

2.2 FUSIONE NUCLEARE

2.2.1 FISICA DEI PLASMI CON CONFINAMENTO MAGNETICO

Nel 1997 l'evento di maggiore rilievo è la serie di importanti esperimenti in deuterio - trizio eseguiti sul Tokamak della Unione Europea JET sito nel Regno Unito. In un esperimento sono stati ottenuti circa 16 MW di potenza di fusione per 0.2 sec., con guadagno rispetto alla potenza iniettata nel plasma di circa 0.8 prossimo al breakeven. In un altro esperimento si sono avuti 4MW di potenza di fusione per 3.5 sec, quindi in regime quasi stazionario, essendo la durata pari a ca. 6 tempi di confinamento dell'energia. Questi risultati rappresentano una buona verifica sperimentale della base fisica per il progetto di ITER. Il programma di FTU comprende due temi principali: a) generazione non induttiva di corrente di plasma e riscaldamento in plasmi di alta densità. b) studio di regimi di alto confinamento mediante controllo del profilo di densità di corrente e di densità di plasma. Gli studi relativi alla produzione di corrente (current drive-CD) sono stati effettuati con un sistema di iniezione di potenza alla frequenza ibrida inferiore (Lower Hybrid) a 8 GHz a livelli di potenza fino a 1.3MW, con buon funzionamento dell'accoppiatore a livelli di densità di potenza superiori a 10 kW/cm². Una completa generazione di corrente di plasma non induttiva $I_p = 350$ kA è stata effettuata per 0,5 s (vale a dire per almeno il doppio di un tempo di diffusione resistiva) ad una densità media pari a $0.5 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$. È stata studiata la capacità di controllo del profilo di corrente col sistema alla frequenza ibrida inferiore, allo scopo di ottenere scariche stazionarie con profili di corrente non monotoni (reverse shear). La configurazione è stata ottenuta lanciando onde che non arrivano al centro del plasma. In una seconda serie di esperimenti, la configurazione è stata ottenuta mediante iniezione di microonde alla frequenza di ciclotrone degli elettroni $f = 140$ GHz già durante la fase di salita veloce della corrente per sfruttare in transiente una situazione di "reverse shear" spontanea. La potenza iniettata era di solo 360kW, ma a causa dell'alta densità di potenza e delle buone proprietà di confinamento del centro del plasma, sono state ottenute temperature degli elettroni superiori a 9 keV (circa 90 milioni di gradi). Su RFX la maggior parte dell'attività è stata dedicata a esperimenti condotti nell'intervallo di corrente 0.6-0.8MA. È stata studiato tra l'altro il miglioramento del confinamento mediante generazione impulsata di corrente poloidale. Nei casi migliori si è osservato un raddoppio del tempo di confinamento dell'energia.

2.2.2 TECNOLOGIE E STUDI PER REATTORI CON CONFINAMENTO MAGNETICO

Per le attività riguardanti ITER i principali obiettivi raggiunti sono stati: completamento della fabbricazione di fili, cavi e conduttori superconduttori necessari per la costruzione delle bobine modello di ITER; dimostrazione sperimentale presso il C.R. Frascati del buon funzionamento in regime dinamico della prima bobina europea superconduttrice costruita con Nb₃Sn; completamento del progetto di due componenti del divertore e del progetto preliminare del "breeding blanket" per la seconda fase operativa di ITER (il progetto sviluppato dall'ENEA è stato assunto come progetto di riferimento per ITER); sviluppo delle attività relative alla manipolazione remota delle cassette del divertore: Divertor Test Platform

(DTP) e Divertor Refurbishment Platform (DRP) presso il C.R. Brasimone; studi riguardanti la neutronica e aspetti di sicurezza ed impatto ambientale del progetto ITER.

Le attività svolte nel quadro del Programma Tecnologico a lungo termine hanno riguardato materiali strutturali, la sicurezza e l'ambiente, i dati nucleari, le sorgenti di neutroni, e la R&S per il mantello di DEMO. In particolare l'ENEA ha continuato le attività sui materiali strutturali (acciaio martensitico e SiC/SiC) e sugli archivi di dati nucleari. Per quanto riguarda il mantello, l'ENEA ha proseguito la sua collaborazione alle attività europee (European Blanket Project) sullo sviluppo del mantello per il reattore DEMO in collaborazione con CEA, FZK, ECN, SCK/CEN, e JRC-ISPRA. Si è anche lavorato al progetto del mantello a fertilizzante liquido ed agli esperimenti correlati, come pure a quello del mantello a fertilizzante ceramico.

Le attività del Gruppo Fisica e Tecnologia della Fusione a Confinamento Inerziale (ICF) comprendono esperimenti con l'impianto ABC di Frascati, studi teorici e simulazioni numeriche relative alla fusione a confinamento inerziale, sviluppi tecnologici sulla fabbricazione dei target e su altri argomenti emergenti riguardo ai drivers per la fusione a confinamento inerziale con laser.

