ottimizzare la produzione di polveri di Si a granulometria molto più piccola (<10 nm), presumibilmente con proprietà luminescenti per effetto di confinamento quantico; le polveri sono state disaggregate e caratterizzate. Sono in corso trattamenti chimico-fisici controllati

delle nanopolveri per accelerare il processo di ossidazione al termine del quale, in alcuni casi, è stato riscontrato un incremento delle proprietà luminescenti.

In questo settore, sono stati pubblicati 15 lavori e sono state presentate 18 comunicazioni a congressi.

### **9.9. Applicazioni nucleari in medicina**

Nel corso del 2002, è stato prodotto il progetto definitivo della colonna epidermica per il reattore RSV-TAPIRO. L'attività condotta nel corso dell'anno ha dimostrato che la configurazione studiata potrebbe essere realizzata in tempi brevi e metterebbe a disposizione della comunità scientifica interessata una sorgente per Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) per pazienti affetti da glioma cerebrale, caratterizzata da valori dei parametri terapeutici (ADDR = Advantage Depth Dose Rate ovvero dose massima al tessuto sano, e PTR= Dose massima al tumore/dose massima al tessuto sano ad una profondità di 25 mm nel cranio) molto interessanti e paragonabili a quelli tipici di macchine analoghe già in esercizio (Svezia, Olanda, USA, Finlandia). L'irraggiamento del paziente potrà essere effettuato previa caratterizzazione della sorgente con Head Phantom ed animali da esperimento. In previsione di ciò, sono stati prodotti nel corso dell'anno codici per la simulazione della terapia tramite Head Phantom utilizzando dati di ingresso acquisiti da TAC. La caratterizzazione neutronica del collimatore è stata completata, mentre è in corso la caratterizzazione dosimetrica. Sono iniziati gli irraggiamenti su phantoms antropomorfi.

### **Diagnostiche basate su radiazioni ionizzanti e isotopi radioattivi**

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

- *Sviluppo e applicazione tecniche innovative di analisi e diagnostica per materiali di interesse strategico (spettroscopia positronica e diffusione neutronica)*
- *Sviluppo e applicazione tecniche diagnostiche radiometriche*

Nel corso dell'anno, è stata completata la caratterizzazione della cinetica di invecchiamento in leghe Al-Cu-Mg; tale lavoro ha recentemente ottenuto da parte dell'INFM il riconoscimento di attività di eccellenza nel campo della metallurgia fisica. E' stata inoltre definita la metodologia di analisi con spettroscopia Raman di giunzioni SiC-SiC ed è stato eseguito un primo lotto di misure per l'identificazione delle bande dei componenti della miscela brasante (siliciuri di molibdeno). È stata infine completata la caratterizzazione di campioni monolitici a base zirconia.

Riguardo alle datazioni C-14, lo spettro di applicazioni è andato dall'archeologia (reperti provenienti da scavi archeologici in Oman e Mali, reperti di diversi livelli archeologici provenienti da siti libici) alla geologia (carotaggi provenienti da sondaggi a diversa profondità di suoli dell'Emilia-Romagna, linee di costa del quaternario calabro).

Complessivamente, in questo campo sono state prodotte 5 pubblicazioni e 12 comunicazioni a congressi.

### 9.10. *Gestione grandi impianti*

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

- *Gestione operativa impianti TRIGA RC-1 e RSV TAPIRO*
- *Gestione operativa impianto CALLIOPE*

La gestione dei due reattori, oltre ad assicurare l'operatività nell'ambito delle codificate procedure gestionali, è stata prioritariamente indirizzata ai due procedimenti di proroga delle rispettive licenze di esercizio, con una vasta produzione di documentazione (aggiornamento delle procedure di verifica, descrizione dello stato di conservazione manuale di operazione); inoltre, è stata completata e certificata la valutazione sullo stato di integrità del contenitore della piscina di TRIGA. Con riferimento all'impianto CALLIOPE, e in ottemperanza a quanto previsto dal dlgs 230/95, è stata predisposta e trasmessa al MAP la Relazione Tecnica per il rilascio del nulla osta di categoria A all'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti, necessario per il prosieguo delle attività di irraggiamento. L'impianto è stato utilizzato per condurre studi sulla formazione di radicali liberi in polimeri in seguito all'irraggiamento  $\gamma$  e per la determinazione del loro tempo di vita media, nonché per la fornitura di servizi di irraggiamento, con relative misure dosimetriche e certificazione, per industrie nazionali, committenti pubblici nazionali ed esteri.

### 9.11. *Sviluppo del sistema agro-industriale*

Le attività riguardano lo sviluppo, la sperimentazione e la dimostrazione di soluzioni tecnologiche, strumenti e metodologie finalizzati alla realizzazione di prodotti/processi innovativi nei settori della produzione primaria (con particolare riferimento alle specie tipiche mediterranee), della difesa fito-sanitaria delle colture, della trasformazione dei prodotti agricoli, zootecnici ed ittici, della valorizzazione industriale di colture a destinazione non alimentare e/o dei co-prodotti e sottoprodotti delle industrie alimentari, della qualificazione dei prodotti con la finalità di migliorare la competitività complessiva della filiera agro-alimentare nazionale.

In questo contesto, sono stati effettuati il collaudo e l'avviamento funzionale del Centro di Innovazione Integrato del C.R. Trisaia, costituito da un complesso impiantistico pilota, da una serie di laboratori specialistici e da un DemoCenter. Tale struttura è stata realizzata con l'obiettivo specifico di diventare il principale punto di riferimento per le attività di sviluppo tecnologico, informazione e formazione inerenti al sistema agro-industriale nella realtà delle Regioni meridionali, assumendo il ruolo di Polo Tecnologico con valenza multidisciplinare, aperto alle collaborazioni con gli operatori pubblici e privati del settore

#### **Sviluppo di tecnologie biologiche di difesa fito-sanitaria**

Nel settore delle nuove tecnologie per il controllo biologico di artropodi dannosi nel sistema agro-alimentare e per la salute dell'uomo, sono stati conseguiti i seguenti risultati:

- è stato sviluppato un sistema sperimentale di allevamento massale per il parassitoide esotico della mosca dell'olivo *Fopius arisanus* e sono stati ottenuti i primi risultati positivi di applicazioni in campo aperto in ambiente mediterraneo nell'Italia centrale;
- è stato definito un protocollo di trattamento a freddo di arance Cv. tarocco per la disinfestazione da mosca mediterranea della frutta, allo scopo di creare nuove



opportunità di esportazione dei prodotti tipici italiani in Giappone e in paesi dove sono in atto restrizioni di quarantena per prodotti italiani suscettibili ad attacchi di insetti;

- è stato sviluppato un processo innovativo per la produzione di un fitoestratto con funzione bioinsetticida, basato sul riutilizzo del pannello esausto di neem, scarto della industria che produce insetticidi a base di azadiractina, e sono stati messi a punto, in vitro, due protocolli per l'utilizzo di tale fitoestratto come larvicida per: a) inibire lo sviluppo delle larve della zanzara tigre *Aedes albopictus*; b) bonificare i siti di riproduzione del *Culicoides imicola*, insetto vettore della lingua blu delle pecore o febbre catarrale degli ovini.

### **Sviluppo di mild technologies nell'agroindustria**

E' stato completato lo sviluppo di una tecnologia innovativa per la valorizzazione dei sottoprodotti dell'industria casearia (brevetto ENEA), mediante la realizzazione e la messa in funzione presso alcuni caseifici del Mezzogiorno di impianti dimostrativi e mediante la costruzione e collaudo di un prototipo pre-commerciale, attualmente collocato presso la hall tecnologica del Centro di Innovazione Integrato del C.R. Trisaia; la tecnologia è basata sulla concentrazione dei sottoprodotti per evaporazione con un apposito dispositivo in grado di garantire un elevato recupero energetico. Parallelamente, sono state effettuate prove comparative per l'utilizzazione diretta del concentrato nell'alimentazione di animali di allevamento (bovini, bufale e ovi-caprini) e come ingrediente per la produzione di mangimi di qualità presso un mangimificio. Il processo e il relativo impianto sono oggetto di un brevetto depositato dall'ENEA all'inizio dell'anno corrente.

E' stato messo a punto un processo innovativo per idrolizzare le proteine del latte al fine di ridurre gli effetti allergenici che questa matrice scatena nei confronti di soggetti sensibili, in particolare neonati. A tale scopo, sono stati selezionati gli enzimi più attivi nell'idrolisi delle sieroproteine, in particolare verso la lattoglobulina, e sono state messe a punto tecniche di ultrafiltrazione particolarmente selettive che permetteranno di commercializzare un latte speciale ipoallergenico verso le proteine.

### **Nuovi prodotti da materie prime vegetali per la chimica, l'energia e l'ambiente**

E' stato sviluppato, alla scala di impianto pilota, un procedimento per l'estrazione da semi di Neem (*Azadirachta indica*) di principi attivi utilizzabili come bioinsetticidi o antiparassitari per animali di allevamento, in particolare ovi-caprini, basato sull'impiego di CO<sub>2</sub> supercritica. Per quel che riguarda le attività più propriamente riconducibili alla tematica dello sviluppo dell'agricoltura non alimentare, sono state condotte presso il Centro della Trisaia prove sperimentali di coltivazione di piante utilizzabili come materie prime per l'industria cartaria o per la produzione di energia rinnovabile. In particolare, nell'ambito di uno specifico progetto di ricerca internazionale di durata triennale, sono state messe a punto tecniche agronomiche a basso impatto ambientale per la produzione di switchgrass (*Panicum virgatum*), con rese produttive annuali superiori alle 25 t/ha di sostanza secca, mentre prosegue il monitoraggio di una coltivazione sperimentale di miscanto, che continua a manifestare una elevata produttività (> 20 t/ha) dopo oltre dieci anni dall'impianto.

## **10. A5 CAMBIAMENTI GLOBALI**

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2002, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

### ***10.1. Simulazioni modellistiche del clima***

Questa attività, basata principalmente su simulazioni numeriche condotte su calcolatori di grandi dimensioni, è stata finalizzata essenzialmente alla comprensione, sulla base delle conoscenze disponibili e dei dati sperimentali via via acquisiti, del funzionamento del sistema climatico, sia a livello globale che in ambito mediterraneo. In particolare, in connessione con ricerche analoghe effettuate a livello internazionale, viene studiata la possibile influenza delle attività umane sul naturale andamento del clima e la possibilità di prevedere l'evoluzione futura del clima perturbato dalle influenze antropogeniche. Poiché il clima è il risultato dell'equilibrio energetico a livello planetario tra flussi entranti d'energia (essenzialmente energia solare) e flussi uscenti d'energia (energia riflessa, irraggiata o riemessa), e poiché tali flussi si distribuiscono tra le varie componenti del sistema climatico (atmosfera, suolo, oceani e biosfera), l'attenzione maggiore è stata rivolta alle componenti più sensibili del sistema climatico e alle loro interazioni: sul breve termine, la componente più sensibile alla perturbazione antropica è l'atmosfera, mentre sul medio lungo termine è l'oceano. Il ruolo maggiore sui cambiamenti climatici è svolto dall'atmosfera e dall'oceano e dalle loro principali interazioni, che avvengono essenzialmente attraverso il ciclo del carbonio e dell'acqua; pertanto, la maggiore attenzione è stata focalizzata sull'atmosfera e l'oceano.

### **Modellistica del clima e degli altri cambiamenti globali e regionali**

Questa attività comprende la modellistica oceanografica a scala globale, ed in particolare la modellistica tridimensionale ad alta risoluzione per lo studio della circolazione termoalina del Mediterraneo e Nord Atlantico e la modellistica semplificata per lo studio della circolazione termoalina globale. In questo ambito, sono stati sviluppati ed ottimizzati i codici numerici complessi oceanografici MOM (Modular Oceanography Model) e POM (Princeton Oceanography Model) per una rappresentazione più realistica e completa delle circolazioni generali marine del Mediterraneo e dell'Atlantico; utilizzando questi codici, sono state effettuate varie simulazioni della circolazione termoalina, a differenti livelli di risoluzione (300 m - 5 Km, 10 Km e 25 Km).

Sono stati effettuati, inoltre, studi sull'effetto delle anomalie di sale, indotte dal bacino mediterraneo, nella circolazione globale ed in particolare del Nord Atlantico, utilizzando modelli semplificati accoppiati atmosferici-oceanici e includendo anche il ruolo del ghiaccio.

### ***10.2. Ricerche sperimentali sui cambiamenti climatici osservati***

La comprensione del funzionamento del clima e dei processi climatici, che sono o possono essere influenzati dalle attività umane, così come la possibilità di prevedere i futuri andamenti del clima, si basano su dati, misure ed informazioni sperimentali, su lunghe serie storiche di

dati climatici, su studi di processi e correlazioni fra processi condotti sia in termini di estensione spaziale dalla scala locale a quella globale.

Le attività sperimentali svolte riguardano la ricostruzione dei climi del passato, la variabilità del clima attuale, le osservazioni sperimentali da stazioni climatologiche (Lampedusa e Antartide), le misure - da satellite o dallo spazio - dei parametri climatici e dell'ozono stratosferico. Queste attività sperimentali hanno perseguito l'obiettivo generale di distinguere la parte fisica e fisico-chimica degli andamenti naturali del sistema climatico globale e di quello mediterraneo dalle perturbazioni aggiuntive o sinergiche indotte dalle attività umane. Le attività, inoltre, sono state ulteriormente focalizzate su analisi di dettaglio e studi specifici per comprendere l'andamento e la variabilità del clima presente e passato (paleoclima) nell'area mediterranea ed in Antartide.

I dati sperimentali acquisiti e le informazioni ricavate sono poi stati utilizzati anche nelle attività di modellistica.

### **Studio del comportamento del sistema climatico in area mediterranea nel passato e nel presente**

Nel campo delle osservazioni continuative su lungo periodo di parametri climatici, sono state effettuate misurazioni continuative di gas ad effetto serra, ozono e radiazione ultravioletta dalla stazione di osservazioni climatiche di Lampedusa; i dati sono stati inviati anche alle banche dati dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale e del Carbon Dioxide Information and Analysis Centre (USA).

Nel campo della caratterizzazione paleoclimatica e del clima storico sono state condotte indagini di carattere geologico in aree chiave dell'Italia e del Nord Africa per la ricostruzione dell'evoluzione paleoambientale negli ultimi 30.000 anni; inoltre, sono state effettuate ricerche in area sahariana e a Lampedusa al fine di individuare il luogo e la data di provenienza dei sedimenti prodotti dalla deposizione di aerosols limoso-sabbiosi di origine sahariana.

### **Caratterizzazione della variabilità climatica in Antartide e correlazione inter-emisferiche**

I principali risultati ottenuti comprendono:

- la raccolta di campioni di nevato e dati geofisici nell'area inesplorata della calotta est antartica. E' stata realizzata la Traversa ITASE di 1850 km con esecuzione di perforazioni, rilevamenti geofisici, morfologici e termometrici lungo una traversa comprendente la Adélie, George V, Oates e Victoria Lands.
- il monitoraggio e lo studio dei processi dell'ozono stratosferico. E' stata effettuata una campagna di misure a Thule, Groenlandia, nell'inverno 2001-2002, con misure congiunte tramite lidar e spettrometro passivo nella regione spettrale millimetrica; è stata completata l'analisi delle osservazioni di nubi stratosferiche polari del periodo 1990-1998; è stato realizzato un database di coefficienti di retrodiffusione calcolati con un programma T-matrix e sono stati effettuati i primi calcoli di indice di rifrazione su misure lidar in Artide.
- gli studi sulla ricostruzione paleoclimatica e paleoambientale. Sono state condotte indagini geochimiche e glaciologiche sulle carote di nevato raccolte durante la traversa ITASE 1996 e 1998/99 per la ricostruzione della variabilità climatica ed ambientale dell'area di drenaggio di Dome C e Talos Dome.

- osservazioni meteo-climatiche in Antartide. Sono state effettuate misurazioni continuative nell'arco dell'anno dalla rete di stazioni AWS in Antartide; inoltre, durante la stagione estiva sono state effettuate misure di radio-sondaggi ogni 12 ore dalla stazione di Baia Terra Nova. I dati osservati sono stati inviati alle banche dati dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale.

### ***10.3. Studi e valutazioni sugli effetti dei cambiamenti climatici***

Sono state svolte attività apparentemente diversificate, ma in realtà interconnesse ed integrate, per la definizione degli scenari delle conseguenze dei cambiamenti globali e locali. In particolare, le attività su clima e desertificazione hanno riguardato essenzialmente le valutazioni di impatto sull'ambiente ed il territorio dei possibili cambiamenti climatici in area mediterranea, con particolare riferimento alle questioni di vulnerabilità ambientale e territoriale ed ai rischi di desertificazione.

