

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 grafitico, 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 state 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 innestate/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 plantule 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 epitermica 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 γ 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 CO₂ 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 (Princeborn 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 Italiana. 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