Nel quadro di una collaborazione con l'istituto PN Lebedev di Mosca, sono stati effettuati lavori teorici ed esperimenti preliminari sull'evoluzione di bersagli di schiuma a bassa densità irraggiati con laser. Bersagli in schiuma a bassa densità con diverse caratteristiche sono stati forniti dal PN Lebedev e preparati all'ENEA di Frascati per l'irraggiamento con l'impianto ABC. I risultati ottenuti mediante simulazioni numeriche si riferiscono ad uno studio sulla finestra temporale per l'ignizione di un target compresso con laser da parte di un fascio di ioni pesanti come trigger iniettato dall'esterno. Sulla base di questi risultati, tali studi sembrano poter essere significativi per lo sviluppo dell'energia da fusione inerziale (IFE), poiché sono previsti guadagni (energetici) così elevati da abbassare i requisiti di efficienza per i drivers a valori accettabili.

2.2.3 IGNITOR

IGNITOR rappresenta lo sviluppo naturale dei programmi di ricerca basati su esperimenti ad alto campo magnetico ed alta densità del plasma portati avanti al MIT con le macchine Alcator (Alto Campo Torus) e a Frascati con FT (Frascati Torus) e FTU (Frascati Torus Upgrade).

Il progetto Ignitor ha proseguito secondo le seguenti linee:

- completamento del progetto ingegneristico dettagliato del load assembly e in particolare:
- semplificazione del sistema degli avvolgimenti del campo poloidale
- scelta prioritaria di un materiale metallico ad alto Z (molibdeno) per la prima parete
- Sostituzione della pressa elettromagnetica verticale con una radiale.

Nella fisica, le ricerche sono proseguite sui problemi del trasporto e della stabilità del plasma. Si studia anche l'iniezione di 18MW di potenza a radiofrequenza nel campo di frequenze della ciclotronica ionica (140 MHz) allo scopo di estendere il range di spazio parametrico in cui si può raggiungere l'ignizione, ottenere un maggior controllo sui profili

della temperatura e della corrente, ed evitare o limitare gli effetti delle instabilità interne del plasma.

I costi sostenuti da ENEA finora per IGNITOR ammontano a circa 50 miliardi complessivi al 31/12/97 (finanziati parte con il contributo ordinario, parte con le leggi 345/90 e 644/94 e parte con fondi Euratom), cui occorre aggiungere la spesa di personale che, ad esempio, nel '97 è stata dell'ordine di 600 milioni di lire.

L'ENEA intende affidare le attività di progettazione e di realizzazione di alcuni componenti al Consorzio CITIF, a valere sui fondi della legge 644/94 che stanZIA a tal fine circa 30 miliardi in un triennio. E' stato firmato il contratto di progettazione con il Consorzio, ma per quanto riguarda la realizzazione dei componenti, poiché a tutt'oggi il MURST tiene sospesa l'erogazione dei fondi della legge 644/94, da gestire nell'ambito dell'Accordo di Programma con il MURST, il relativo contratto non è stato ancora stipulato. E' stato tuttavia rinnovato da ENEA il contratto di consulenza al prof. Coppi.

Riguardo all'utilizzo degli stanziamenti del contributo ordinario, e in particolare a quello del 1997, va fatto presente che la delibera CIPE di approvazione del Programma Triennale ENEA del marzo '97 non menziona IGNITOR tra le priorità programmatiche dell'ENEA, mentre prescrive ad ENEA di provvedere con urgenza alla sistemazione dei rifiuti radioattivi. L'ENEA si è pertanto attenuta a queste indicazioni nel predisporre i documenti di bilancio e i piani operativi.

Si prende atto, con soddisfazione, che il Governo ha recentemente approvato un disegno di legge (che verrà sottoposto all'approvazione del Parlamento), per disciplinare alcune normative relative alle attività produttive, nel quale è autorizzata una spesa di 20 miliardi di lire per il 1999 per la realizzazione del programma IGNITOR. Questa iniziativa del Governo, che segue alla posizione favorevole alla realizzazione di IGNITOR espressa dal MICA, servirà a dare certezza alle prospettive del programma.

Con riferimento al Programma complessivo occorre ricordare che:

- per quanto riguarda i costi della macchina, vi è una stima effettuata a costi '93 (*allegato 6*) che prevede un costo globale dell'ordine di 570-610 miliardi di lire: va chiarito che tale costo comprende tutte le infrastrutture, mentre il costo del solo "load assembly" — il nocciolo della macchina — si aggira sui 120 miliardi a costi '93; il costo complessivo è molto influenzato dalla localizzazione e dalle infrastrutture eventualmente preesistenti; la componentistica della macchina (trattamento del trizio, criogenia, manipolazioni, controlli, diagnostica, ecc.) è stata valutata in 180 miliardi per un totale di circa 300 miliardi al netto dell'alimentazione elettrica e delle infrastrutture;
- l'entità dell'investimento e la sua valenza scientifica richiedono che vi sia un'ampia convergenza a livello internazionale per il cui ottenimento è essenziale l'impegno del Governo. Per quanto riguarda gli USA, e, in particolare il DOE, va tenuto presente che le attività USA sulla fusione si raccordano con l'UE nell'ambito di un accordo di cooperazione e pertanto è essenziale il confronto con la UE, per una approvazione del programma, anche al fine di una partecipazione finanziaria

2.2.4 ALTRE RICERCHE SULL'ENERGIA DA FUSIONE

Nel campo della nuova energia da idrogeno, si sono studiati sistemi a bassa dimensionalità (lamine) e si è messo a punto il sistema per la misura dell'elio quale cenere nucleare.