In questo campo, si è concluso un caso di studio condotto nella Regione Sicilia sugli aspetti ambientali e socio-economici della desertificazione. L'analisi ha riguardato l'intero territorio regionale ed ha consentito di individuare le aree più sensibili ai vari processi di desertificazione ed alcuni elementi di criticità, tra cui, in particolare, la gestione delle risorse idriche. A tal fine, è stato messo a punto un sistema per la discriminazione, tramite dati telerilevati e misure a terra, delle aree agricole irrigue e non irrigue, per il monitoraggio dell'uso della risorsa acqua, che sfugge per il 42% al controllo dei consorzi di bonifica all'interno dei comprensori irrigui della Regione Sicilia. Successivamente, è stata analizzata più in dettaglio la situazione sul Comune di Licata e, attraverso un approccio partecipativo dei cittadini, dell'amministrazione comunale e delle parti sociali, è stata formulata un'ipotesi di intervento per l'approvvigionamento della risorsa idrica.

Nell'ambito di questa attività, sono state effettuate anche le analisi e le valutazioni tecnico scientifiche necessarie per la definizione delle strategie italiane sulla mitigazione e l'adattamento, nell'ambito delle Convenzioni delle Nazioni Unite relative al clima (UNFCCC), ed sulla lotta alla desertificazione (UNCCD). Le attività sono state svolte anche in connessione con altre istituzioni europee, ed in particolare con l'Agenzia Europea per l'Ambiente e con i Direttorati della UE competenti in materia.

### ***10.4. Clima e ambiente***

Le attività hanno l'obiettivo di sviluppare ed aggiornare le conoscenze relative alle connessioni tra clima ed i problemi ambientali a carattere locale e globale legati all'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza e alla qualità dell'aria, all'uso del territorio, e alle perturbazioni indotte dalle attività umane nelle interazioni tra atmosfera e suolo e viceversa. Le attività si sono mosse nel senso di consolidare e sviluppare l'uso di metodologie per la caratterizzazione delle interazioni tra clima, ambiente atmosferico e ambiente terrestre, e di disporre di strumenti tecnico-scientifici di supporto per la predisposizione di strategie di controllo dell'inquinamento atmosferico su scala nazionale e sopranazionale e di supporto per il controllo del territorio. In questo ambito sono state svolte anche attività di supporto tecnico-scientifico al MATT per l'attuazione dei protocolli sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a lunga distanza e la predisposizione delle

relative comunicazioni nazionali, la gestione del coordinamento nazionale e del ruolo di "focal point nazionale" in attività internazionali connesse all'inquinamento atmosferico transfrontaliero.

### **Sviluppo di indicatori e mappe in grado di caratterizzare l'impatto sul territorio italiano di gas climalteranti relativamente agli inquinanti atmosferici transfrontalieri.**

Nell'ambito della individuazione di indicatori in grado di caratterizzare l'impatto degli inquinanti atmosferici sugli ecosistemi sensibili, riveste particolare importanza l'individuazione di indicatori in grado di riprodurre in maniera efficace il danno prodotto dall'ozono sulle colture agrarie. L'ozono rappresenta infatti uno dei due inquinanti, insieme alle polveri sottili, ritenuto attualmente come prioritario dalla Commissione Europea nell'ambito della Strategia Tematica sull'aria in Europa all'interno del 6° EAP, e le riduzioni delle emissioni dei suoi precursori che sono state richieste ai paesi dell'Unione Europea attraverso le direttive comunitarie sulla qualità dell'aria sono state basate proprio su indicatori di danno dell'ozono sulla salute, la vegetazione naturale, le colture agrarie.

Al fine di valutare l'incidenza dei parametri ambientali sulla risposta delle piante all'ozono è stata avviata dall'ENEA una attività sperimentale sugli effetti dell'inquinamento atmosferico e di altri stress su specie erbacee spontanee e di interesse agrario, coinvolgendo Università ed Enti di ricerca specializzati. L'obiettivo era quello di verificare l'adeguatezza o meno, per il territorio italiano, dei valori assunti come soglia per la protezione delle colture agrarie dai danni prodotti dall'ozono. Le conclusioni dello studio hanno permesso di evidenziare che effettivamente l'indicatore attualmente utilizzato nelle sedi internazionali non risulta adeguato per descrivere il danno da ozono in Italia; alla luce della particolare situazione italiana, è determinante tenere conto dell'incidenza dei fattori ambientali per valutare correttamente il danno da ozono. La ricerca ha anche evidenziato che, per arrivare ad una definizione di un indicatore in grado di riprodurre in maniera più corretta il danno da ozono effettivamente stimato in Italia, sono necessarie ulteriori e più approfondite ricerche. In ogni caso, lo studio ha evidenziato la necessità di introdurre negli attuali livelli critici dell'ozono dei fattori di correzione che tengano conto delle peculiarità climatiche.

### **10.5. La stazione di Lampedusa**

La stazione di osservazioni climatiche "R. Sarao" di Lampedusa è stata identificata fin dal 1992 quale riferimento remoto per la misura dei gas di serra nell'area del mediterraneo, ed è inserita nella rete mondiale GAW (Global Atmospheric Watch) della World Meteorological Organization quale punto di riferimento rappresentativo e significativo della anidride carbonica atmosferica a livello del mare nel bacino del Mediterraneo.

Nel corso dell'anno, sono state eseguite misure ed osservazioni in continuo, sia di tipo meteorologico (parametri meteorologici), sia di tipo climatico nella bassa troposfera (concentrazioni di gas ad effetto serra in aria), sia di tipo climatico nell'alta atmosfera (concentrazione di ozono e di altre specie gassose chimicamente attive nella stratosfera). I risultati più importanti acquisiti riguardano: le informazioni concernenti l'interazione tra radiazione UV e componenti dell'atmosfera, con particolare riguardo alla chimica della troposfera; le informazioni concernenti il contributo degli aerosol atmosferici nei bilanci energetici e radiativi nella troposfera e stratosfera; la messa a punto di sistemi di sorveglianza/allarme di anomalie meteo-climatiche.

## **11. A.6 AL SERVIZIO DEL SISTEMA PAESE**

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2002, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

### ***11.1. Il Progetto Antartide***

Nel corso del 2002, l'ENEA ha curato tutte le attività in Italia ed in Antartide relative all'attuazione del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA). Le campagne in Antartide si collocano, come noto, a cavallo della fine di un anno e dell'inizio del successivo: i risultati conseguiti nel corso del 2002, quindi, riguardano sia la chiusura delle attività della spedizione 2001-2002 che la preparazione della spedizione 2002-2003, con attività svolte sia in Antartide che in Italia.

#### **Attività in Antartide: spedizione 2001-2002**

Il periodo gennaio-febbraio è stato caratterizzato dalla prosecuzione e conclusione delle attività svolte in Antartide durante la spedizione 2001-02. Queste hanno interessato le Basi di Baia Terra Nova (BTN), Dome C, la traversa ITASE e la nave *Italica*. A BTN è stato completato il lavoro di finitura dell'ampliamento del corpo principale della Base (impianti elettrici e termoidraulici interni). Di particolare consistenza è stato il supporto di BTN sia ai programmi di ricerca nazionali, che hanno completato tutte le attività previste nel Programma Esecutivo Annuale (PEA), sia ai programmi internazionali ITASE (International Trans Antarctic Scientific Expedition), *Concordia* ed *EPICA*; nell'ambito di *EPICA* (European Project for Ice Coring in Antarctica) è stata effettuata una perforazione profonda che ha raggiunto 2871,1 metri, portando in superficie ghiaccio con un'età di oltre 500.000 anni. Impegnativa è stata anche la traversa scientifica ITASE, un convoglio di 4 mezzi con slitte e otto persone tra ricercatori e tecnici, che ha percorso 1875 km sul Plateau Antartico realizzando il programma previsto.

In questo periodo, le condizioni meteo avverse hanno fortemente ostacolato le fasi di allestimento e chiusura del campo remoto di Cape Hallett, circa 400 km a Nord della Base, per le attività di geologia e geomagnetismo. Nello spirito di cooperazione tra le nazioni, auspicato dal Trattato Antartico, sono stati ospitati a BTN un gruppo di geologi neozelandesi ed un gruppo di biologi statunitensi.

Complessivamente, nel periodo di riferimento, a Baia Terra Nova, Dome C e presso Basi/navi straniere hanno operato circa duecentocinquanta persone, mentre circa trenta persone hanno partecipato alla Campagna oceanografica.

#### **Attività in Antartide: spedizione 2002-2003**

Il primo periodo di attività, 17 ottobre-3 dicembre, è iniziato con l'apertura della Base Baia Terra Nova; sono stati riattivati tutti gli impianti ed è stata preparata la pista su ghiaccio marino per l'atterraggio dell'*Hercules*. Questa attività è risultata particolarmente impegnativa in quanto per la prima volta sono stati effettuati 14 voli dell'*Hercules*. Inoltre, è stato

installato e messo in funzione per la prima volta, il "Non Directional Beacon" con la relativa antenna; il sistema è stato certificato da un ispettore della Federal Aviation Administration, che ha validato anche le procedure strumentali di navigazione ed avvicinamento. Il nuovo sistema ha aumentato la sicurezza e la regolarità del servizio aereo.

I laboratori scientifici ed i campi remoti, programmati nel periodo ottobre-dicembre, sono stati predisposti in modo tale che tutte le attività potessero essere svolte nei tempi prefissati. Il 3 dicembre si è concluso il primo periodo di Spedizione ed il 4 è iniziato il secondo. La disponibilità di 4 elicotteri ha permesso di avviare con profitto le attività di ricerca di questo periodo. Il 9 dicembre sono iniziate le attività subacquee con immersioni quotidiane di due sub che comportavano l'impegno costante di 6 persone.

Il 9 novembre sono iniziate le attività a Dome C; il trasferimento di personale e strumentazione è avvenuto da BTN con l'aereo leggero Twin Otter. E' proseguito e si è concluso il lavoro di tamponamento della seconda struttura in carpenteria metallica della Base Concordia ed è stato dato il supporto tecnico-logistico alle attività di ripresa della perforazione di EPICA e ad altri programmi scientifici nazionali (Fisica dell'Atmosfera) ed internazionali (Astrofisica, Sismica). Tra i risultati di rilievo conseguiti è da annoverare la perforazione di EPICA che, il 29 dicembre, ha raggiunto i 3116,50 m di profondità, ottenendo il ghiaccio più antico mai estratto.

### **Attività in Italia**

Alla fine della campagna 2001-2002, con il rientro ad aprile della nave Italica a Ravenna, si è proceduto allo scarico della nave e, una volta espletate tutte le pratiche doganali del caso, alla consegna di materiali e campioni alle varie Unità Operative, distribuite su tutto il territorio nazionale.

I rifiuti derivanti dalle attività scientifiche e logistiche sono stati conferiti alle ditte autorizzate al loro smaltimento, conformemente alla normativa nazionale.

Sulla base delle specifiche esigenze di campagna sono state, quindi, predisposte e gestite le gare per la fornitura di beni e servizi, come anche sono stati gestiti gli accordi con il Ministero della Difesa per le visite mediche, per il supporto ai corsi di addestramento per i neofiti, da una parte, e per le attività di campagna, dall'altra.

Sono stati gestiti gli accordi di collaborazione con il sistema scientifico nazionale coinvolto nelle attività di ricerca del PNRA ai fini dell'esecuzione in Italia delle analisi dei campioni ed interpretazione dei dati raccolti. Per le attività di ricerca in Italia legate alla campagna 2001-02, è stato definito un nuovo accordo quadro con le Università e il CNR.

Sono stati gestiti i contratti di noleggio degli elicotteri, dell'aereo leggero e della nave cargo; è stata definita l'acquisizione dei materiali e degli strumenti richiesti dalla comunità scientifica e organizzato il relativo invio in area operativa. Per il C-130, a causa delle perduranti difficoltà da parte dell'Aeronautica Militare Italiana a fornire l'aereo, si è nuovamente fatto ricorso, con contratto di noleggio, alla compagnia privata ANI/SAFAIR.

Ai fini di costituire il corpo di spedizione, è stata verificata l'idoneità sanitaria e attitudinale dei candidati (circa 300 unità) sulla base di specifici protocolli; per il personale neofita risultato idoneo sono stati organizzati corsi di addestramento e formazione specialistici presso il C.R. Brasimone e il Centro Addestramento Alpino dell'Esercito, mentre per le attività della

Sala Operativa, della meteo-previsione e della medicina sono stati organizzati seminari specialistici, nel corso dei quali personale veterano ha trasferito metodologie e competenze al personale neofita.

Per quanto riguarda il supporto tecnico-gestionale, sono state attivate tutte le azioni relative alla stipula ed alla gestione dei contratti attivi e passivi, all'approvvigionamento di materiali, alla liquidazione delle fatture, all'assunzione degli impegni di spesa, alla registrazione dei beni inventariabili, ai conteggi ed alla liquidazione delle indennità antartiche, alla gestione del bilancio ed alla trasmissione ai Coordinatori di Settore dei relativi dati, all'emissione ed al pagamento degli ordinativi esteri, ai trasporti ed alle assicurazioni, nonché alle operazioni doganali di carico e scarico dei mezzi navali ed aerei.

Sono proseguite le attività volte alla raccolta di metadati da inserire nell'Antarctic Master Directory (AMD) del PNRA. Le attività sono coordinate da un apposito gruppo di lavoro e realizzate dal CNR sulla base di apposito Accordo di Collaborazione. L'ENEA ha poi elaborato il PEA 2002 di dettaglio ed il Piano Operativo che contiene i particolari delle attività di campagna.

Sono proseguite le attività legate alla divulgazione e formazione di una cultura antartica nel nostro Paese, mediante la produzione di materiale didattico. In particolare, si segnalano le iniziative "Adotta una scuola", che ha coinvolto 79 scuole, 292 insegnanti e 4423 allievi, e "Adotta una scuola dall'Antartide", a cui hanno partecipato 25 scuole (tra cui una francese), con 10 insegnanti e 565 alunni.

## ***11.2. Sito nazionale di deposito dei materiali radioattivi***

L'attività ha come obiettivo generale la predisposizione di una proposta di localizzazione per il deposito nazionale dei rifiuti radioattivi, in previsione di una decisione politica basata sul pubblico consenso. L'attività svolta è articolata in quattro linee d'azione:

- Normativa
- Informazione
- Ingegneria del Sito
- Indagini territoriali

Nell'ambito della linea "Normativa", vengono predisposti i riferimenti utili a definire le specifiche costruttive dell'impianto. Le attività sono finalizzate a definire la strategia di gestione dei rifiuti sulla base di un confronto internazionale, ad elaborare le specifiche di sito, i criteri applicativi di guide tecniche e d'accettabilità dei manufatti destinati al deposito, a predisporre i metodi di analisi delle prestazioni, ad individuare i componenti utilizzabili e la normativa applicabile.

La linea d'attività "informazione" si articola in due iniziative, intese a far fronte sia agli obblighi di legge sulla trasparenza, sia all'esigenza d'informazione diretta al pubblico sulle questioni relative alla gestione degli esiti del nucleare, esigenza riconosciuta nel progetto di delega al Governo oggi in discussione (Art. 27 del D.D.L. C 3297). La prima iniziativa, praticamente completata nel corso del 2002, riguarda la realizzazione di un portale WEB, con cui fornire sia le informazioni di carattere generale sulla radioattività, sia tutte le informazioni sulle attività del Servizio ENEA è in completamento. Questa costituisce un rapporto aggiornato dei lavori, in cui si può reperire e consultare. La seconda iniziativa, ancora in corso



di svolgimento, riguarda la realizzazione di un documento multimediale con cui illustrare le attività del Servizio e i risultati raggiunti.

La linea "Ingegneria del Sito" ha come obiettivo la predisposizione di quanto necessario ad un progetto di massima del deposito, tenendo conto di due opzioni: impianto superficiale e in galleria. Il programma comprende due linee specifiche di progetto per le due opzioni e un insieme di attività intese a definire specifiche e sistemi applicabili ad entrambe le soluzioni.

Un progetto di massima del deposito, relativo all'opzione impianto superficiale, è già stato presentato all'APAT; il progetto relativo alla seconda opzione è in fase di predisposizione. Le due opzioni del progetto sono state impostate per rendere applicabile la stessa tecnologia di stoccaggio, basata sull'uso del "modulo", un componente il cui progetto strutturale è stato completato nel 2002, con la definizione di due tipi di modulo: il "Modulo 1" da 25t e il "Modulo 2" da 40 ; per i due tipi di modulo è stata completata la costruzione di quattro prototipi da sottoporre a prove d'isolamento.

La linea di attività "Indagini territoriali e studi ambientali" è finalizzata alla localizzazione e verifica di idoneità dei siti per la realizzazione del Deposito Nazionale dei rifiuti radioattivi di II Categoria (bassa attività e vita breve). La localizzazione dell'impianto di tipo superficiale è in via di completamento, mentre sono in corso le indagini territoriali per quello sub-superficiale e la sperimentazione di tecniche di elaborazione dati e cartografia per l'applicazione dell'analisi di sicurezza dei siti. Azioni e risultati sono documentati nel sito Web.