Relativamente all'applicazione dei plasmi, si è approntato l'esperimento "Plasma Focus", è proseguita l'analisi del prototipo industriale di torcia al plasma per lo smaltimento dei rifiuti nocivi ed è stato avviato lo studio di plasmi collisionali per il trattamento di superfici.

2.3 GRANDI SFIDE AMBIENTALI

2.3.1 I CAMBIAMENTI CLIMATICI

- *Modellistica numerica dei fenomeni atmosferici ed oceanici*

Nell'ambito del Progetto UE DICE sono stati effettuati studi di circolazione generale atmosferica ed oceanica, con l'ausilio di modelli numerici complessi

Sono proseguite le attività di modellistica sia atmosferica che marina, in alcuni casi applicando metodi numerici innovativi anche con implementazione dei codici su piattaforme massivamente parallele.

Sono iniziate le attività previste nell'ambito della convenzione ENEA-DSTN

Sono proseguire secondo i programmi le ricerca in campo modellistico numerico relative al Mediterraneo finanziate dall'Unione Europea (MAST-III e MTP-II), in particolare con i progetti CLIVAMP (Climatic VARIability of Mediterranean Paleocirculation) e MATER (MAss Transfer and Ecosystem Response).

- *Osservazioni e misure (gas serra, aerosoli e ozono stratosferici).*

E' proseguito anche nel 1997 il monitoraggio dei gas atmosferici aventi un effetto sul clima.

Sono stati mantenuti gli standard internazionali per la misura della concentrazione dei gas serra.

E' stata potenziata la capacità di monitoraggio della stazione di Lampedusa.

Sono stati realizzati programmi di informazione al pubblico sui problemi dell'ozono stratosferico e predisposizione di un servizio giornaliero, nel periodo estivo, sui rischi derivanti dall'esposizione alla radiazione solare UVB.

Sono state realizzate campagne di misure di ozono totale e gas troposferici al Brasimone.

- *Ricerca sperimentale (paleoclima, Antartide)*

Sono state realizzate diverse attività di ricerca sui ghiacciai antartici e relativi studi geologici

- *Studi climatici e valutazioni di impatto*

E' stata predisposta su commessa del Ministero dell'Ambiente, la Seconda Comunicazione Nazionale dell'Italia alla Convenzione-quadro sui cambiamenti climatici.

Sono stati effettuati studi finalizzati alla stima delle emissioni e degli assorbimenti di gas-serra relativi al territorio nazionale e alla modellizzazione dei flussi di acqua e di carbonio dagli ecosistemi naturali nonché sulla variabilità climatica sul territorio italiano e valutazione della vulnerabilità delle colture agricole e della vegetazione naturale alle variazioni climatiche (progetto U.E.).

2.3.2 DESERTIFICAZIONE

Fornito supporto tecnico-scientifico al Ministero dell'Ambiente nelle attività negoziali e negli adempimenti previsti dalla Convenzione per la Lotta alla Desertificazione.

Organizzato un "focal point" nazionale sul tema della desertificazione che costituisca una efficiente e qualificata interfaccia con partners dell'annesso "Nord Mediterraneo" della convenzione, e che diffonda a livello nazionale informazioni su iniziative ed opportunità che nascono nell'ambito della convenzione.

Supporto alla definizione del programma nazionale di lotta alla desertificazione.

A livello nazionale saranno coinvolti istituti universitari, CNR, organizzazioni non governative, Ministero per le Politiche Agricole.

2.3.3 BIODIVERSITA'

Approccio ecosistemico; diversità genetica — impatto antropico; biosicurezza; tradizioni locali

Gli approcci classici di conservazione della natura hanno alcune limitazioni, se utilizzati come strumento unico per la gestione della diversità biologica. Anche a livello governativo si comincia a sentire l'inadeguatezza di tali metodi di protezione nel mantenere un buon livello di diversità legato ad una adeguata qualità ambientale sull'intero territorio nazionale. A livello internazionale sta prendendo piede il dibattito scientifico su un approccio ecosistemico del territorio che permetta la conservazione e l'utilizzo sostenibile delle risorse di biodiversità. Già diversi casi studio sono stati approntati in alcuni tra i paesi più all'avanguardia nella gestione integrata dell'ambiente (Canada, Stati Uniti, Australia). La partecipazione italiana a tale dibattito, assicurata dal gruppo di lavoro ENEA sulla biodiversità, ha sortito la produzione di un elaborato presentato su invito ad un workshop internazionale tenutosi a Lilongwe (Malawi).

L'obiettivo che si propone il gruppo di lavoro ENEA sulla biodiversità è quello di cominciare una sperimentazione in tal senso anche in Italia, per testare le difficoltà tecniche, politiche, economiche e sociali dell'inserimento di un approccio siffatto nella gestione del territorio e delle risorse viventi del nostro paese. Una sperimentazione in tal senso ha lo scopo di aprire la strada ad un dibattito nazionale che partendo dall'ambito scientifico possa coinvolgere anche i decisori e i fruitori dell'ambiente e porre le basi per la definizione di un nuovo modello di sviluppo orientato ad una reale sostenibilità.

Parallelamente alla sperimentazione di un modello di approccio ecosistemico, il gruppo di lavoro ENEA sulla biodiversità sta lavorando alla definizione dell'influenza di alcuni fattori antropici sulla struttura genetica di specie legate ad un ambiente caratterizzato da equilibrio delicato e alta produttività come la laguna salmastra. Il lavoro, portato avanti nel corso dell'ultimo anno e mezzo, ha dato vita ad una proficua collaborazione con l'Università "La Sapienza" di Roma e sta per essere presentato il primo lavoro ad un congresso internazionale.

L'impegno del gruppo di lavoro si è diretto verso la messa a punto di un documento che definisse le possibili azioni a livello nazionale per favorire la diffusione dell'utilizzo della biodiversità nel rispetto delle norme di sicurezza individuate a livello internazionale. Tale documento è stato elaborato anche partendo dalle difficoltà incontrate dalle industrie italiane che operano nel campo degli organismi geneticamente modificati, quando si scontrano con problemi legati alla biosicurezza. Tale documento, presentato nel corso dei negoziati internazionali sulla biosicurezza, ha contribuito a promuovere il punto di vista italiano sull'argomento.

Il lavoro effettuato dal gruppo sulla biodiversità ha inteso porre l'accento sull'importanza delle conoscenze tradizionali nel campo della conservazione e dell'uso sostenibile della diversità biologica; ciò è vero non solo, come comunemente si crede, nelle aree abitate da popolazioni indigene, ma anche in paesi come il nostro dove le comunità locali hanno avuto, tradizionalmente, una grande importanza nella gestione del territorio e dell'utilizzo sostenibile delle risorse viventi. Ha già preso il via uno studio sulla definizione dell'utilizzo delle risorse di biodiversità da parte delle popolazioni locali italiane, definite sulla base di una matrice territoriale da una parte e di una culturale dall'altra.

Attività di ricerca nel 1997

Sviluppo di metodi di gestione della biodiversità basati sull'approccio ecosistemico e studi per l'individuazione dei relativi indicatori.

Monitoraggio della diversità genetica in popolazioni naturali di ambiente salmastro sottoposto a differenti gradi di impatto antropico.

Studi della diversità biologica marina e costiera relativamente ai problemi di analisi e valutazione necessari per l'attuazione degli impegni assunti dall'Italia in ambito internazionale.

Studio della diversità biologica a livello ecosistemico per l'individuazione di biotopi marini costieri e di insiemi di comunità ad alto tasso di diversificazione per l'analisi di aspetti funzionali e/o ecologici.

Studio della diversità biologica a livello di specie marine per identificare le specie-chiave nei processi di strutturazione delle comunità e nei processi ecologici.

Attività connesse con i problemi di gestione dei biotopi e delle aree protette con particolare riguardo all'impostazione dei piani di gestione e alla caratterizzazione ambientale (Pollino, Policoro ed altre aree protette).

Studio dell'ecologia dei sistemi forestali al fine di valutare gli effetti di varie modalità di taglio e di uso del suolo sull'efficienza ecologica; individuazione di metodi compatibili di gestione dei boschi.

Studio dell'ecosistema risaia ai fini di una gestione compatibile di questo ambiente sostitutivo degli ambienti umidi naturali; produzione ecocompatibile del riso.

Sviluppo delle basi scientifiche per la rinaturalizzazione di corsi d'acqua o di siti antropizzati.

Convenzione Diversità Biologica

Nel campo della biodiversità l'ENEA ha condotto nel 1997 attività di ricerca e supporto tecnico-scientifico nei confronti del Ministero dell'Ambiente nell'ambito della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD).

L'attività ENEA si è articolata in:

- fornitura alle strutture del Ministero dell'Ambiente di supporto tecnico-scientifico relativo a:
 - a. negoziati internazionali e comunitari relativi alla Convenzione sulla diversità biologica,
 - b. preparazione e trasmissione al Segretario della Convenzione e alla Comunità Europea delle comunicazioni periodiche ad essi dovute;
- attività relative a:
 - a. contatti con gli organi della CBD per la messa a punto e il coordinamento delle azioni di implementazione della Convenzione a livello internazionale,
 - b. analisi e diffusione delle informazioni relative alla ricaduta a livello nazionale delle azioni portate avanti a livello internazionale sui seguenti argomenti:
 - Clearing House Mechanism
 - Approccio ecosistemico
 - Popoli indigeni e comunità locali
 - Indicazioni per un uso sostenibile della diversità biologica nazionale.

• Sostenibilità e biodiversità

Sono stati effettuati studi e ricerche sull'uso sostenibile della biodiversità in relazione alla Convenzione sulla biodiversità. In questo ambito è stata anche realizzata una clearinghouse sulla biodiversità mediterranea. Inoltre è stato fornito supporto tecnico-scientifico alla Convenzione sulla biodiversità e supporto tecnico-scientifico al negoziato sulla biosicurezza in relazione alla biodiversità

2.3.4 AGRICOLTURA ECOCOMPATIBILE

Sono proseguite le attività nei seguenti campi:

- sviluppo di metodologie cellulari e molecolari che consentono di conoscere più in dettaglio la struttura e le funzioni del DNA di organismi vegetali superiori, di virus e microrganismi, così da poter trasferire geni attivi che controllano importanti caratteri genetici, particolarmente per il miglioramento di vegetali di interesse economico;
- messa a punto di metodologie biotecnologiche a basso impatto ambientale, che consentono l'ottenimento di produzioni vegetali a fini alimentari o industriali, caratterizzate da incrementi quantitativi del prodotto utile, dal miglioramento delle

tecnologie di difesa dei prodotti, dal miglioramento di caratteristiche qualitative nutrizionali, tecnologiche e sanitarie;