### **11.3. Funzioni di "Advisor" per la Pubblica Amministrazione**

L'attività svolta dall'ENEA in questo settore è articolata su tre linee di intervento ed è orientata verso gli obiettivi di supporto tecnico alle Amministrazioni, centrale e periferica, nella attuazione di leggi, programmi e politiche nazionali, regionali e locali.

Una prima linea ha riguardato lo studio della situazione energetica nazionale, ed ha analizzato l'evoluzione della domanda e dell'offerta di energia, il fattore ambientale, il processo di decentramento amministrativo, il suo impatto sempre più rilevante sul sistema energetico complessivo e gli orizzonti della ricerca tecnologica, anche basandosi sul fondamentale supporto statistico dei dati energetici ed ambientali. Si tratta di una attività di analisi e valutazione ritenuta di particolare rilievo dalle stesse Amministrazioni nella attuale fase di mutamento del sistema nazionale. Le modifiche della legislazione italiana in materia di energia, a partire dalla riforma del titolo V della Costituzione, toccando punti chiave dell'intero sistema, quali il rapporto tra Stato e Regioni, l'apertura dei mercati, il ruolo dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, le reti di trasporto dell'energia, la costruzione delle nuove infrastrutture per la generazione di energia elettrica, fanno infatti emergere un quadro estremamente articolato e complesso del quale è difficile cogliere gli elementi essenziali e valutare gli andamenti.

Una seconda linea ha riguardato lo studio della competitività tecnologica dell'industria nazionale, nel quale particolare rilievo ha l'apposito "Osservatorio sull'Italia nella Competizione Tecnologica Internazionale" con i suoi rapporti annuali sulla situazione di diversi settori industriali. Con la redazione del III Rapporto, presentato presso il CNEL nel mese di gennaio e pubblicato nel mese di giugno 2002, questa attività ha fornito lo scenario delle evoluzioni tecnologiche ed economiche di lungo periodo, ed ha offerto alle istituzioni e

al dibattito un riferimento di natura scientifica, cogliendo anche la richiesta emersa dalla crescente attenzione per le tematiche della competitività tecnologica. Sempre in questo ambito tecnologico, va segnalata l'attività sulle BAT (Best Available Techniques), con un contributo, in ambito europeo, alla definizione delle BAT nei vari settori industriali e, in ambito nazionale, alla valutazione dell'impatto delle relative scelte sul sistema produttivo, in termini di accettabilità e di effetti sulla competitività.

Una terza linea ha riguardato l'attività di studio in campo ambientale, svolta essenzialmente all'interno dei progetti dell'Accordo di Programma con il Ministero dell'Ambiente. In particolare, nel 2002 si sono concluse la redazione e la promozione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente Junior, appositamente elaborato per le scuole, in collaborazione con gli Istituti Regionali per la Ricerca Educativa. Analogamente, si è conclusa l'attività di caratterizzazione territoriale svolta in Sicilia, nell'area di Milazzo, che ha portato alla realizzazione di un sofisticato sistema di analisi e valutazione dello stato dell'ambiente.

Accanto a queste linee di analisi nei settori energetico, ambientale e tecnologico, vanno segnalati alcuni impegni programmatici di supporto comune agli studi citati, come quello sulla statistica energetico-ambientale, e di utilizzazione e trasferimento dei risultati sul territorio, come quello sulla Pianificazione Energetico-Ambientale Regionale o quello sulla diffusione dell'informazione.

L'attività di statistica è già da tempo orientata alla costituzione e allo sviluppo nell'Ente e nel Paese di un riferimento centrale e coerente per i dati statistici nazionali, regionali ed internazionali in campo energetico e ambientale. Il programma di lavoro è stato svolto, anche nel 2002, nell'ambito delle attività previste dal Programma Statistico Nazionale del SISTAN ed in stretta collaborazione con il Ministero per le Attività Produttive e l'ISTAT oltre che con l'APAT e con il Ministero dell'Ambiente per le statistiche ambientali. I risultati 2002 hanno riguardato l'aggiornamento del sistema informativo statistico complessivo (circa 1000 serie storiche con aggiornamento al 2000 o 2001) e il sostegno alla progettazione e realizzazione dei piani energetici regionali.

Infine, l'attività di informazione ha riguardato nell'anno 2002 la progettazione e l'attuazione di una campagna di diffusione delle fonti rinnovabili nelle scuole, con il progetto "Il sole a scuola", che ha coinvolto, oltre ai Ministeri dell'Ambiente, delle Attività Produttive e dell'Istruzione, numerose scuole nazionali che hanno dato un importante impulso allo sviluppo del progetto. Nello stessa area, va citato l'impegno nella formazione a distanza (e-learning), che ha portato alla realizzazione di un modulo didattico - FOTOVinst - per la formazione di tecnici del settore fotovoltaico e lo sviluppo di metodologie avanzate di raccolta ed elaborazione di informazioni.

### **Analisi della situazione energetica nazionale**

L'attività è annualmente focalizzata intorno alla redazione del Rapporto Energia Ambiente, che raccoglie i risultati di tutti gli studi e delle analisi interne all'Ente.

Il Rapporto del 2002 (presentato a Roma, sede CNEL, il 18.12.2002) ha descritto l'attuale quadro energetico nazionale alla luce delle recenti misure adottate, o in corso di elaborazione, a livello europeo (Direttiva sulle fonti rinnovabili, biocarburanti, cogenerazione) e a livello nazionale (delibera CIPE, modifica del titolo V della Costituzione, decreto di riordino del settore energetico). Probabilmente, la più importante novità che si è registrata nel settore a livello nazionale riguarda il disegno di legge di riordino del settore energetico, messo a punto dal Ministero delle attività produttive ed approvato dal Consiglio dei Ministri il 13 settembre

2002. Si tratta di un complesso di norme che tenta di riequilibrare i rapporti tra poteri centrali, Autorità e Regioni in materia di energia, e che si propone di completare i processi di liberalizzazione dei mercati, per altro già avviati nella precedente Legislatura. La riforma del Titolo V della Costituzione, avendo posto la materia energetica fra quelle a legislazione concorrente fra Stato e Regioni, richiede di fatto la formulazione di principi fondamentali cui il Legislatore dovrà attenersi, e la ridefinizione dei ruoli fra i diversi livelli decisionali.

Oltre a cogliere questi mutamenti, il Rapporto ha descritto la situazione nazionale sia della domanda di energia, riferita ai tradizionali e riconoscibili settori dell'industria, dei trasporti, del residenziale e terziario, dell'agricoltura e della pesca, sia dell'offerta delle fonti, petrolio e gas naturale, carbone, elettricità e rinnovabili. Per quanto riguarda le implicazioni ambientali dei cicli energetici, i livelli di emissione dei gas climalteranti e le emissioni in atmosfera delle altre sostanze, la metodologia seguita in questo studio richiama gli stessi indicatori utilizzati in sede europea. L'analisi delle politiche dell'energia e dell'ambiente, dal punto di vista delle regioni e delle realtà decentrate, ha evidenziato le modificazioni in atto e i diversi livelli decisionali che intervengono nel settore. Il Rapporto ha affrontato nello specifico tutte le implicazioni che la riforma del Titolo V della Costituzione ha comportato per il potere decisionale a livello regionale e degli enti locali. Il punto sulla situazione dell'offerta delle tecnologie energetiche e sulle risorse impegnate nelle attività di ricerca e sviluppo tecnologiche ha messo in rilievo infine alcuni degli aspetti più rilevanti degli investimenti effettuati in ricerca e sviluppo nel settore energetico, anche a livello comunitario.

Oltre al Rapporto Energia Ambiente 2002, è stato redatto, in collaborazione con il CNEL, il 3° "Rapporto sul Patto per l'Energia e l'Ambiente - 2001", che, a differenza dagli anni passati, ha analizzato la situazione del Patto all'interno di una ampia presentazione dello stato nazionale del settore energetico e ambientale (presentato a Roma, sede CNEL, 31 maggio 2002).

### **Analisi ed elaborazione di modelli e scenari energetici**

Lo studio dei maggiori scenari energetici a livello mondiale è stato completato nel corso dell'anno e i risultati sono stati pubblicati in un volume ENEA "Rapporto sugli scenari energetici e ambientali" (febbraio 2002). È stato inoltre avviato lo studio di un modello di elaborazione di scenari, basato su quello internazionale MARKAL-MACRO (un modello tecnologico-economico di equilibrio generale). È stata effettuata l'implementazione del modello e la sua calibrazione sui dati italiani. Sono stati definiti i primi scenari nazionali, nel caso "business as usual" (che ha messo in evidenza la continua crescita dei consumi e la conseguente crescita delle emissioni di CO<sub>2</sub>) e in alcuni casi di studio. L'attività è collegata a progetti internazionali (ETSAP dell'IEA, Acropolis ed EFDA dell'Unione Europea) del settore e viene svolta in un continuo confronto internazionale all'interno di tali progetti. È stato anche sviluppato e applicato per l'Italia un modello econometrico per la domanda di energia elettrica.

### **Valutazione dello stato e delle prospettive nazionali delle fonti rinnovabili**

L'obiettivo principale di questa attività è quello di creare un riferimento nazionale sullo stato e le prospettive delle fonti rinnovabili (Osservatorio). L'attività comprende una analisi sulla situazione delle fonti rinnovabili in Italia, considerando in particolare i dati statistici sulla produzione di energia, la legislazione e la normativa del settore, lo stato delle tecnologie, il mercato nazionale, il ruolo delle fonti rinnovabili nella pianificazione energetica regionale, gli

aspetti sociali. L'attività del 2002 ha prodotto una valutazione sullo stato delle tecnologie a livello internazionale e la raccolta dei dati statistici nazionali sulla potenza installata e l'energia prodotta negli anni 1999 e 2000. E' stato costituito un gruppo di lavoro con esperti ENEA e con la collaborazione di esperti del Ministero dell'Ambiente, del Ministero delle Attività Produttive e di Associazioni nazionali del settore. E' prevista per il primo semestre del 2003 la pubblicazione di un Rapporto di sintesi sulla situazione nazionale.

Altri risultati di rilievo in questa linea riguardano la definizione di un Accordo Volontario per l'utilizzo dei biocarburanti nel settore trasporti - Filiera Bioetanolo (nell'ambito del "Patto Energia e Ambiente" del CNEL) e uno studio di fattibilità della sostituzione dei contributi pubblici alle rinnovabili con un contributo volontario privato (Green Pricing).

### **Analisi della competitività tecnologica dell'industria nazionale**

Nel quadro generale degli studi in campo tecnologico, un ruolo di rilievo è rappresentato dall'"Osservatorio sull'Italia nella Competizione Tecnologica Internazionale" che produce annualmente una analisi e una valutazione aggiornata sullo stato e sulle dinamiche, anche tendenziali, della competitività tecnologica dell'industria italiana. Nei processi di globalizzazione economica e sociale l'innovazione tecnologica gioca un ruolo crescente e determinante e la capacità dei diversi paesi di affrontare e di gestire i processi di innovazione diventa il fattore che determina la qualità del loro sviluppo. L'Osservatorio, attraverso il Rapporto biennale "L'Italia nella competizione tecnologica internazionale", sollecita ormai da alcuni anni occasioni di dibattito e di approfondimento sugli eventi più recenti, da un lato, analizzando le evoluzioni che hanno segnato la collocazione internazionale delle grandi aree geo-economiche e, dall'altro, approfondendo le peculiarità del nostro Paese sul piano generale, settoriale e territoriale, con una particolare attenzione al confronto con il nuovo contesto europeo. L'attività del 2002 ha riguardato la conclusione del III Rapporto, la sua presentazione nel mese di gennaio in un apposito convegno nazionale (presso il CNEL) e la pubblicazione in un libro edito da Franco Angeli. Un risultato di rilievo, collegato a questo studio, riguarda la organizzazione e validazione di una banca dati in materia di brevettazione, commercio internazionale ed investimenti diretti esteri relativamente alle produzioni ad alta tecnologia. In questo campo occorre rilevare l'avvio e la conclusione del processo di aggiornamento del paniere di prodotti ad alta tecnologia secondo una metodologia originaria dell'Osservatorio e recentemente assunta anche in sede OCSE.

Un'altra attività svolta in questo campo riguarda il supporto fornito al Ministero dell'Ambiente e alle Associazioni industriali nazionali nella definizione delle BAT (Best Available Techniques) in ambito europeo e nella redazione dei BREF (Bat REFERENCE Document). L'attività del 2002 ha interessato 13 settori industriali (tra i quali il tessile, la siderurgia, l'alimentare, la chimica, l'incenerimento dei rifiuti, gli impianti di combustione) e ha richiesto l'attuazione per questi settori delle procedure (verifiche con l'industria nazionale, dibattito a livello europeo) previste dalla CE per la definizione delle BAT.

Infine, nell'ambito della partecipazione al progetto ESTO (European Science and Technology Observatory) della Commissione Europea, è stata conclusa una attività di validazione e aggiornamento del database sulle tecnologie energetiche (Energy Technology Database review/update), realizzato dall'IPTS in ambito U.E. La base dati contiene sia dati storici sia dati di previsione, a carattere economico, tecnico e ambientale su 64 tecnologie energetiche e rappresenta una fonte di riferimento per la valutazione delle prospettive di sviluppo del sistema energetico (modelli di previsione).

### **Analisi ambientali**

L'attività, svolta essenzialmente nell'ambito dell'Accordo di programma con il Ministero dell'Ambiente, ha riguardato nel 2002 varie iniziative mirate complessivamente alla analisi e alla valutazione ambientale. Di rilievo è l'attività sul sistema informativo territoriale Artemisia, recentemente conclusa, che ha portato alla realizzazione di un complesso sistema di rappresentazione geografica dell'area di Milazzo in Sicilia, con modelli di valutazione della qualità dell'ambiente e di supporto alle decisioni. Un'altra attività conclusa nell'anno ha riguardato la elaborazione della Relazione sullo Stato dell'Ambiente Junior, sviluppata a valle della analoga Relazione generale per il Paese, e orientata alle scuole secondarie. Di rilievo sono anche le attività, svolte sempre in stretta relazione con il Ministero dell'Ambiente, riguardanti l'analisi di sostenibilità dei piani regionali di finanziamento con fondi strutturali del settore turistico per la Regione Campania, la definizione di indicatori ambientali in previsione della Conferenza di Johannesburg, il supporto per la preparazione dei documenti ufficiali italiani inerenti all'Environmental Report of Italy-OCSE-2002, la stesura del capitolo sulle "Specificità nazionali" della III Comunicazione Nazionale alle U.N. sulla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici dell'Italia.

### **Statistica energetica e ambientale (Servizio Statistico Nazionale)**

L'attività sull'informazione statistica è svolta, come già accennato, nell'ambito delle attività previste dal Programma Statistico Nazionale del SISTAN, ed in stretta collaborazione con il Ministero per le attività produttive e l'ISTAT, oltre che con l'APAT e con il Ministero dell'ambiente per le statistiche ambientali. Oltre al contributo alla redazione del Rapporto Energia Ambiente 2000, l'attività 2002 ha portato alla redazione dei Sistemi Informativi Regionali (SIER) per le Regioni Calabria e Sicilia, nell'ambito del Piano Operativo di Assistenza Tecnica (PON-ATAS) del Ministero per le attività produttive. Ciascun SIER, edito in sei volume e in un CD-Rom, contiene i bilanci energetici regionali dal 1988 al 1999, le serie storiche dei dati energetici dal 1988 al 1999, le serie storiche dei dati economici, gli indicatori di efficienza energetica, il catasto delle emissioni inquinanti dal 1988 al 1999 e, infine, le serie storiche delle emissioni inquinanti dal 1988 al 1999.

L'attività è stata indirizzata al miglioramento del quadro conoscitivo di base energetico economico e strutturale delle Regioni. Nell'ambito di questa linea di intervento, sono state definite metodologie per la raccolta e l'elaborazione di dati relativi al settore energetico in modo da garantire la rilevanza e la comparabilità a livello nazionale.

Infine, è stato aggiornato l'intero sistema informativo energetico-ambientale dell'ENEA, consistente in circa 1000 serie storiche in campo energetico e ambientale; alcune parti dell'archivio sono state diffuse attraverso Internet.

### **Attività di supporto alle Regioni e agli Enti Locali**

Questa attività riguarda il supporto alle Regioni, Province e Comuni nella definizione e nella redazione dei Piani Energetico-Ambientali. In tale ambito, anche nel 2002, l'ENEA ha assicurato il funzionamento della Segreteria Tecnica del Coordinamento Interregionale Energia e Ambiente e, su richiesta degli Enti locali, ha svolto azioni di supporto alla realizzazione dei Piani Energetico-Ambientali della Regione Veneto, della Regione Calabria e della Regione Liguria. Il contributo dell'ENEA è consistito nel miglioramento del quadro conoscitivo di base - energetico, economico e strutturale - della Regione, nella definizione del

processo metodologico della pianificazione, nel supporto tecnico agli uffici regionali nella fase di concertazione con gli enti Locali e con i soggetti privati interessati alle iniziative sul territorio, nel monitoraggio delle attività e nella valutazione degli effetti ambientali e territoriali, nella elaborazione di criteri di valutazione per l'applicazione dei decreti nazionali sul risparmio di energia e sulla diffusione delle fonti rinnovabili.

Nello stesso anno, è stato anche predisposto l'aggiornamento dei Piani della Campania e della Puglia, sono state avviate le attività per i Piani della Provincia di Benevento e del Comune di Bari e si è contribuito alla stesura del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Regione Toscana.

### **Informazione e diffusione**

Le attività di informazione e diffusione si sono svolte secondo due direzioni complementari, una mirata alla diffusione sul territorio della cultura del risparmio e dell'uso delle fonti rinnovabili di energia, e l'altra orientata verso lo sviluppo di metodologie avanzate di elaborazione e diffusione dell'informazione. Nella prima linea, va citato il progetto "Il sole a scuola", svolto in collaborazione con il Ministero dell'Istruzione (MIUR) e con il Ministero dell'Ambiente, che ha riguardato nel 2002 lo studio di percorsi didattici nelle scuole per l'inserimento di discipline nel campo energetico e dello sviluppo sostenibile, l'attuazione di incontri e di corsi con 63 docenti e alcuni responsabili del MIUR (ENEA, Monte Aquilone, ottobre 2002), e la realizzazione di una rete tra le scuole per il trasferimento delle esperienze. Di rilievo, in tale linea, è anche la partecipazione al progetto europeo ESTO (European Science and Technology Observatory) mirato alla valutazione dello stato attuale, delle prospettive e delle ricadute sociali delle tecnologie di punta e che ha comportato alcuni studi e valutazioni sullo stato di tecnologie via via individuate dalla Commissione Europea. Sempre nel progetto ESTO è stata costruita una rete di competenze specialistiche, comprendente esperti ENEA ed esterni, si supporto alle attività richieste dal progetto.

Nella seconda linea sono da segnalare le attività di sviluppo di tecnologie avanzate per la formazione e per la gestione e reperimento dell'informazione. Tra queste, nel 2002 è stato realizzato un modulo di didattica a distanza, FOTOVinst per la formazione e aggiornamento a distanza di installatori di pannelli fotovoltaici, ed è stato completato il progetto europeo COVAX per l'accesso e l'estrazione "intelligente" di informazione eterogenea, con la realizzazione di un prototipo funzionante su un server ENEA.

#### ***11.4. Servizi ad alto contenuto tecnologico per la Pubblica Amministrazione e le imprese***

Le attività in questo settore riguardano principalmente la valutazione e la prevenzione dei rischi sismici, dei rischi idrogeologici e dei rischi connessi con la variazione del livello del mare. Le azioni effettuate nel corso dell'anno sono assai numerose e coprono un ampio intervallo di tipologie, dalle prove sperimentali su singoli componenti fino alla redazione di documenti di analisi o alla esecuzione di studi di fattibilità per specifici interventi sul campo. Fra i risultati più rilevanti si possono citare:

##### *Sviluppo di sistemi antisismici innovativi*

- progettazione di massima dell'adeguamento sismico, con isolamento alla base, di un serbatoio di gas naturale liquefatto del Centro EniChem di Priolo (assai vulnerabile al sisma, con le attuali fondazioni convenzionali);

- sviluppo e alla convalida di un sistema tridirezionale, molto innovativo, per l'isolamento sismico di una preziosa barca romana situata nel Museo di Ercolano;
- dimostrazione della possibilità di ricostruire in loco, con l'isolamento alla base ed i materiali originari, borghi antichi distrutti dal terremoto (come quello di Mevale di Visso nelle Marche).

*Rischio costiero e variazioni del livello del mare:*

- valutazione della suscettibilità all'erosione delle coste italiane e delle relazioni tra bacino e costa nell'area di studio della Basilicata ionica e Veneto;
- misura e datazione, in seguito a ricerche in situ effettuate sulla costa tra Pachino e Milazzo e presso Scilla, dei solchi di battente e delle spiagge sollevate negli ultimi 4-5000 (tassi di sollevamento superiori a 2mm\anno);
- misura, in seguito a ricerche in mare ed in laboratorio, delle quote massime raggiunte dal livello del mare, delle paleotemperature dell'acqua e dell'aria nel corso degli ultimi 210.000 anni;
- definizione delle dinamiche territoriali per la valutazione dei costi associati all'aumentata vulnerabilità ai cambiamenti climatici in Italia;
- misura, in seguito a ricerche svolte presso Briatico (Calabria), Ponza e Punta della Vipera (Piscine romane), dei livelli del mare di 2000 anni fa;
- produzione di una mappa ad alta definizione del rischio di sollevamento di livello del mare nella Piana di Fondi e sugli eventuali costi economici per fronteggiare l'eventuale perdita di territorio e attività economiche;

*Valutazione e mitigazione dei rischi idrogeologici:*

- redazione preliminare di carte di propensione ai fenomeni franosi del territorio italiano;
- analisi e valutazione critica dei piani di bacino redatti dalle varie Autorità nazionali, interregionali, regionali;
- redazione, unitamente alla segreteria scientifica del Ministero dell'ambiente, della carta delle aree a rischio Idrogeologico molto elevato del territorio Italiano;
- redazione di una carta di suscettibilità ai fenomeni franosi, in collaborazione con l'autorità di bacino dell'Arno, per il bacino del torrente Virginio;
- analisi e realizzazione di una prima bozza di carta della suscettibilità all'erosione costiera in Italia;
- ampliamento ed aggiornamento della rete di monitoraggio per le acque sotterranee e superficiali della tenuta presidenziale di Castelporziano.

### ***11.5. Innovazione tecnologica e servizi avanzati per le PMI***

L'intervento dell'ENEA in questo settore è articolato su tre principali linee di attività:

- azioni di valorizzazione del know-how tecnologico e di creazione di impresa innovativa, che hanno come focus lo sfruttamento degli *assets* di Ente; tali azioni tendono a favorire un'innovazione di tipo radicale;
- azioni di implementazione di progetti di trasferimento tecnologico a supporto dei settori industriali tradizionali, che hanno come focus lo sviluppo e l'adattamento di

prodotti tecnologici “abilitanti” per ampie categorie di imprese o per filiere produttive, in grado di trasformare in *knowledge intensive* i settori tipici dell’industria nazionale che risultano tuttora i più significativi per la bilancia commerciale del Paese; tali azioni perseguono un’innovazione a carattere prevalentemente incrementale;

- azioni di intermediazione per favorire la diffusione delle tecnologie e l’innalzamento del contenuto tecnico-scientifico del sistema produttivo, che hanno come focus la moltiplicazione delle collaborazioni e l’innalzamento dell’intensità del rapporto fra soggetti dell’industria e delle ricerca, per favorire la crescita “culturale generale” del sistema; queste azioni sono finalizzate ad un’innovazione di tipo sia radicale che incrementale.

### **Valorizzazione del know-how tecnologico dell’ENEA e creazione di impresa innovativa**

L’azione di valorizzazione interessa le “proprietà” dell’Ente in senso lato: brevetti e know how non codificato (*intangible assets*) da un lato, impianti prototipali e laboratori, dall’altro.

Nel corso del 2002, è stato costituito un gruppo operativo con sede a Ispra che, nell’arco di pochissimi mesi, ha avviato una proficua attività di promozione delle tecnologie di Ente sul territorio e nel tessuto industriale della Regione Lombardia, con la successiva formulazione di un progetto, che coinvolge anche i Centri ENEA del Sud, attualmente in fase di perfezionamento con le Unità programmatiche dell’Ente.

Sul fronte della creazione di impresa innovativa, sono stati raggiunti gli obiettivi previsti nell’iniziativa PRINT, finanziata dalla Regione Emilia-Romagna, con la selezione di quattro *business ideas*: i proponenti - sedici persone complessivamente - riceveranno ospitalità all’interno dell’Ente e avranno la possibilità di utilizzarne i laboratori. Inoltre, è già stata avviata l’attività di formazione specialistica per il *business plan*, il marketing e la pianificazione strategico-gestionale ed è stata attivata la prevista consulenza esterna per il piano di comunicazione dell’iniziativa che prevede un’attività di marketing delle singole idee imprenditoriali selezionate.

E’ continuata la proficua collaborazione con il progetto SPINNER (Sovvenzione Globale della Regione Emilia-Romagna a valere sul FSE) finalizzato al sostegno della nuova imprenditoria innovativa e ad alto contenuto di conoscenza: in questo ambito sono stati finanziati sia progetti di trasferimento tecnologico legati a collaborazioni esistenti tra ENEA e le imprese, sia progetti di creazione di nuova impresa legati allo sfruttamento dei risultati delle attività di ricerca condotte in ENEA, con il coinvolgimento di oltre trenta giovani che, per la maggior parte, avevano intrattenuto con le Unità ENEA di Bologna un rapporto di collaborazione temporanea, come tesi di laurea, dottorato, borsa di studio o stage.

Le idee imprenditoriali individuate sono tutte riconducibili all’utilizzo di tecnologie ambientali e di quelle dell’informazione e della comunicazione.

### **Progetti di trasferimento tecnologico a supporto dei settori industriali tradizionali**

I risultati ottenuti nell’anno riguardano l’interoperabilità fra le aziende del settore tessile, le imprese a rete per la produzione di tessuti tecnici, le nanotecnologie per il tessile, la difettologia nel settore conciario, l’applicazione del *reverse engineering* e della prototipazione rapida nel settore orafa, artistico e medicale.



L'attività si sviluppa prevalentemente nell'ambito di due laboratori (XML-LAB e PROTOCENTER), di due progetti pluriennali finanziati in ambito PNR (OMERO, per il settore tessile) ed EUREKA (MASTRIT, per il settore conciario) e di altri due progetti finanziati dal programma IST della CE (MODA-ML e TEX.SPIN).

Il Laboratorio XML è una iniziativa congiunta di ENEA ed FTI (Forum per la Tecnologia dell'Informazione) che ha l'obiettivo di sviluppare attività tecnico-scientifiche di ricerca, sperimentazione, promozione e diffusione del linguaggio XML (Extensible Markup Language).

Il linguaggio XML, caratterizzato da una notevole flessibilità e capacità di integrazione con le tipiche architetture internet e con i sistemi informativi *in-house* dei singoli operatori, offre infatti un efficiente meccanismo di rappresentazione dell'aspetto semantico, di scambio e presentazione dei dati, fondamentale per migliorare le capacità di cooperazione nelle filiere produttive e distributive che coinvolgono le singole imprese.

Nel corso del suo primo anno di attività, il Laboratorio XML:

- ha monitorato le iniziative di standardizzazione in corso a livello mondiale ed europeo sull'XML e sulle architetture (*framework*), per trarne linee guida nello sviluppo applicativo;
- ha sviluppato, nell'ambito del citato progetto MODA-ML, applicazioni di supporto alle imprese del settore tessile-abbigliamento;
- ha avviato studi sull'applicazione di tecnologie XML nel settore agro-alimentare
- ha sperimentato la costruzione, la gestione e la manutenzione di siti Web di documentazione, promozione e *testing* di XML;
- ha partecipato al *focus group* CEN/ISSS per la definizione degli standard nell'*e-business*, portando le istanze legate alla frammentazione del sistema produttivo nazionale.

Il laboratorio di prototipazione rapida e ingegneria inversa, denominato PROTOCENTER, opera in settori verticali (medicale e beni culturali) e in ambiti territoriali, quali il distretto orafa di Arezzo. Il laboratorio è in grado di svolgere attività dimostrativa sulle tecnologie e sulle metodologie di *time compression* oltre ad attività di formazione e di consulenza per lo *start-up* di centri servizi. I risultati più significativi raggiunti nel 2002 sono quantificabili in una quarantina di aziende introdotte alla tecnologia della prototipazione rapida e nella creazione di una azienda *start-up* per la fornitura di servizi sulla medesima tecnologia.

Il risultato dei due progetti europei, MODA-ML e TEX.SPIN, consiste nello sviluppo di un linguaggio comune, riconosciuto a livello europeo, per lo scambio dati della filiera del tessile abbigliamento, sviluppato attraverso il coinvolgimento delle principali aziende del settore (Cornegliani, Piacenza, Loro Piana, Reda, Vitale Barberis Canonico). Questa esperienza ha permesso all'ENEA, fra l'altro, di entrare nel principale organismo europeo di standardizzazione per le tecnologie ICT dove si portano le istanze dei settori produttivi nazionali e, quindi, di stringere i rapporti di fattiva collaborazione con alcuni settori di Confindustria.

#### **Azioni di intermediazione per favorire la diffusione delle tecnologie**

L'attività comprende un insieme di azioni rivolte a facilitare e intensificare le collaborazioni e gli interscambi fra mondo dell'impresa e mondo della ricerca, tra cui la gestione progettuale, a fini di *marketing* tecnologico; il *networking*, a fine di scambio di tecnologie; lo sviluppo di *e-*

*learning*, allo scopo di diffondere la cultura tecnico-scientifica, alle piccole imprese, alle scuole e ai singoli cittadini. Le committenze sono differenziate ma gli interventi assumono sempre una dimensione europea.

L'azione di *marketing* tecnologico, finanziata dal programma IST della Commissione Europea, consiste nell'attivazione di progetti dimostratori e di *best practices*, denominati *take-up actions*, per dimostrare la validità di una particolare tecnologia in uno specifico ambito applicativo. La Commissione si avvale di operatori presenti nei vari Paesi per la promozione delle iniziative, il *set-up* di progetti, il monitoraggio e il *reviewing* ma soprattutto per il conferimento della dimensione sopranazionale alle azioni di disseminazione dell'informazione e sfruttamento dei risultati ottenuti negli interventi finanziati.

La rilevanza del risultato si evince dalle valutazioni della CE che attestano il successo nella gestione dei tre *cluster* di *take-up actions*: EUTIST-AMI, EUTIST-M ed ASP-BP, rispettivamente composti da diciassette, cinque e sei progetti, con un coinvolgimento complessivo di circa 130 partner fra aziende, Università e Centri di Ricerca europei.

L'azione di *networking* si sviluppa in tre ambiti: gli IRC (Innovation Relay Centres) del Programma Innovation della CE; l'associazione TAFTIE, in cui sono rappresentate quindici Agenzie nazionali europee per l'innovazione e il progetto INSME (International Network of SME), sviluppato dall'Istituto per la Promozione Industriale nell'ambito OCSE.

In particolare, nell'ambito del network dei Relay Centres, meritano di essere menzionate due iniziative svolte nel corso del 2002, Ricicla e Bari Multimedia, in ragione del significativo impegno di risorse umane ad esse dedicate, del successo in termini di risultati conseguiti, dell'approccio e delle metodologie utilizzate nella loro realizzazione.

Nell'ambito della manifestazione "Ricicla 2002 - Fiera internazionale del recupero e riciclaggio di materia ed energia", tenutasi a Rimini nello scorso novembre, l'IRC IRENE ha organizzato un *Technology Transfer Day* sulle tematiche ambientali ed in particolare riciclaggio, gestione dei rifiuti, acque, gestione ambientale di impresa, *Integrated Product Policy*, energia rinnovabile. L'obiettivo di creare, per imprese e strutture di ricerca, occasioni di cooperazione nazionale e transnazionale è stato perseguito attraverso un seminario di approfondimento tematico, con oltre 100 partecipanti, e l'organizzazione di 250 incontri riservati tra soggetti offerenti e richiedenti.

I profili tecnologici anticipatamente raccolti e diffusi attraverso un catalogo cartaceo ed on-line hanno permesso di individuare le offerte/richieste tecnologiche di interesse e di organizzare preventivamente un calendario degli incontri.

"Bari Multimedia 2002 - Verso la società della conoscenza" è un evento realizzato nell'ambito della Fiera del Levante e articolato in convegno, seminario su risultati di ricerca e *Investment Forum*.

L'evento, organizzato dagli IRC IRENE e IRIDE, che vedono l'ENEA nelle vesti di coordinatore e partner, ha avuto un carattere transnazionale e si è posto l'obiettivo di:

- approfondire le caratteristiche principali della convergenza tecnologica di informatica e telecomunicazioni e le ripercussioni sul sistema produttivo e la Pubblica Amministrazione (editoria interattiva, contenuti digitali, formazione a distanza)
- favorire accordi di cooperazione tecnologica e commerciale tra soggetti imprenditoriali e ricercatori.

Il forum, organizzato sulla base di una consolidata esperienza acquisita negli anni passati anche attraverso la gestione di eventi simili per conto della Commissione Europea, ha rappresentato un luogo d'affari in cui quattordici giovani aziende del settore multimediale,

con significativi piani di innovazione e sviluppo, hanno incontrato *venture capitalists* potenzialmente interessati a finanziarle.