- protezione di piante coltivate da attacchi parassitari, sostituendo metodi ed interventi chemioterapici con metodi biologici di resistenza e/o di antagonismo;
- messa a punto di metodologie innovative per l'estrazione, la purificazione e l'utilizzazione di prodotti di origine biologica a destinazione industriale, mediante biotecnologie e tecnologie chimico-fisiche avanzate a basso o nullo impatto ambientale;
- sostegno alla produzione di prodotti tipici (olivo, grano duro, leguminose da granella, prodotti ortofrutticoli), utilizzando alternative tecnologiche ecocompatibili, che risultino in un minore o nullo impatto per l'ambiente rurale e la salute della popolazione;
- ricerche che tendono a fornire resistenza a virus (per cui di fatto non esiste chemioterapia) con tecnologie di ingegneria genetica ed a ricerche innovative nel campo della nutrizione azotata delle specie agrarie, valorizzando associazioni con microrganismi azotofissatori introdotti in specie (cereali, piante da tubero, e/o industriali, ecc.) in cui finora tale associazione risultava impossibile.

Tra i principali obiettivi raggiunti si possono citare i seguenti:

- maricoltura offshore nel Tirreno toscano (identificazione dei siti di installazione delle strutture di allevamento, della tecnologia impiantistica da adottare e dei protocolli di allevamento);
- crioconservazione dello sperma di teleostei marini di interesse economico (verificata l'efficacia e l'affidabilità dei protocolli per la crioconservazione di spermatozoi delle specie orata, orata giapponese e sarago pizzuto; dimostrata la fattibilità della realizzazione di ibridi tra appartenenti a generi diversi della famiglia degli Sparidi mediante sperma crioconservato);
- sistemi di allevamento e sviluppo sostenibile sul piano socio-economico ambientale in aree svantaggiate (caratterizzazione botanica e geopedologica delle aree di studio prescelte in Lazio e Molise; valutazione delle relazioni suolo/pianta/animale tramite raccolta periodica e analisi di campioni);
- ottimizzazione delle produzioni in sistemi di allevamento vallivo mediante l'utilizzo di "depuratori organici" (conduzione di campagne sperimentali nella laguna di Venezia; verifica che l'efficienza di depurazione è attuata principalmente sulla rimozione di albumine e proteine di origine biologica più che sulla rimozione dei composti azotati e fosforici);
- verifica sperimentale della possibilità di controllo delle alterazioni indotte sull'ambiente marino dalla maricoltura in gabbie (le campagne sperimentali hanno messo in evidenza i flussi di nutrienti resi all'ambiente come composti solubili e sedimentabili);

- introduzione di animali da fibre pregiate (capre d'angora ed alpaca) in aree rurali marginali dell'Umbria (sistemazione aziendale, acquisizione degli animali e loro allevamento; organizzato il sistema per la cernita, il lavaggio, la filatura, la tessitura ed il marketing dei prodotti trasformati o semilavorati);
- lotta biologica integrata assistita dall'elaboratore (realizzate indagini mirate alla conoscenza dei fabbisogni di formazione nel settore; realizzato il prototipo di CD-ROM);
- identificazione di alimenti transgenici (impiegata la "Polymerase Chain Reaction" per l'identificazione di transgeni in pomodoro fresco e in passata di pomodoro; partecipazione ad "intecomparison" per l'identificazione di farine di soia e mais ottenute da Organismi Geneticamente Modificati);
- ingegneria genetica della biosintesi dei carotenoidi (costruiti i vettori per la trasformazione genetica con loro introduzione in piante e *Phycomyces*);
- trasferimento di geni mirato al miglioramento di specie arboree (ottimizzati i protocolli di trasformazione diretti con un sistema biobalistico BIORAD su cotiledoni di *Pinus radiata* e definita l'efficienza di trasformazione transeunte in funzione del promotore mediante analisi istochimiche dell'attività GUS);
- anticorpi ingegnerizzati per la protezione delle piante da malattie virali (selezionati i primi anticorpi contro la proteina di rivestimento del virus TSWV);
- miglioramento della produzione di patate per la trasformazione industriale in Abruzzo (reperite ed introdotte cultivar, linee avanzate e cloni; costituita una collezione in vitro);
- modificazione delle caratteristiche fisico-chimiche dell'amido di patata mediante mutagenesi e trasformazione genetica (isolato il gene GBSS; reperito un gene codificante per un "debranching enzyme");
- fabbricazione di un diodo a singola molecola (è stata messa a punto una tecnica di vaporizzazione e fotoionizzazione multifotonica per molecole organiche e per atomi metallici; sono state eseguite deposizioni preliminari assistite dal campo elettrico generato da una punta micrometrica, sia di molecole organiche che di metalli su dimensioni dell'ordine del micron e spessori di circa 100 nm);
- tintura con tecnologie non convenzionali (è stato messo a punto un sistema di tipo dinamico per la determinazione del grado di solubilità di un colorante in fluido supercritico; è stato realizzato, su scala di laboratorio, un sistema che consente una fase di solubilizzazione del colorante, per diversi tempi di contatto CO₂/colorante);
- introduzione di batteri endofiti azotofissatori e promotori della crescita della pianta tramite micorrize arbuscolari in cereali estivi (sono stati selezionati e caratterizzati batteri endofiti azotofissatori);