Nell'ambito delle analisi rivolte ad approfondire le dinamiche innovative di settori produttivi strategici va ricordato il "Quaderno" sui tessili tecnici prodotto dall'IRC IRENE all'inizio del 2002.

Gli approfondimenti effettuati sulla realtà di questo settore mostrano che il suo peso non è adeguatamente evidenziato, che la sua importanza a livello tecnologico e produttivo è destinata a crescere rapidamente e infine che la sua capacità competitiva dipende fortemente dalla possibilità di un accesso ottimizzato alla diffusione delle conoscenze ed alla innovazione in un contesto di sviluppo internazionale.

La pubblicazione vuole essere uno strumento di rapida consultazione a più livelli.

Un primo livello è quello di chi provenendo dal settore tessile per abbigliamento ed arredamento è interessato a cogliere stimoli per arricchire i propri prodotti tramite l'utilizzo di nuovi materiali o nuove tecnologie per aumentarne le funzioni e per diversificare la propria produzione; un secondo livello è quello di chi già operando nel settore è interessato a valutare traiettorie innovative.

In ambito *e-learning*, l'attività si è sviluppata principalmente attorno a due iniziative:

- NEAS (la neo-impresa come agente dello sviluppo locale) della Regione Lazio, per la realizzazione di un portale multifunzionale allo scopo di superare il gap fra produzione scientifica e capacità di trasferimento tecnologico;
- TRAFAD (trasferimento di metodi e procedure di un sistema di formazione aperto e a distanza) finanziato dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali che ha permesso di realizzare nove nuovi corsi nell'area trasversale della "produzione di beni e servizi di qualità: principi, metodologie, tecniche e strumenti". Tali corsi sono stati concepiti per fornire gli strumenti per "lavorare in regime di qualità" in settori differenziati. I corsi infatti verranno contestualizzati nelle aree di interesse dei partner e cioè Università, per quanto riguarda il partner OMNIACOM, Pubblica Amministrazione per il partner FINSIEL e Terzo Settore per il partner IST (Istituto Superiore per il Terzo settore).

## **PARTE B**

### **LE SOCIETA' ED I CONSORZI PARTECIPATI**

#### **12. IL QUADRO LEGISLATIVO**

L'ENEA, nel quadro legislativo attuale, definito dal Decreto Legislativo 30 gennaio 1999, n. 36 di riordino dell'Ente, può promuovere la partecipazione a Società o Consorzi:

- per qualsiasi tipo di attività rientrante tra quelle assegnate all'Ente, previa approvazione del Ministero delle Attività Produttive, purché la partecipazione stessa abbia come fine una maggiore efficacia nel conseguimento dei risultati;
- con qualsiasi tipo di partner (privato o pubblico; impresa industriale o artigianale; società di capitali o società di persone);
- nel territorio nazionale, comunitario o di altri Stati.

#### **13. GLI OBIETTIVI STRATEGICI DELL'ENEA NELLE PARTECIPAZIONI SOCIETARIE**

L'obiettivo prioritario dell'Ente nelle partecipazioni societarie è attualmente il collegamento con le realtà industriali territoriali per il potenziamento delle attività di ricerca e innovazione nelle aree meno favorite del Paese, attraverso una serie di azioni articolate, mirate alla crescita del tessuto produttivo e sociale, con particolare riferimento alle Regioni dell'Obiettivo 1.

La cooperazione per la generazione di nuove conoscenze e capacità tecnico-scientifiche, ottenuta realizzando interazioni e integrazioni tra gli operatori di ricerca, permette di cogliere le sinergie attese a livello economico e tecnologico.

Alla luce di quanto sopra, nel corso degli ultimi anni, l'intervento dell'ENEA nel campo delle partecipazioni si è concentrato nel Mezzogiorno d'Italia, con una serie di azioni caratterizzate da un elevato potenziale di efficacia sul tessuto produttivo e sociale locale; per le nuove iniziative nel Mezzogiorno, si è adottata, la formula consortile per regolare i rapporti tra ENEA e Operatori pubblici e privati.

I Consorzi, infatti, rappresentano la soluzione di massima efficacia e, al tempo stesso, di più rapida attuabilità per il coinvolgimento delle imprese. I Consorzi, pur non avendo fini di lucro, perseguono l'autofinanziamento, sia attraverso la partecipazione a programmi di ricerca, sviluppo, formazione e dimostrazione, sia con l'acquisizione di commesse industriali di consulenza e servizi.

I Consorzi, inoltre, non hanno personale proprio, e operano utilizzando il personale dei soci o procedendo ad assunzioni a tempo determinato sulla base di accertate disponibilità di bilancio. Dopo la loro formale costituzione, restano aperti alla partecipazione di nuovi soci, e garantiscono i necessari contatti con la domanda locale, i collegamenti con i centri di eccellenza italiani e internazionali e l'attuazione di una politica di servizi alle imprese; infine,

in virtù della loro natura giuridica, possono più facilmente accedere a ulteriori risorse finanziarie nell'ambito di programmi comunitari di ricerca e di potenziamento infrastrutturale.

Alla luce di quanto sopra, particolare attenzione è stata posta allo sviluppo di iniziative (svolte in collegamento con le realtà industriali territoriali) per la realizzazione di progetti e programmi supportati da finanziamenti pubblici, di provenienza comunitaria o nazionale.

L'Ente, in molte di tali iniziative, è coinvolto nella doppia veste di coordinatore dei soggetti realizzatori e, al tempo stesso, di realizzatore per numerosi aspetti di particolare rilevanza tecnologica. Ciò consente di operare con una visione integrata per quanto riguarda i criteri generali che ispirano gli interventi, la definizione degli obiettivi progettuali, gli strumenti di attuazione ed i rapporti con i partner accademici e industriali.

Ulteriore obiettivo di rilevante importanza è la diffusione delle conoscenze e delle capacità tecnico-scientifiche per un uso produttivo, finalizzata alla utilizzazione delle nuove conoscenze acquisite dall'Ente per esigenze produttive ben definite e ritenute potenzialmente efficaci per attivare gli imprenditori, le loro organizzazioni e le necessarie risorse;

Una delle ricadute salienti di queste iniziative è il rafforzamento della rete delle collaborazioni con i soggetti pubblici e privati che operano nella ricerca e innovazione.

In questo senso va detto che, sebbene in alcuni casi l'apporto ENEA a una specifica realtà societaria appaia non particolarmente significativo, sia in termini d'attività, sia di quote possedute, può risultare comunque importante il valore aggiunto costituito dalla rete di soci con cui condividere iniziative di collaborazione anche bilaterali in settori strategici.

Infine, va ricordato il ruolo che l'Ente, tramite la propria partecipata NUCLECO, assume nel settore della gestione dei rifiuti radioattivi di bassa e media attività prodotti in Italia e, quello che ha svolto, in termini economici, per finanziare, prima dell'intervento di SOGIN, le attività di smantellamento effettuate da FN SpA sul proprio impianto di fabbricazione di combustibili nucleari.

#### **14. IL QUADRO DELLE PARTECIPAZIONI SOCIETARIE**

Al 31 dicembre 2002, l'ENEA opera attivamente in 27 Società e Consorzi. Nel corso dell'anno, l'Ente, procedendo nell'opera di controllo e valutazione delle proprie partecipazioni, ha ritenuto concluse le esperienze della Società consortile CODIF e dei Consorzi TERRI e CORIVAMLA, tutti posti in liquidazione). Nel caso di CODIF, è stato ritenuto che non sussistessero più le condizioni per il raggiungimento degli obiettivi iniziali, mentre nel caso dei due Consorzi sono stati considerati pienamente conseguiti gli obiettivi iniziali.

Sulla base della missione di ciascuna partecipata, definita valutando il prodotto /servizio fornito, l'insieme delle partecipazioni può essere suddiviso in tre principali categorie:

- Società/Consorzi per il trasferimento e la diffusione delle conoscenze;
- Società/Consorzi per lo sviluppo di conoscenze e di prototipi e dimostratori;
- Società/Consorzi per la produzione di beni e servizi.

Dal punto di vista della natura delle partecipazioni, invece, le partecipate possono essere classificate in tre categorie:

- Società per azioni
- Società consortili
- Consorzi “di scopo” e altri consorzi

La scelta della natura della partecipazione è conseguenza di motivazioni di ordine generale, dettate dalle condizioni esistenti al momento della costituzione della partecipazione; tuttavia, le iniziative con impegni patrimoniali ed economici rilevanti sono organizzate in S.p.A

Una strategia seguita, soprattutto nel caso di Società/ConSORZI per il trasferimento e la diffusione delle conoscenze, è stata quella di individuare valide Associazioni di categoria che fossero rappresentative di significativi comparti produttivi e di determinati tipi di utenza. Un'attenzione particolare, inoltre, è stata riservata nell'instaurare rapporti di collaborazione con soggetti qualificati sotto il profilo della dimensione, della rilevanza quantitativa e qualitativa, delle potenzialità di riproducibilità dell'iniziativa (Unioncamere, Cciao Provinciali, ecc.).

Attualmente, le iniziative di maggior rilevanza sono realizzate con operatori pubblici e privati operanti sul territorio di riferimento dell'iniziativa stessa.

Con essi sono stati costituiti i cosiddetti “consorzi di scopo”, nati con l'obiettivo di realizzare un determinato programma o progetto, in generale supportato dal finanziamento pubblico, di provenienza nazionale o comunitaria e comportanti un cofinanziamento a carico dei consorziati.

Nelle due tabelle seguenti è riportato il riepilogo delle partecipazioni ENEA basato sui due tipi di classificazione.

**QUADRO RIEPILOGATIVO  
DELLE PARTECIPAZIONI SOCIETARIE DELL'ENEA  
CLASSIFICATE PER AREA TEMATICA**

QUOTA DI POSSESSO ENEA (%)	ANNO DI COSTITUZIONE (INGRESSO ENEA)	PARTECIPATA	NATURA TEMATICA
<b>TRASFERIMENTO E DIFFUSIONE DI CONOSCENZE</b>			
25	1996 - ('96)	AGITEC S.p.A.	Diffusione di innovazione nelle PMI
10	1985 - ('87)	ASTER S.r.l.	Diffusione e trasferimento
2,8	1991 - ('94)	CEINTEC S.C.r.l.	Diffusione e trasferimento
69,5	1998 - ('98)	CODIF S.C.r.l. (in liquidazione)	Diffusione e trasferimento
49	1991 - ('91)	DINTEC S.C.r.l.	Informazione e assistenza su normativa
33,33	1991 - ('91)	ISNOVA S.C.r.l.	Diffusione e trasferimento
0,008	1995 - ('96)	POLO TECNOL. S.p.A. ROMANO	Gestione di parchi tecnologico-industriali
<b>SVILUPPO DI CONOSCENZA E DI PROTOTIPI E DIMOSTRATORI</b>			
14,28	1987 - ('94)	AGRITAL Consorzio	Tecnologie agroalimentari e ambientali
30	1998 - ('98)	CALEF Consorzio	Tecnologia e trattamento dei materiali
27,94	1987 - ('87)	CAMPEC S.C.r.l.	Materiali polimerici e tecnologie di restauro
9,45	1983 - ('91)	CENTRO LASER S.C.r.l.	Applicazioni laser
51	1994 - ('94)	CETMA S.C.r.l.	Sviluppo metodologie di progettazione
9,37	1996 - ('97)	CORIVAMIA Consorzio (in liquidazione)	Sviluppo veicoli a basso impatto ambientale
14,28	1990 - ('90)	CIVITA S.C.r.l.	Beni culturali e ambientali
14,28	1992 - ('94)	GRAN SASSO S.C.r.l.	Promozione scientifica e ambientale
2,84	1987 - ('87)	PASTIS -CNRSM S.C.p.a.	Processi innovativi nel settore dei materiali
6,66	1987 - ('92)	PISA RICERCHE S.C.r.l.	Ricerche pluridisciplinari
35,71	1999 - ('99)	PROCOMP Consorzio	Tecnologie materiali per il trasporto
9,52	1986 - ('91)	ROMA RICERCHE S.C.r.l.	Ricerche pluridisciplinari
31,25	1996 - ('96)	RFX S.C.r.l.	Ricerca su fusione controllata
44,15	1983 - ('83)	SIET S.p.A.	Impianti energetici e servizi per le PMI
50	1987 - ('87)	SOTACARBO S.p.A.	Tecnologie innovative utilizzo del carbone
30	1999 - ('99)	T.E.R.R.I. Consorzio (in liquidazione)	Tecnologie residui industriali
32	1998 - ('98)	TRAIN S.C.r.l.	Tecnologie innovative per il trasporto ferroviario
30	1998 - ('98)	TRE Consorzio	Sviluppo tecnologie per recupero edilizio
<b>PRODUZIONE DI BENI E SERVIZI</b>			
98,65	1967 - ('89)	FN S.p.A.	Disattivazione impianto nucleare, ricerca materiali Ceramici
5	1988 - ('88)	HITESYS S.p.A.	Acceleratori e relative applicazioni
40	1981 - ('81)	NUCLECO S.p.A.	Trattamento rifiuti radioattivi e tossici
42,5	2000 - ('00)	SICN Consorzio	Coordinamento, smantellamento Impianti nucleari
8,125	1973 ('73)	EURODIF S.A.	Produzione di uranio arricchito

**QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE PARTECIPAZIONI SOCIETARIE DELL'ENEA  
CLASSIFICATE PER TIPO DI PARTECIPAZIONE**

<i>SOCIETA'</i>	<i>Sede Legale</i>	<i>% di possesso ENEA</i>
<i>Società per Azioni</i>		
NUCLECO S.p.A.	Roma	40
F.N. S.p.A.	Roma	98,65
HITESYS S.p.A.	Aprilia (LT)	5
SIET S.p.A.	Piacenza	44,15
AGITEC S.p.A.	Roma	25
SOTACARBO S.p.A.	Portoscuso (CA)	50
POLO TECN. ROMANO S.p.A.	Roma	0,008
EURODIF S.A.	Velizy (France)	8,12
<i>Società Consortili</i>		
PASTIS-C.N.R.S.M. SCpA.	Mesagne (BR)	2,84
ASTER S.C.r.l.	Bologna	10
CENTRO LASER SCrl	Valenzano (BA)	9,45
DINTEC S.C.r.l.	Roma	49
CAMPEC S.C.r.l.	Portici (NA)	27,94
ISNOVA S.C.r.l.	Roma	33,3
CODIF S.C.r.l.	Roma	69,5
CEINTEC LAZIO S.C.r.l.	Latina	2,8
<i>Consorzi</i>		
PISA RICERCHE	Pisa	6,6
RFX	Padova	31,2
ROMA RICERCHE	Roma	9,5
CIVITA	Roma	14,28
AGRITAL RICERCHE	Maccarese (RM)	14,28
GRAN SASSO	Assergi (AQ)	14,28
CORIVAMIA	Torino	9,37
CETMA	Mesagne (BR)	51
T.E.R.R.I.	Rotondella (MT)	30
TRAIN	Rotondella (MT)	32
TRE	Mesagne (BR)	30
CALEF	Rotondella (MT)	30
PROCOMP	Rotondella (MT)	35,71
SICN	Roma	42,5

**15. VALUTAZIONE DEI RISULTATI CONSEGUITI ATTRAVERSO LE  
PARTECIPAZIONI SOCIETARIE**

I risultati conseguiti possono essere analizzati in termini d'incremento del valore d'impresa raggiunto dalle partecipate, di know-how, di rafforzamento della rete di collaborazione ed espansione della presenza sul territorio, di sviluppo di nuove linee di ricerca, di formazione e inserimento nel mondo del lavoro di nuovi ricercatori.



## XIV LEGISLATURA - DISEGNI DI LEGGE E RELAZIONI - DOCUMENTI

*Incremento del valore delle imprese.*

La tabella successiva mostra il risultato della gestione dell'anno 2002 delle società e consorzi, partecipati da ENEA.

La tabella evidenzia che a fronte di 6 società che hanno chiuso l'esercizio in attivo, 9 presentano un bilancio in perdita e 4 hanno chiuso in pareggio. Le altre, in particolare quelle per azioni, non hanno, alla data di redazione del presente documento, ancora presentato i loro bilanci.

<i>Partecipazione</i>	<i>Capitale Sociale (in Euro)</i>	<i>% di possesso ENEA</i>	<i>Valore della produzione 2002 (in Euro)</i>	<i>Patrimonio Netto (in Euro)</i>	<i>Utile d'Esercizio 2002 (in Euro)</i>	<i>Perdita d'Esercizio 2002 (in Euro)</i>	<i>Personale della Società (medio 2002)</i>
<i>Società per Azioni</i>							
							8
AGITEC S.p.A.	1.032.000,00	25%	1.499.447	879.718,00	2439		
F.N. S.p.A. *	2.823.556,00	98,65%	6.218.844	2.458.581,00		570.791,00	100
HITESYS S.p.A. *	3.870.000,00	5%	4.354.746,71	4.566.130,84		117.467,47	31
NUCLECO S.p.A.	516.000,00	40%	5.691.212	939.583,00	92.892,00		60
PASTIS C.N.R.S.M. S.c.p.A.	1.244.664,00	2,84%	4.042.234	484.131,00		840.848,00	32
POLO TECNOLOGICO ROMANO S.p.A.	61.974.364,32	0,008%	8.294.868	61.450.218,00	294.373,00		2
SIET S.p.A.	1.128.648,00	44,15%	1.569.756	865.734,00		42.432,00	18
SOTACARBO S.p.A.	2.324.056,00	50%	316.292	4.893.721,00		364.845,00	8
<i>Società Consortili a r.l.</i>							
ASTER S.C.r.l.*	520.000,00	10%		594.308,00	59.109,00		31
CAMPEC S.C.r.l.*	309.870,00	27,94%		237.593,40		72.280,73	3
CEINTECLAZIO S.C.r.l.*	129.114,00	2,8%		68.397,18		32.762,00	2
CENTRO LASER S.C.r.l.*	814.466,13	9,45%		304.768,00		131.252,00	18
DINTEC S.C.r.l.	416.000,00	49%	2.405.852	776.371,00	346.047,00		13
ISNOVA S.C.r.l.	232.398,00	33,33%	264.626,7	52.812,34		127.962,11	0
<i>Consorzi</i>							
AGRITAL RICERCHE	184.885,60	14,28%	620.063	63.728,00		87.555,00	7
CALEF	62.601,00	30%	78.090	428.612,00		201.440,00	3
CETMA	258.228,00	51%	4.903.454	3.296.162,00		86.246,00	35
CIVITA	260.000,00	14,28%	1.197.568	330.242,00	--	--	
GRAN SASSO *	180.754,00	14,28%		913.011,42		32.104,70	
PISA RICERCHE	335.697,00	6,66%	8.263.740	939.444,00	9.704,00		19
PROCOMP	52.679,00	35,71%	171.124	50.177,00		3.615,00	
RFX	166.400,00	31,25%	13.566.562	7.430.867,00	2.502.430,00		39
ROMA RICERCHE	154.937,05	9,52%	3.861.433,20	278.479,85		31.683,60	21
SIGN	103.291,38	42,5%		103.291,38	--	--	
TRAIN	112.224,00	32%	2.773.001	112.225,00	--	--	
TRE	68.860,92	30%	131.361,52	56.276,90	--	--	10
<i>Società Estere</i>							
EURODIF S.A.*	152.500.000,00	8,125%		664.469.000,00	45.202.000,00		1366

\* Società con il bilancio 2002 non ancora approvato. I dati riportati si riferiscono al 2001

In termini esclusivamente numerici, il valore complessivo dell'utile conseguito dalle società che hanno chiuso in attivo, escludendo EURODIF che da solo presenta un bilancio in utile per circa 45 milioni di euro, è ben superiore al passivo conseguito dalle altre società (confronto effettuato con i soli dati 2002).

Inoltre la gran parte dei consorzi che hanno quest'anno chiuso l'esercizio in perdita (peraltro limitata) avevano, l'anno scorso, messo "a riserva" una quota sufficiente a coprire la perdita di quest'anno. In conclusione, le quote di copertura perdite che ENEA sarà chiamata a versare riguarderanno AGRITAL e Gran Sasso, per un valore complessivo di circa 30.000 euro, a fronte di attività commissionata da AGRITAL ad ENEA, negli ultimi tre anni, per circa 300.000 euro.

Discorso diverso va fatto per FN SpA e Pastis ScpA.

La prima, anche se non ha ancora presentato il bilancio, evidenzia una perdita rilevante, collegata alla limitatezza delle commesse nel settore di ricerca dove la società opera. La società è nel suo complesso impegnata nella messa in sicurezza e nello smantellamento del proprio impianto nucleare: queste attività, sebbene siano pienamente finanziate da SOGIN, obbligano la società a mantenere una struttura e una configurazione complessivamente sovradimensionata rispetto alle necessità delle attività di ricerca, riducendo, conseguentemente, la competitività sul mercato della ricerca.

La società Pastis, invece, sta vivendo una perdurante situazione di crisi dalla quale si spera possa riprendersi con il concretizzarsi dell'intervento più volte auspicato e promesso dell'Università di Lecce, della Regione Puglia e della Provincia di Brindisi. In questa società ENEA è presente con una quota del 2,84% ed è, di conseguenza, marginale rispetto anche agli altri soci pubblici, come il CNR (11,5%) e l'Università di Lecce (23%).

Infine l'esame dei "patrimoni netti delle società" mostra che il 50% delle società ha considerevolmente aumentato, in questi ultimi anni, il proprio patrimonio: il valore complessivo di tutte le società, ad esclusione di EURODIF (il cui valore, peraltro, è cresciuto di un fattore circa 4) è cresciuto di oltre il 17%.

Dall'esame delle commesse nel portafoglio delle partecipate, si nota un continuo aumento delle commesse assegnate all'ENEA: si può affermare, pertanto, che i ritorni immediati in termini economici e finanziari, inizialmente non significativi, vanno assumendo una rilevanza crescente.

Negli ultimi tre anni, i consorzi hanno assegnato commesse all'ENEA per circa 5 milioni di euro e, nei prossimi anni, hanno in previsione di trasferire a ENEA come consorziato (nell'ipotesi che tutti i progetti per i quali sono state presentate nuove richieste di finanziamento siano approvati) attività per circa 25 milioni di euro.

Tutto ciò è particolarmente rilevante in quanto i bandi di finanziamento, ai quali i consorzi partecipano, sono, per loro natura, preclusi agli Enti pubblici; pertanto i Consorzi, anche in termini di intercettori di finanziamenti, svolgono una funzione sinergica all'Ente e non di "competitor".

#### *Ritorni in termini di know how*

Soprattutto nei casi di imprese per la produzione di conoscenze, il principale risultato atteso è costituito da un ritorno per l'Ente in termini di know-how. E' da sottolineare che l'entità del ritorno è funzione del livello di coinvolgimento delle unità programmatiche dell'Ente nelle attività delle partecipate: maggiore è tale coinvolgimento, maggiori sono i ritorni per l'Ente.

In questo ambito, vanno citate le attività sui nuovi materiali svolte da CETMA, CALEF, TRE, PROCOMP, TRAIN e le ricerche nel campo della fusione controllata svolte dal Consorzio RFX.

Nei casi sopra citati, infatti, molti dei progetti svolti dalle società nascono da attività svolte precedentemente nell'ENEA e prevedono la collaborazione con le stesse unità di progetto o di competenza che hanno originato i progetti stessi, assicurando un ritorno di know-how per l'Ente.

Nel caso di società per produzione di beni o servizi, che hanno una destinazione precisa sul mercato, il ritorno che si verifica è in termini di orientamento dell'attività di ricerca e di ingegnerizzazione dei prodotti della ricerca stessa.

#### *Rafforzamento della rete di collaborazioni e distribuzione sul territorio nazionale*

Nel caso di partecipate che operano sul fronte della diffusione e trasferimento, i ritorni vanno valutati essenzialmente in termini di estensione della rete di collaborazioni e di presenza sul territorio.

Nel grafico seguente è riportata la distribuzione sul territorio nazionale delle società partecipate da ENEA.

Tra gli scopi delle partecipazioni dell'ENEA vi è quello di assicurare un'espansione della presenza dell'Ente sul territorio, sia con presidi di conoscenza/servizi di prevalente contenuto tecnico - scientifico, sia fornendo un apporto a iniziative diversificate di sviluppo sul territorio. Le forme di partecipazione variano in ragione del tipo di iniziativa e del grado di apporto che l'ENEA fornisce.

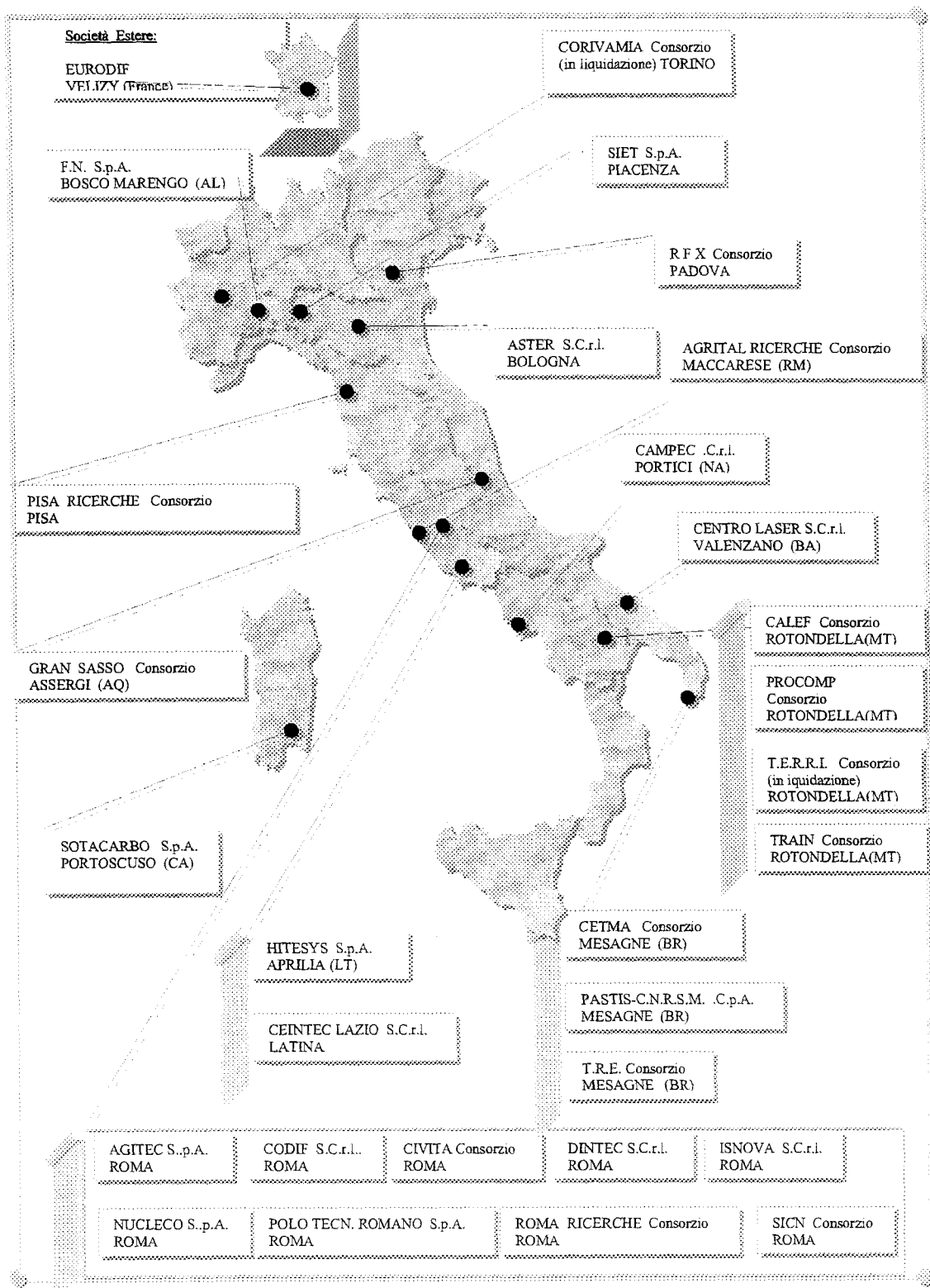
Il collegamento con i soggetti territoriali locali, sia quelli a livello istituzionale sia quelli rappresentativi della realtà imprenditoriale, assicura una continuità con le esigenze e le capacità presenti sul territorio.

A conferma della funzione nazionale dell'Ente, le partecipazioni dell'ENEA, anche se presentano un baricentro spostato essenzialmente nel Mezzogiorno, sono distribuite su tutto il territorio nazionale (Alessandria, Padova, Piacenza, Bologna, Pisa, Roma, L'Aquila, Latina, Cagliari, Napoli, Bari, Brindisi, Rotondella) e in particolare sono localizzate nelle zone che presentano un'alta concentrazione di piccole e medie imprese caratterizzate da forte specializzazione e chiara domanda di innovazione.

Sono pure privilegiate le partecipazioni in aree interessate da Poli Tecnologici in cui l'Ente può efficacemente sviluppare il ruolo di interfaccia tra Università, Organismi nazionali di ricerca, Centri di ricerca industriale e imprese (Pastis-Parco Scientifico e Tecnologico del Salento; Polo Tecnologico Romano, Tecnopolis di Bari, ecc.).

In particolare, le iniziative sviluppate nel corso degli ultimi anni dall'ENEA sono localizzate essenzialmente nel Mezzogiorno, ove maggiori sono risultate le opportunità di finanziamento pubblico per lo sviluppo di ricerche, per la realizzazione di centri di ricerca e di servizi di innovazione tecnologica. La presenza al Centro e al Nord è così affidata essenzialmente alle realtà più tradizionali, con qualche eccezione per quanto riguarda, ad esempio, il polo ceramico di FN ad Alessandria.

**PARTECIPAZIONI - SOCIETA' e CONSORZI:  
Distribuzione Territoriale 2002**



*Sviluppo di nuove linee di ricerca e/o servizio e rilancio di linee già esistenti*

L'attivazione di una specifica partecipazione societaria può rappresentare l'occasione per sviluppare nuove linee di ricerca e/o di servizio, particolarmente per coprire settori non tradizionali per ENEA (come, ad esempio, l'intermodalità ferroviaria) o per rivitalizzare settori di attività che stentano a decollare per mancanza di iniziative, ma che risultano strategici per il Paese.

Questa particolare chiave di lettura giustifica alcune specifiche iniziative societarie, al di là dei risultati di esercizio che potrebbero risultare influenzati da fattori di natura contingente.

*Formazione e inserimento nel mondo del lavoro di nuovi ricercatori.*

Le società svolgono un ruolo rilevante nel campo della formazione di giovani ricercatori sia dal punto di vista scientifico, sia dal punto di vista manageriale. Infatti, caso pressoché unico nel territorio nazionale, mettono a stretto contatto la cultura delle Università, le competenze e le metodologie di ricerca degli enti pubblici (ENEA, CNR, INFN) e l'orientamento al business delle aziende private, creando un mix di valori, riproducibile solo in contesti analoghi.

Il personale direttamente impiegato nei vari Consorzi/Società è pari a circa 460 unità (escludendo dal computo EUODIF); se si considera il personale messo a disposizione dai soci ed il personale assunto con contratti a termine, si arriva ad un totale di oltre 1000 unità.

Le società partecipate svolgono, quindi, un ruolo significativo in termini di occupazione, in particolare di quella altamente qualificata: il personale impiegato, infatti, è prevalentemente giovane e possiede, in massima parte, lauree scientifiche. In definitiva, le Società/Consorzi svolgono, di fatto, un ruolo di formatori di tecnici specializzati per le imprese; tale funzione assume particolare valore essendo svolta in buona percentuale nel Mezzogiorno d'Italia.

Una considerazione importante da fare, a conclusione di questa rassegna di criteri, è che gli elementi di criticità o viceversa di successo delle diverse iniziative societarie rappresentano anche un parametro-spia per valutare il "trend" in un determinato settore tecnologico o di servizio nel contesto nazionale e internazionale, e pertanto, da questo punto di vista, l'esame dell'andamento delle diverse iniziative societarie assume una valenza più ampia e fornisce indicazioni utili sul piano strategico e programmatico generale.

## **16. AGGIORNAMENTO AL 2002 DEL QUADRO DELLE PARTECIPAZIONI PIÙ RILEVANTI**

### ***AGITEC S.p.A***

AGITEC è una società di servizi avanzati, costituita, su impulso del Ministero dell'Industria, da Mediocredito Centrale, ENEA, Unioncamere ed Istituto per la Promozione Industriale al fine di assistere le imprese nella realizzazione di investimenti di innovazione tecnologica.

AGITEC mette a disposizione delle imprese e degli operatori del settore servizi "integrati" (tecnologici e finanziari) e personalizzati seguendo le specifiche esigenze del cliente, tali da facilitare la realizzazione di piani di investimento tecnologico.

Il 2002 ha costituito il sesto anno di attività di AGITEC S.p.A. ed il secondo consecutivo nel quale il bilancio si chiude con un risultato economico in utile.

L'anno è stato caratterizzato dall'assenza di misure agevolative pubbliche che invece negli esercizi precedenti costituivano la base di sviluppo dell'attività. Tuttavia, l'ammontare dei ricavi conseguiti dai servizi erogati alle imprese, senza misure agevolative, è aumentato così come le attività svolte a favore di istituzioni pubbliche centrali. Questa situazione dimostra la capacità espressa da AGITEC di stabilizzarsi sul mercato, sviluppando i propri rapporti con le PMI, anche in assenza di misure per promuovere l'innovazione.