- Brassica carinata: nuova coltura per la produzione di biomassa per usi industriali non alimentari (è stato completato il primo ciclo di prove agronomiche; è stato prodotto seme M2 dall'allevamento di semi sottoposti ad irraggiamento gamma);
- trasferimento di resistenza a funghi fitopatogeni in melone mediante *Agrobacterium tumefaciens* e ibridazione somatica con *Cucurbitaceae* ssp (reperimento germoplasma di *Cucurbitaceae* ssp e selezione per resistenza a *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*; isolamento di protoplasti di melone e *Cucurbitaceae* ssp e ibridazioni somatiche);
- Progetto Integrato Trisaia — Sottoprogetto "Colture Industriali" (adeguati i campi sperimentali; realizzata una "screenhouse"; formato il personale; realizzate opere per l'adeguamento degli edifici).

Per la realizzazione dei programmi citati, sono stati intessuti stretti rapporti con Università, Istituti di ricerca del CNR, del MIPA, con Istituzioni di Sperimentazione e Sviluppo regionali e locali.

2.4 AMBIENTE URBANO

2.4.1 MOBILITA'

Nel settore delle tecnologie per il trasporto e la mobilità, è proseguita l'attività sullo sviluppo di un sistema integrato di pianificazione e ottimizzazione del traffico, denominato MOBILITY, che, rispetto alla versione precedente, è stato concettualmente rivisto per renderlo più flessibile e più facilmente "personalizzabile" alle realtà urbane a cui è destinato, tipicamente quelle dei comuni di media grandezza. A tal fine sono stati sviluppati nuovi algoritmi che rendono più rapida ed efficace l'analisi della mobilità, è stato realizzato un sistema di supervisione del traffico ed è stato avviato, in collaborazione con ERG-AMB lo sviluppo di modelli capaci di fornire dati accurati di inquinamento ambientale e acustico.

Utilizzando il sistema MOBILITY, sono iniziate alcune applicazioni dimostrative di elaborazione dei PUT (Piani Urbani del Traffico), quali Terni (concluso), Narni e Casalecchio di Reno, i primi due nell'ambito del progetto europeo SAVE - in PUT.

Relativamente alla dimostrazione di flotte di veicoli innovativi (ibridi) per il trasporto pubblico, nelle città di Terni, Ferrara e Roma, nel 1997, è stato sviluppato il progetto di dettaglio degli interventi (numero e tipo di veicoli, progettazione delle linee di trasporto interessate, progettazione delle infrastrutture di gestione e manutenzione, definizione delle gare di appalto per acquisto dei veicoli, definizione del programma di sperimentazione e della strumentazione necessaria), è stata predisposta la strumentazione su un primo autobus presso le officine fornitrici e su autobus convenzionali per avere dati di riferimento.

Le convenzioni con le tre città prevedono rispettivamente: 8 autobus a Terni, 8 autobus a Ferrara, 12 autobus a Roma.

Nel settore del trasporto pubblico sono, inoltre, proseguite le partecipazioni ai seguenti progetti europei:

- Progetto Thermie FLEETS, nella città di Terni, per l'introduzione di autobus ibridi;
- Progetto JUPITER II, nella città di Firenze, relativo all'adozione di un autobus EURO 2 con pianale ribassato;
- Progetto SAVE, applicato in Argentina, per l'ottimizzazione del trasporto pubblico;
- Coordinamento del progetto PARCO, applicato alla Via Appia Antica di Roma e relativo a sistemi di trasporto innovativi per aree urbane di interesse storico-artistico;
- Progetto COMMUTE, relativo alle strategie di trasporto interregionale.

Nel campo della progettazione e sperimentazione di veicoli elettrici e ibridi per uso urbano e di prove su componenti, sono stati realizzati e sperimentati un dispositivo prototipale per la ricarica di batterie e un sistema di gestione e controllo di veicoli elettrici. E' stato progettato, realizzato, provato al banco e su un veicolo, un drive-train innovativo, a specifiche EUCAR, per una vettura elettrica da città (15-30 KW). Dopo alcuni miglioramenti suggeriti dalla sperimentazione è stato realizzato un secondo prototipo che sarà installato a bordo di un veicolo all'inizio del 1998.

E' stata completata, presso la Casaccia, la stazione di prova per sistemi di trazione. Tale stazione, formata da varie sezioni per i principali sottosistemi, costituisce, insieme al banco a rulli per la prova dei veicoli completi, anch'esso realizzato nel 1997, uno strumento essenziale per lo sviluppo di veicoli elettrici ed ibridi.

In collaborazione con Ansaldo Ricerche e FIAT, è stato avviato un programma di prove di alcuni azionamenti elettrici commerciali e innovativi. Nel campo delle batterie al litio ricaricabili per trazione, in collaborazione con Università e un'Azienda del settore, è stata definita la configurazione di una cella e progettato il processo di fabbricazione, in una linea pilota, di celle e moduli. La linea pilota sarà realizzata nel 1998 presso il Centro Ricerche Casaccia.

E' proseguita l'attività di caratterizzazione in condizioni simulate di batterie al piombo ed alcaline, sia su veicoli della flotta ENEA, sia in collaborazione con il Centro Ricerche FIAT, nell'ambito di un programma quadriennale Joule, promosso da EUCAR.

- *Studio per la ridefinizione della mobilità efficiente in ambiente urbano entro i limiti di compatibilità ambientale, accettabilità sociale, benessere psicofisico individuale e nel rispetto delle risorse.*

Sono state svolte attività per la rilevazione e misura delle emissioni di veicoli in funzione dei parametri stradali e motoristici, in condizioni di traffico reale.

E' stata effettuata una attività per la caratterizzazione delle emissioni in atmosfera di veicoli con diversi sistemi di trazione convenzionali e non convenzionali.

2.4.2 ASPETTI DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE

- *Caratterizzazione dell'ambiente urbano e delle sue componenti dirette ed indirette legate alla mobilità quale elemento baricentrico del contesto territoriale.*

E' stato fornito supporto alle Amministrazioni centrale (Ministero dell'Ambiente) mediante lo sviluppo e l'uso di modelli per la predeterminazione ed il controllo del rumore aeroportuale ed acquisizione ed elaborazione di dati di campagne di monitoraggio specifiche.

Sono stati sviluppati ed utilizzati codici di calcolo per la correlazione traffico-inquinamento.

Sono state effettuate campagne sperimentali, nell'ambito delle convenzioni con il Ministero LL.PP., CEI, Università della Basilicata e Compartimenti ANAS, allo scopo di definire le metodologie da seguire per la pianificazione e progettazione di stazioni di monitoraggio del traffico, definizione delle specifiche di installazione ed uso delle apparecchiature di misura e delle tecniche di acquisizione ed elaborazione dei dati acquisiti.

Sono state effettuate analisi dell'ambiente specifico delle aree urbane, valutazione della interazione tra carico ambientale e componenti del sistema urbano e identificazione degli strumenti di controllo della qualità ambientali delle aree urbane.

- *Individuazione e caratterizzazione dei principali fattori di rischio dell'ambiente urbano e valutazione dei relativi contributi delle diverse sorgenti inquinanti all'esposizione umana ed ambientale.*

Sono stati effettuati studi di epidemiologia ambientale applicata allo studio degli ambienti urbani per evidenziare l'impatto dell'inquinamento sulla salute delle popolazioni residenti in comuni a diverso grado di urbanizzazione, utilizzando anche la banca dati epidemiologica dell'ENEA.

Sono stati avviati studi riguardanti la scelta delle soluzioni più idonee per il miglioramento dei livelli di inquinamento delle aree urbane, nell'ambito dell'accordo di programma MURST-ENEA.

2.4.3 INQUINAMENTO ARIA, ACQUA, SUOLO

- *Qualità dell'aria: valutazione e gestione*

Sono stati sviluppati e/o implementati metodi per la stima delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, modelli per la simulazione dei processi fisici e chimici degli inquinanti in atmosfera su piattaforme convenzionali e parallele, tecniche innovative per il monitoraggio della qualità dell'aria.

Sono stati messi a punto metodi statistici di analisi dei dati di inquinamento atmosferico orientati alla messa a punti di indicatori e indici per la valutazione della qualità dell'aria e per la progettazione/valutazione di sistemi di rilevamento degli inquinanti in atmosfera.

E' stata svolta attività di informazione e formazione sull'inquinamento atmosferico.

E' stato predisposto, su mandato del Ministero dell'Ambiente, del Piano nazionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e della Conferenza Nazionale sulla qualità dell'aria.

E' stato fornito supporto scientifico alle Amministrazioni Centrali nelle attività di predisposizione della nuova normativa europea in tema di risanamento e tutela dell'ambiente atmosferico e di recepimento nazionale di tale normativa.

E' stato avviato, su mandato del Ministero dell'Ambiente, il progetto pilota per la valutazione dell'esposizione a benzene e idrocarburi policiclici aromatici in aree urbane: sviluppo della metodologia e studio di caso relativo all'area metropolitana di Napoli.

E' stata sviluppata modellistica appropriata con individuazione dei sistemi/metodi di monitoraggio in relazione ad alcune tematiche connesse con l'inquinamento atmosferico (finanziamento MURST).

E' stata effettuata la caratterizzazione dell'inquinamento atmosferico e acustico in alcuni aeroporti italiani mediante l'uso del mezzo mobile del Ministero dell'Ambiente.

Sono state realizzate campagne di monitoraggio tramite l'uso del mezzo mobile ENEA.

Coordinamento, in qualità di National Reference Centre nei confronti dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, delle attività nazionali di stima delle emissioni di inquinanti dell'aria.

Partecipazione alle attività del Topic Centre on Air Emissions (TC/AEM) dell'Agenzia Europea per l'Ambiente.

- *Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero*

Sono stati sviluppati metodi per la mappatura dei carichi e dei livelli critici e per la valutazione integrata sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero.

E' stato effettuato uno studio termodinamico sugli effetti dell'inquinamento atmosferico sui materiali.

Assistenza e coordinamento delle attività relative alla valutazione delle emissioni, del monitoraggio e degli effetti dei composti organici volatili con particolare riferimento al benzene (convenzione con il Ministero dell'Ambiente).

Metalli pesanti e composti organici persistenti: assistenza in materia di predisposizione degli elementi tecnici funzionali alla elaborazione della posizione nazionale nell'ambito della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (convenzione con il Ministero dell'Ambiente).