La società ha anche superato le difficoltà create dalla sostanziale sospensione dei finanziamenti pubblici sulla ricerca scientifica e tecnologica. Per effetto di tale sospensione, la Società non ha potuto finalizzare le attività d'indirizzo e affiancamento delle imprese all'ottenimento di finanziamenti pubblici, naturale sbocco delle azioni svolte negli esercizi precedenti, anche conseguenti al progetto SPRINTEC. Di questa situazione AGITEC ha risentito in modo particolare, stante la propria politica commerciale tesa a collegare la maggior parte della remunerazione dei servizi erogati al buon esito della valutazione dei progetti di ricerca.

L'anno 2002 ha visto AGITEC S.p.A. impegnata nello svolgimento delle seguenti attività:

- scouting e promozione di servizi integrati alle imprese per la realizzazione di progetti di innovazione tecnologica. Significativo in questo campo è stato l'accordo con Iniziative Unindustria di Treviso;
- predisposizione, nell'ambito della collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ed in particolare all'interno del "Fondo per la promozione dello sviluppo sostenibile", di cinque progetti di ricerca sulle tematiche previste per la misura 3 del Fondo;
- collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio;
- elaborazione di una "Banca Dati" di 8.700 imprese localizzate nelle regioni del Nord-Est. Per ogni azienda, sono state acquisite informazioni sufficienti ad individuare ed avviare azioni mirate in quei settori dove non sono disponibili strumenti agevolativi in grado di supportare ed aiutare le imprese che intendono innovarsi.

### ***FN S.p.A.***

FN è divenuta di proprietà ENEA nel 1989, su indicazione del Parlamento che, con un ordine del giorno collegato al decreto di finanziamento ENEA, impegnava il Governo a promuovere un'intesa tra ENEA e ENI su FN.

La società, di proprietà ENEA al 98,65% (FIAT AVIO 1,3%, ANSALDO 0,06%), opera a supporto dell'Ente nel completamento della sequenza delle attività di ricerca ENEA, nello sviluppo di materiali e di processi nel campo di prodotti ceramici di caratteristiche avanzate; inoltre, FN opera per la disattivazione delle proprie linee di fabbricazione e a supporto di programmi di disattivazione finanziati tramite SOGIN.

FN dispone oggi di un patrimonio di risorse umane qualificate, competenze, attrezzature e know how sulle tecnologie di fabbricazione e controllo di materiali avanzati, ceramici e compositi resistenti ad alte temperature, nonché di componenti e sistemi prototipici, da applicare alla produzione di energia a ridotto impatto ambientale. Tra le competenze di FN meritano di essere citate le tecniche di preparazione di polveri e granulati, le tecnologie di formatura, la preparazione di compositi a matrice ceramica, la messa a punto di trattamenti

termici ad elevate temperature, la capacità di effettuare lavorazioni meccaniche di precisione e saldature speciali.

Sul piano programmatico, oltre alla collaborazione a largo spettro con ENEA, la società ha sviluppato, sempre con ENEA ed insieme ad Ansaldo Ricerche, attività sulle celle a combustibile e sui componenti ad alto flusso termico per la fusione nucleare e gli scambiatori di calore ad alta temperatura.

In quest'ambito, FN opera come sottocontraente nei contratti di ricerca commissionati ad ANSALDO dalla Commissione Europea. FN ha anche partecipato, come possibile fornitore ANSALDO alle gare, tuttora in attesa di aggiudicazione, per la fornitura del divertore al progetto tedesco Weldenstein 7X.

Per gli scambiatori ad alta temperatura, FN è partner del progetto europeo BAYEX, coordinato da ANSALDO, con la presenza di ENEA, per la progettazione di un prototipo di scambiatore ceramico, da sperimentare presso un sito ENEL, per la combustione indiretta in turbina a gas.

Relativamente agli aspetti economici, va segnalato che i contratti di ricerca stipulati da FN hanno generato, nel 2002, entrate per circa 500.000 euro; il totale delle attività di ricerca, però, ha comportato costi per circa 2,150 milioni di euro, determinando un passivo delle attività di ricerca pari a circa 1,650 milioni di euro. Questo passivo è causato da vari fattori, quali la mancanza di nuovi contratti (che si prevede sarà superata già nel 2003), il fatto che alcuni contratti sono stati stipulati senza una adeguata valutazione dei costi aziendali, la circostanza che sull'area della ricerca hanno di fatto gravato tutte le risorse che SOGIN non ha riconosciuto come operanti nella dismissione dell'impianto nucleare e, infine, il fatto che la società, proprio per la sua configurazione e struttura ancora nucleare, ha costi di funzionamento e amministrativi ben superiori a quelli propri di una struttura di ricerca composta da meno di 20 dipendenti.

Relativamente alle attività nucleari, sono proseguite le attività di disattivazione dell'impianto. Ultimamente, il Consorzio ha riconosciuto a FN le attività svolte nel 2002, pari a circa 4,65 milioni di euro.

La società nel campo nucleare ha operato anche a sostegno di ENEA nella fornitura di servizi tecnici e presso il CCR ISPRA svolgendo attività di manutenzione e assistenza operativa. Infine, nell'ambito del GEDI, costituito con la francese ONECTRA, la società ha effettuato delle caratterizzazioni radiometriche presso il sito della Centrale del Garigliano.

Le attività nucleari, a livello di contabilità industriale, presentano un attivo di circa 800.000 euro che non compensa le forti perdite raggiunte dall'area ricerca. La società chiuderà il proprio bilancio in forte perdita, superiore ad un terzo del capitale. L'Ente sta studiando le soluzioni migliori per superare il grave momento di difficoltà e ricondurre le attività di ricerca in un ambito più definito e con costi accettabili.

Va sottolineato che una rilevante riduzione del personale è avvenuta in questi mesi riducendo l'organico dalle 100 unità di dicembre 2002 alle 78 di aprile 2003.

### **Consorzio RFX**

Il Consorzio, costituito nel 1996 da ENEA, CNR, Università di Padova e Acciaierie Venete (società privata), ha lo scopo di svolgere attività di studio, ricerca scientifica e tecnologica nel campo della fusione controllata. RFX svolge la propria attività nel quadro del programma Fusione Europeo, al quale l'Italia partecipa attraverso il contratto di Associazione ENEA -

EURATOM; il Consorzio, conseguentemente, opera in virtù di un contratto di Associazione stipulato con ENEA.

Le attività del Consorzio nell'anno 2002 sono state orientate alla conclusione dell'opera di ricostruzione che ha riguardato i sistemi di alimentazione elettrica, le modifiche di macchina e il controllo delle instabilità magnetoidrodinamiche del plasma. Nel 2002, inoltre, sono state completate tutte le attività di progettazione e in settembre è iniziata la fase di riassetto della macchina.

Nel 2002 gli studi effettuati sulla fisica del plasma, relativi alle proprietà della configurazione RFP, sono stati rivolti all'analisi e interpretazione dei dati sperimentali ottenuti da RFX prima della fermata.

Il Consorzio ha anche sviluppato nuove diagnostiche. L'attività è stata orientata allo sviluppo di iniettori di fasci di neutri, di Thomson scattering ad alta risoluzione, del miglioramento del sistema di sonde interne alla camera e sul rilevatore SXR multicorde.

Le riduzioni dei finanziamenti nazionali e comunitari, unitamente all'evoluzione del quadro strategico sulla fusione, impongono la necessità di un indirizzo da parte del MIUR sulle strategie e sui programmi d'attività da sviluppare nei prossimi anni nel campo della fusione.

In attesa di tali chiarimenti, il contributo che ENEA ha fornito al ripristino dell'impianto è stato strettamente connesso alle sue disponibilità.

Per quanto riguarda i fondi ENEA per il futuro e per lo stesso 2003, l'Ente, in accordo con gli altri Soci, metterà in atto ogni azione necessaria al reperimento di fondi specifici da destinare ad RFX. Comunque, gli impegni di spesa da parte del Consorzio RFX in relazione alle entrate previste da ENEA potranno essere assunti solo a fronte degli effettivi accertamenti di entrata. Di tale situazione è stato in più occasioni messo al corrente il MIUR.

### ***SOTACARBO S.p.A.***

La SOTACARBO fu costituita in applicazione dell'art. 5 della legge del 27 giugno 1985, n. 351, al fine di predisporre e sviluppare tecnologie innovative ed avanzate per l'utilizzazione del carbone (arricchimento, tecniche di combustione, liquefazione, ecc.).

Gli scenari energetici nazionali prevedono, nel quadro della diversificazione delle fonti, il mantenimento da parte dell'industria elettrica di una quota strategica di impiego del carbone per utilizzi energetici, anche al fine di non disperdere le competenze e le conoscenze esistenti in Italia sul carbone stesso. E' inoltre condivisa l'opportunità di sviluppare iniziative coordinate nel campo della co-combustione di rifiuti e carbone. In particolare, in passato è stata più volte proposta la creazione in Sardegna di un polo di riferimento nazionale per la promozione delle tecnologie per l'uso pulito del carbone.

In questo panorama, che assume un nuovo particolare interesse strategico generale, Sotacarbo, in virtù delle sue finalità, fissate dalla legge istitutiva, e grazie alla costituzione di uno specifico Centro Ricerche sulla filiera carbone, potrà rappresentare il punto di riferimento nazionale per il coordinamento delle attività di ricerca e sviluppo tecnologico sul carbone a sostegno del sistema industriale italiano.

A livello nazionale esiste una volontà di utilizzare la Società come presidio tecnologico sul carbone che ha trovato una concreta disposizione nella legge 140/99 che chiedeva alla Società



di predisporre un "Piano pluriennale di attività" per lo sviluppo di tecnologie per l'utilizzo del carbone.

Successivamente, a conferma e sostegno delle disposizioni della legge precedentemente citata, l'art. 33 (Disposizioni per lo sviluppo delle tecnologie di utilizzo pulito del carbone) della legge n.273 del 12/12/2002 ha definito recentemente alcune modalità di recesso, in particolare per ENEL e ENI-AMBIENTE, che tendono a garantire le disponibilità finanziarie necessarie all'attuazione da parte di Sotacarbo del piano di attività, previo versamento delle quote di capitale non ancora conferite e rinuncia a ogni diritto sul patrimonio societario.

A seguito della conclusione dell'iter di liquidazione di EMSA (che originariamente era azionista di Sotacarbo), le azioni di quest'ultima sono state trasferite alla Regione Autonoma di Sardegna e il Commissario Straordinario dell'Ente ha recentemente inviato una lettera al Presidente della Regione, sia per invitare la Regione stessa a provvedere al trasferimento delle azioni di SOTACARBO in suo possesso ad una struttura in grado di apportare validi contributi tecnico - scientifici e in grado di offrire, se necessario, un adeguato sostegno finanziario alla Società, sia per invitare la Regione ad assumere l'impegno affinché la Società acquisisca nuovi partner industriali interessati allo sviluppo delle tecnologie del carbone, al fine di creare una compagine societaria che metta SOTACARBO in grado di sviluppare articolati e qualificati interventi nel settore.

A livello locale, infine, l'amministrazione comunale di Carbonia ha destinato un importo di circa 2.300.000 Euro per la sistemazione di un primo lotto funzionale della ex miniera di Serbariu che sarà utilizzato quale ubicazione del centro ricerche sul carbone e sulle tecnologie avanzate.

Per quanto riguarda gli impegni programmatici della società che si sviluppano in collaborazione con l'ENEA, nel dicembre del 2001 è stata presentata al MIUR (insieme ad ANSALDO Ricerche, ENEA e all'Università di Cagliari) una domanda di finanziamento, ai sensi della legge 297/99, per lo sviluppo di un progetto di ricerca sulla produzione e sul trattamento di syngas da carbone del valore di circa 11 milioni di euro.

E' stato anche richiesto il finanziamento di infrastrutture, attrezzature e di corsi di formazione, per un investimento complessivo di 2,6 milioni di euro. L'istruttoria del MIUR (con la conseguente concessione del finanziamento) dovrebbe concludersi entro il mese di maggio 2003.

Un secondo settore di intervento della Società è legato allo sviluppo di progetti dimostrativi e di diffusione tecnologica. In particolare, le attività individuate sono connesse allo sviluppo della tecnologia di co-combustione di carbone e rifiuti attraverso la promozione di un impianto prototipo; la soluzione tecnologica promossa da Sotacarbo è stata inserita come soluzione preferenziale nel Piano provinciale di smaltimento rifiuti.

Inoltre, nell'ambito del programma strategico "Nuovi sistemi di produzione e gestione dell'energia", Progetto obiettivo "Vettore idrogeno", l'ENEA ha predisposto, in qualità di coordinatore, una proposta di progetto sullo sviluppo di sistemi e tecnologie per la produzione, l'accumulo e l'utilizzo di idrogeno a emissioni zero.

Il progetto è articolato su varie linee di attività; tra cui la produzione di idrogeno mediante idrogassificazione del carbone e la sua utilizzazione per la generazione, mediante cicli innovativi, di energia ad emissioni zero.

Nell'ambito di questa linea, è all'esame la possibilità di una collaborazione con SOTACARBO sulle seguenti tematiche:

- sviluppo dei sottosistemi di carbonatazione e calcinazione;
- sviluppo del processo di mineralizzazione della CO<sub>2</sub>.

### **SIET S.p.A.**

SIET fu costituita nel 1983 per l'effettuazione di studi, ricerche sperimentali e prove termoidrauliche per la progettazione di componenti e sistemi termomeccanici di impianti energetici e, in particolare, d'impianti nucleari e sistemi per la loro sicurezza.

La Società ha messo in atto, ormai da anni, un processo di diversificazione programmatica che prevede una progressiva riduzione delle attività di ricerca e sviluppo, svolta essenzialmente tramite l'utilizzo dei grandi impianti, verso il settore dei servizi alle aziende, diminuendo nel contempo il peso della committenza da parte degli azionisti.

Nel 2002, il concorso dell'azionista ENEA al fatturato aziendale è stato il 40% del totale, pari a circa 1.600.000 Euro. In particolare, l'attività di ricerca su commessa, svolta sui grandi impianti, ha coperto il 36% del fatturato, le attività di laboratorio per i servizi alle imprese il 47%, gli interventi d'ingegneria e la formazione il 15%.

Sul piano economico, sembra difficile raggiungere l'obiettivo dell'equilibrio ricavi/costi. Nel 2002, si è rilevata una perdita di circa 42.000 euro.

Nel settore grandi impianti, che ha prodotto il 36% degli introiti, le attività sullo sviluppo di dispositivi passivi per la sicurezza degli impianti nucleari di futura generazione sono state relative a un contratto con ENEA e a un contratto pluriennale con Mitsubishi; inoltre, la SIET è in attesa di un contratto con il Governo brasiliano che tarda a concretizzarsi ed ha in corso serrate trattative con ANSALDO -General Electric, Mitsubishi (per la definizione di un nuovo contratto), DOOSAN2, Progetto IRIS, ecc..

Le attività di servizi alle imprese (tarature, ingegneria, certificazione e prova, ecc.), operando in un mercato di elevata concorrenzialità, non hanno offerto, fino ad oggi, margini di contribuzione sufficienti da coprire pro-quota le spese generali. La società sta provvedendo a realizzare maggiori sinergie con altre imprese di settore e ad offrire servizi più integrati.

La società, infine, sta sviluppando tutte le azioni utili per il contenimento dei costi. Si prevede in questo ambito una sostanziale costanza dell'organico che è diminuito di due unità rispetto al 2001. Il costo del personale (17 unità) è pari a circa 43.000 euro per addetto e supera il 50% del valore della produzione. La situazione finanziaria è sostanzialmente buona: la società non ha mai fatto ricorso al credito bancario e i crediti sono pienamente esigibili ed è basso il costo degli organi sociali.

Va tuttavia ribadito che, nell'attuale situazione, il pareggio di bilancio può essere conseguito solo con commesse assegnate da ENEA.

Infatti, tutti gli altri soci, in tempi diversi, hanno dichiarato la loro volontà di uscire dalla compagine sociale. (ENELHYDRO 41,56%, FINMECCANICA, BELLELI, FBM e ANSALDO tutti con il 3,57%). In particolare, ENELHYDRO sta ancora verificando con CESI e SOGIN la disponibilità di tali società a rilevare le azioni ENELHYDRO.

**EURODIF**

La società è proprietaria dell'impianto di arricchimento dell'uranio costruito nel periodo 1974/79 in Francia, a Tricastin (valle del Rodano).

L'impianto è entrato in esercizio nel 1980, e continua a funzionare regolarmente ad una capacità che, pur essendo il 70% di quella nominale, assicura tuttavia una produzione economicamente competitiva sul mercato internazionale.