Coordinamento nazionale, su mandato del Ministero dell'Ambiente, delle attività di stima dei carichi e dei livelli critici ed interfacciamento con il Centro Internazionale di Coordinamento degli Effetti (ENEA è il National Focus Centre italiano per la mappatura).

- *Collaborazioni interne*

Collaborazione nell'ambito del progetto SIMOA (progetto integrato Trisaia) in merito a tutte le attività inerenti l'inquinamento atmosferico.

Collaborazione nell'ambito dei piani di risanamento delle aree ad elevato rischio di crisi ambientale di Brindisi, Taranto e Manfredonia in merito a tutte le attività inerenti l'inquinamento atmosferico.

Collaborazione con ERG-SIRE al progetto europeo ESTEEM "European Scenarios on transport-energy-environment for metropolitan areas" in merito alla valutazione ambientale degli scenari mediante simulazione con modelli.

Assistenza alla Federazione Russa per lo smantellamento delle testate nucleari.

Gruppo ad hoc relativo al Progetto "Sperimentazione di un nuovo Servizio di valutazione della competitività tecnologica dell'industria italiana"

- *Attività di intercalibrazione e preparazione/certificazione di materiali di riferimento. Sviluppo e validazione di nuovi sensori e metodi di analisi.*

E' proseguita, secondo la tempistica prevista, la partecipazione alla campagna di certificazione di composti butilici e fenilici dello stagno nei sedimenti nell'ambito del Programma "Standards, Measurements and Testing (SM&T)" dell'Unione Europea.

Sono state effettuate intercalibrazioni organizzate nell'ambito del programma europeo AQUACON riguardanti la determinazione di contaminanti organici ed inorganici in matrici ambientali.

E' stata terminata la fase preliminare della campagna di certificazione di metalli e composti organici nel krill ed in sedimenti antartici, coordinata dall'ISS, nell'ambito del PNRA.

Sono state svolte tutte le attività previste per il 1997 per la campagna di intercalibrazione per la determinazione di metalli pesanti nelle ceneri volanti (Contratto CEE - Programma INCO).

Sono terminate le attività di analisi di omogeneità e stabilità del materiale di riferimento CRM 462 della CEE in vista di una possibile ricertificazione (Contratto con il JRC di Geel in via di definizione).

Partecipazione a Commissioni nazionali ed internazionali per la standardizzazione dei metodi analitici e sviluppo di metodi di analisi, con particolare riferimento alla speciazione classica e operativa (sviluppo, confronto ed ottimizzazione per la speciazione del Selenio in matrici ambientali e di metodiche analitiche per l'individuazione delle diverse frazioni di metalli in matrici; sviluppo ed ottimizzazione di un metodo analitico per la determinazione di argento (Ag) in matrici acquose (Commissione metodi standard ufficiali IRSA).

E' terminato il progetto "Development and validation of s-triazine and pyrethroid-specific immunosensors" (Contratto CEE) in collaborazione con l'Università di Roma "Tor Vergata". Sono state svolte tutte le attività 10997 previste dal progetto MIMICS ("Molecularly Imprinted Materials for Integrated Chemical Sensors") (Contratto CEE) in collaborazione con l'Università di Roma "Tor Vergata".

- *Attività di caratterizzazione di siti contaminati e aree ad elevato rischio di crisi ambientale.*

Completate le attività previste per il 1997 sull'analisi di nutrienti nella zona destinata alla mitilicoltura a Gaeta e le analisi di contaminanti prima e dopo le vasche di decantazione dell'attività di maricoltura a Venezia Valle Figheri.

- *Attività di analisi nell'ambito del progetto Antartide.*

Sono proseguite secondo i programmi le attività di raccolta di campioni e analisi per la valutazione dell'impatto ambientale delle nuove attività e degli impianti nell'area della base italiana in Antartide, la ricerca sulla geochimica degli elementi maggiori, minori ed in traccia, l'analisi di idrocarburi poliaromatici in campioni di particolato atmosferico raccolti nell'area della base italiana in Antartide e la pianificazione di un sistema integrato di monitoraggio e sviluppo di ricerca specifica in supporto alla gestione delle attività scientifiche e tecniche della comunità italiana in Antartide ed agli interventi per la minimizzazione del loro impatto sull'ambiente, nel rispetto degli impegni assunti con la firma del Protocollo di Madrid.

- *Programma di ricerca e sperimentazione per la salvaguardia del mare Adriatico, relativo al potenziamento della struttura di supporto alla ricerca (Convenzione ENEA-MURST).*

L'intero programma è stato completato nel 1997.

- *Monitoraggio e Sorveglianza ambientale*

Sono state effettuate attività di monitoraggio, tra cui quella sulle deposizioni atmosferiche umide e secche comprensivo dello studio sui metalli pesanti (Bologna) e quella sulla tenuta di Castelporziano per l'individuazione della fonte di inquinanti (metalli pesanti) presenti e loro rilevazione.

Sono state effettuate analisi di spettrometria gamma per la certificazione del contenuto di radioattività richiesta per l'esportazione di alcune merci (Montecuccolino e Brasimone) e misure beta e gamma sulle ricadute umide e secche (fall-out) a Bologna e Brasimone.

Sono state gestite le stazioni meteorologiche di Montecuccolino e Brasimone e la stazione automatica di prelievo del pulviscolo atmosferico per la misura della radioattività dell'aria (emettitori beta e iodio).