Da diversi anni, il bilancio di EURODIF si chiude in attivo, consentendo sia di distribuire dividendi, sia di accantonare le somme previste per effettuare lo smantellamento dell'impianto (quantificate in un totale di 500 milioni di euro, da accantonare progressivamente entro il 2010).

Complessivamente, negli ultimi tre anni, l'ENEA ha ricavato da EURODIF utili per circa 5,6 milioni di euro.

**NUCLECO S.p.A.**

La società è stata costituita nel 1981, in ottemperanza alla delibera CIPE dell'11.7.1980 e al conseguente decreto del MICA del 14.11.1980, ed effettua per conto dell'ENEA la gestione operativa a livello nazionale dei rifiuti radioattivi di bassa e media attività prodotti in Italia.

Negli anni 1999-2001, su richiesta dell'ENI, socio di maggioranza, gli utili di bilancio sono stati distribuiti, e non reinvestiti; nel 2002, l'utile di 92.000 euro sarà accantonato per futuri investimenti.

E' in corso la revisione della Convenzione per la gestione dei rifiuti, al fine di introdurre momenti di controllo delle attività e di definire gli indirizzi necessari per operare nel nuovo quadro delle attività nazionali sul nucleare, che comprende sia lo smantellamento degli impianti nucleari sia l'individuazione di un sito nazionale di deposito dei rifiuti radioattivi.

Sul piano societario, considerato che ENI-AMBIENTE ha più volte espresso l'intenzione di disimpegnarsi da NUCLECO, sarebbe auspicabile che SOGIN subentrasse al socio ENI, peraltro sempre meno interessato al problema dei rifiuti nucleari.

**CONSORZIO TRE**

Il Consorzio T.R.E è stato costituito nel luglio 1998, a seguito dell'attuazione di un progetto di ricerca sui temi del recupero edilizio, finanziato dal MIUR nell'ambito del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale 94-99.

Il Consorzio opera prevalentemente nel settore delle costruzioni, che ha un grosso peso per lo sviluppo economico del Paese e registra un giro complessivo di affari di circa 150 miliardi di euro (dati CRESME relativi al 2001). Questo settore vanta un grande mercato di riferimento ma è a basso valore aggiunto, nel senso che non ha capacità di destinare dall'interno grandi investimenti in sviluppo tecnologico ma è nello stesso tempo interessato ad importare tecnologia sviluppata in altri settori.

La componente privata del T.R.E. vanta competenze relative alla gestione e manutenzione dell'ambiente costruito (ICIE S.c.r.l.), alla diagnostica e monitoraggio di strutture (STRAGO S.r.l.), alla realizzazione di opere edili, infrastrutture e di interventi di recupero e restauro di manufatti anche di pregio storico-architettonico (Giustino Costruzioni S.p.A.).

Il Consorzio racchiude quindi tutti gli attori indispensabili per:

- attuare azioni di trasferimento tecnologico rivolte, sia ai soggetti privati che offrono servizi nel campo della analisi e controllo di strutture, della progettazione di interventi di recupero e di gestione e manutenzione del patrimonio immobiliare, sia a imprese che realizzano interventi di recupero e nuove opere, anche complesse, quali grandi infrastrutture civili ed edilizia in zone ad elevato rischio naturale, principalmente di tipo sismico;
- supportare nella fase di progettualità gli enti locali;
- fornire servizi tecnico-scientifici integrati laddove siano necessarie competenze specialistiche non riscontrabili sul mercato:

Il volume di attività del 2001 è stato pari a circa 1,8 milioni di euro, dovuto all'attuazione di progetti finanziati nell'ambito dei fondi per la ricerca applicata previsti dal QCS 1994-1999 e dalla legge 488/92. Il 2002 è stato un anno di transizione ed ha visto partire un grande progetto di ricerca, attuato dall'INGV e finanziato dal MIUR, finalizzato alla messa a punto di tecnologie e metodologie per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'ambiente costruito; al progetto partecipa anche l'ENEA, sia tramite l'attuatore INGV, sia tramite una commessa dal Consorzio TRE. Il progetto per il Consorzio vale circa 5 milioni di euro.

La previsione dei ricavi per il 2003 è stimata in circa 2,2 milioni di euro, con un significativo trend di crescita per il triennio 2004-2006 che dovrebbe portare il consorzio ad assestarsi a fine triennio a ricavi pari a circa 6,5 milioni di euro.

Una parte di queste attività verrà svolta da ENEA che vanta una notevole competenza nel settore e dispone di laboratori d'avanguardia per l'effettuazione di studi comportamentali, dal punto di vista delle sollecitazioni dinamiche, di materiali e strutture.

Nel corso del triennio 2001-2003 sono stati effettuati investimenti in attrezzature, in particolare sistemi di calcolo, per circa 200.000 euro; per il prossimo triennio sono previsti investimenti in attrezzature per circa 600.000 euro.

Le attività fin qui svolte sono state finanziate principalmente tramite fondi europei destinati all'obiettivo 1; per tale motivo, il personale che collabora direttamente con il Consorzio tramite contratti di collaborazione coordinata e continuativa è composto da 10 unità, di cui otto operanti e residenti nel mezzogiorno.

### **CONSORZIO CETMA**

Nel 2002 il CETMA ha conseguito notevoli e significativi risultati che gli hanno consentito di avviare importanti progetti di ricerca (di durata tipicamente quadriennale) e di ottenere commesse di ricerca e di servizio da diversi e qualificati operatori. I risultati ottenuti sono tali da garantire un considerevole incremento (130%) del valore della produzione per il periodo 2002-2006 rispetto al precedente periodo 1998-2001.

Nel 2002 sono stati, infatti, ammessi al finanziamento tutti e tre i progetti presentati dal CETMA nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) "Ricerca, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione" per l'utilizzo, nel periodo 2000-2006, dei fondi strutturali dell'U.E. nelle regioni dell'obiettivo 1. I progetti si concluderanno nel 2006 e riguardano un volume di attività complessivo di oltre 38 milioni di euro, di cui 12 milioni per attività proprie del CETMA ed il rimanente per attività degli altri partner coinvolti. È rilevante evidenziare come, in questi progetti, il CETMA abbia saputo attivare e coordinare una rete di collaborazioni con numerosi partner industriali ed enti pubblici di ricerca.

Sempre nel 2002, il CETMA ha vinto la gara indetta dal Comune di Brindisi relativa a sistemi avanzati di mobilità urbana; il COREPLA ha affidato al consorzio una ricerca in virtù delle competenze acquisite sui polimeri riciclati.

Sotto il profilo tecnico-scientifico, il 2002 è stato un anno caratterizzato da una crescita e da un consolidamento delle competenze nei diversi settori di propria specializzazione.

Sul fronte dell'ingegneria dei materiali e delle strutture, si è accresciuta la capacità di modellazione e simulazione FEM di fenomeni complessi (grazie a progetti come TEPLAN, PUMA ed HERMES), sono notevolmente cresciute le competenze sui materiali compositi polimerici e su quelli ceramici (grazie a progetti come MAVET, MITRAS, PUMA) e sulle problematiche di impiego eco-compatibile e riutilizzo dei materiali.

Sul fronte delle attività di design, sono notevolmente cresciute le competenze di sviluppo prodotto e di metodologie di progettazione quali eco-design, Life-Cycle-Cost, Life-Cycle-Analysis (grazie in particolare al progetto MAVET).

Sul fronte dell'ingegneria informatica, sono cresciute le competenze di sviluppo software applicate a diversi contesti (mobilità urbana, progettazione condivisa, ingegneria medica) e le competenze per lo sviluppo di applicazioni della realtà virtuale grazie a progetti come HERMES, LIVEART, ECOBACH. Il progetto SIDART, oltre alle competenze di sviluppo software, farà crescere le competenze di sviluppo di strumentazione per la diagnostica e l'analisi di immagine.

È da evidenziare che il perfezionamento dei risultati ottenuti nel settore dei compositi termoplastici con il Progetto TECPO (conclusosi nel 2001) ha condotto al deposito di due brevetti relativi ai processi di produzione di scafi in composito termoplastico e di produzione di pannelli sandwich in composito.

I risultati economici riflettono la natura specifica del consorzio e delle sue principali attività, che sono quelle di gestire progetti di ricerca parzialmente finanziati da istituzioni pubbliche nazionali e comunitarie.

Infatti, a fronte di una perdita (circa 86.000 euro) registrata nel conto economico, c'è un incremento pari al 24% del patrimonio netto, che passa da 2.666.608 a 3.296.163 euro.

Il CETMA, già da qualche anno, ha adottato processi di pianificazione strategica ed economica che consentono di formulare adeguate previsioni riguardanti l'evoluzione economico-finanziaria del consorzio.

Sulla base di queste previsioni, si può affermare che tutti gli indicatori economici nel prossimo triennio sono caratterizzati da una forte crescita: il valore della produzione salirà fino a 12 milioni di euro; gli utili di esercizio saranno di diverse centinaia di migliaia di euro e contribuiranno ad alimentare la riserva patrimoniale per il cofinanziamento dei progetti di ricerca; il patrimonio netto punterà a valori superiori ai 9 milioni di euro. Le politiche di gestione della contribuzione dei consorziati, commisurate alle commesse che essi ricevono dal CETMA, consentiranno di gestire adeguatamente e con tranquillità gli aspetti finanziari che sottostanno ad una tale espansione economica.

Parimenti in espansione è il numero di ricercatori che saranno impegnati dal CETMA, sia presso la sede consortile (ove si prevede l'impegno medio di circa 65 persone/anno per tre anni), sia presso le sedi dei soci, dove si prevede di impegnare, ogni anno, mediamente 100 ricercatori.

### **CONSORZIO TRAIN**

Le attività del 2002 hanno prodotto importanti risultati; in particolare, il completamento dei progetti Ferro e Ship Rail Road (costo totale di circa 40 milioni di euro) ha consentito la realizzazione di concreti "dimostratori" e prototipi di sistemi innovativi che hanno riscontrato notevole interesse nel mondo produttivo.

A titolo di esempio si citano:

- l'acquisizione, da parte del consorzio Fantuzzi Reggiane, dei risultati della sperimentazione del sistema OCTOPUS. Il dimostratore, una innovativa gru per il carico/scarico di container da nave e per la movimentazione su banchina, installato nel Porto di Palermo, rappresenta un elemento importante per la operatività del porto stesso ed è attualmente in fase di industrializzazione;
- l'utilizzazione da parte di TRENITALIA della cassa mobile refrigerata per i trasporti intermodali di prodotti da Catania a Colonia, con verifica della cassa stessa come unità di carico adatta al trasporto intermodale di prodotti deperibili;
- la trattativa in corso per l'industrializzazione del prototipo del carro bimodale (vettore ferroviario e stradale)

Inoltre, nel 2002, grazie all'acquisizione di competenze sviluppate nel periodo 1999-2001, il Consorzio ha avviato i progetti di ricerca TELELOG2000 "Sistema per il controllo logistico e la manutenzione di mezzi per la movimentazione", ERANET "Exemplary research and development network for technology transfer in land transport and marine technologies", TADIRAM "Sviluppo di tecnologie e sistemi avanzati per la distribuzione e raccolta delle merci nella città sostenibile", SETRAM "Realizzazione di un sistema esperto con funzioni di simulazione delle modalità di trasporto merci e di selezione dei percorsi sulla base di multicriteria", per un costo totale di circa 10 milioni di euro.

Sono stati, inoltre, elaborati e presentati i progetti di ricerca SITI "Sicurezza in tunnel intelligenti" e AGROLOGIS "Potenziamento della catena logistica intermodale dedicata alla filiera agro-industriale del mezzogiorno", già approvati dal MIUR, per un totale di circa 38 milioni di euro.

### **CONSORZIO CALEF**

Nel corso del 2002, le attività svolte dal Consorzio hanno riguardato principalmente:

- il completamento della fase di rendicontazione del progetto PALES L488/92;
- la predisposizione di nuovi progetti;
- le proposte di nuovi progetti.

Il progetto PALES (terminato il 31.12.2001) riguardava aspetti applicativi di metodologie e tecnologie di progettazione e realizzazione di pannelli leggeri in campo navale e ferroviario.

In particolare, nel caso dei pannelli navali, l'obiettivo, dal punto di vista di adattabilità industriale, consisteva fondamentalmente nel progettare e realizzare pannelli leggeri e resistenti (meccanicamente e chimicamente) e nel ridurre i tempi di produzione, mantenendo elevata la riproducibilità e l'affidabilità del processo di produzione (di fatto una riduzione dei costi). Il metodo ha consentito di ottimizzare la scelta della struttura/peso del pannello e di aumentare la riproducibilità e l'affidabilità del processo; inoltre, se non si considerano i costi di investimento e gestione delle strumentazioni/apparecchiature di saldatura, il processo risulta economicamente più conveniente. Di fatto, il metodo della saldatura laser è una valida alternativa a quello di giunzione tradizionale, basato sulla rivettatura e saldatura a cannello.

Infatti, la società Rodriquez (RCN SpA), dopo ulteriori verifiche fatte nel 2002, ha previsto la realizzazione di car-deck (presso il Consorzio CALEF), da allestire nelle prossime navi, utilizzando le indicazioni costruttive risultate dal progetto (con opportuni adattamenti legati alla progettazione della nave nel suo complesso). Ciò rappresenta una novità assoluta nel settore navale, e contribuirà a migliorare, dal punto di vista tecnologico, il posizionamento industriale, già di leadership, della Rodriquez.

A seguito del progetto PALES (che nel periodo esecutivo ha consentito l'assunzione di 7 laureati e tecnici) risultano ad oggi confermati ed assunti con contratto temporaneo 3 laureati e tecnici specializzati presso il CALEF e 3 unità con contratto a tempo indeterminato presso Rodriquez

Il consorzio CALEF, con il progetto PALES, ha acquisito esperienze e conoscenze tali da rendere possibile nuove collaborazioni con altre organizzazioni di ricerca ed industrie per iniziative congiunte in altri progetti di ricerca:

Nel 2002, il consorzio ha presentato il progetto LACER (Laser ceramico a stato solido ad alta potenza) (L.297/99) insieme a RTM SpA, ELEN SpA, INOA. (attualmente in fase di istruttoria).

Inoltre, il consorzio ha partecipato alla predisposizione di vari progetti in cui è previsto per CALEF il ruolo di terzo affidatario (ruolo che comporta la piena copertura di tutti i costi sostenuti, con finanziamenti al 100%), quali:

- SINAVE, (ex L488), (Attuatore : Consorzio CTMI (Consorzio per la ricerca e lo sviluppo del trasporto marittimo intermodale) (Rodriquez SpA, Calzoni SpA, Caronte e Tourist Ferry Boat SpA, Univ. Di Ms, e di RC);
- MAVET (PON 2001) (Attuatori: ENEA, Consorzio CETMA, Sistema Compositi SpA, ALSTOM Ferroviaria SpA, CNR-IMCB);
- ALISCAFO AD ALA SOMMERSA (L. 297/99), (Attuatore :Rodriquez SpA );
- ALISWATH (PON 2001) (Attuatore: Rodriquez SpA.)

### **CONSORZIO PROCOMP**

Il Consorzio Procomp ha portato a compimento, in qualità di organo attuatore, nel corso del triennio 1999-2001 le attività previste dal Progetto TRASCOMP (L.488/92). Tutta la relativa documentazione tecnica ed amministrativa è stata presentata entro il limite stabilito del 28.02.2002.

Gli obiettivi realizzativi progettuali vertevano nella "progettazione" di componenti innovativi nel campo del trasporto ferroviario e terrestre; in realtà, oltre agli studi di progettazione, sono stati prodotti vari componenti. In particolare, vanno menzionati:

- la predisposizione di un dispositivo in scala 1:1 per test di frenata su carrello ferroviario per treni merci veloci;
- la realizzazione del sistema per lo studio dell'interazione del materiale dello strisciante del pantografo con la linea aerea di contatto. Tale dispositivo simula, per velocità fino a 300 km/h, i carichi applicati e lo spostamento dello strisciante rispetto alla linea aerea, ed è equipaggiato con sistemi di acquisizione ed elaborazione dati;
- l'approntamento del carrello tipo "STRAM" per la captazione della corrente a terra su bande fisse di conduzione.

Il Progetto, dell'importo complessivo di 3,4 milioni di euro, si è chiuso con decreto MIUR in data 7.4.2003 con il riconoscimento del raggiungimento di tutti gli obiettivi realizzativi e di tutte le spese esposte.

Il Consorzio Procomp ha operato altresì in congiunzione con il Progetto TRASMAT (progettazione materiali innovativi, L.488/92,organo attuatore ENEA).

Alcuni componenti realizzati in materiale innovativo sono stati testati nelle reali condizioni di esercizio da parte del consorzio stesso.

La costituzione del Consorzio ha comportato un'implementazione delle attività tecnico-industriali dei suoi partner industriali (MER MEC e Ferraioli) con un incremento di tre posti di lavoro ed un corrispondente incremento delle attività di ricerca per ENEA ed Ansaldo Ricerche.

