

conformità della propria produzione alle norme Europee che, per questi prodotti, prevedono la marcatura CE, possibile dal 2005 e obbligatoria dal 2006.

Gli interessanti risultati ottenuti sulla caratterizzazione a gelo/disgelo dei prodotti per muratura e di alcuni prodotti in laterizio per pavimentazioni esterne, sono stati proposti al TC 125 WG4 del CEN, a cui l'ENEA è stata invitata a dare un contributo per la definizione della normativa.

A conclusione della sintetica descrizione — riportata nei precedenti paragrafi — delle attività e dei risultati dell'ENEA nel settore dei materiali, occorre evidenziare il fatto che questo complesso di attività e risultati ha fatto sì che l'Ente assumesse una posizione di primo piano, sia scientifico che tecnologico, nel panorama nazionale, assumendo un ruolo di interlocutore privilegiato dell'industria tecnologicamente più avanzata.

Le attività svolte hanno visto la collaborazione con 90 soggetti esterni: 45 imprese industriali, fra cui i Consorzi promossi e partecipati da ENEA, grandi aziende quali, ad esempio, STMicroelectronics e Alstom e numerose PMI e 35 organismi pubblici di ricerca, fra cui diversi Istituti del CNR e Sezioni dell'INFN, nonché numerosi Dipartimenti universitari distribuiti su tutto il territorio nazionale.

Sotto il profilo tecnologico, nel corso dell'anno si è registrato un significativo incremento delle attività di servizio per conto dell'industria nazionale operante nei settori trasporti, navale, telecomunicazioni e spaziale. I servizi tecnologici forniti comprendono la taratura di strumenti di misura, la qualificazione di apparati, la caratterizzazione, l'analisi e la messa a punto di processi.

Nel campo delle prove speciali, si possono citare, a titolo di esempio, lo studio di meccanismi di rottura e la messa a punto di processi di saldatura, la mappatura termica e qualifica di forni per trattamenti termici, l'analisi del contenuto di idrogeno su campioni di acciaio e leghe speciali, nonché la realizzazione di un software per un sistema di controllo e la mappatura dei difetti di pale di elicottero.

Fra i committenti industriali, vale la pena citare Ferrari Formula Uno, Minardi Team, Dallara, Das, Olivetti Tecnost, Larimart, Contraves, B.T.G. spa, AMS, Powerflex, Geo-Program, Ansaldo Ricerche e Ansaldo Trasporti, mentre fra gli Enti di Ricerca e gli organismi pubblici si possono citare CNR e INFN e, in aggiunta, il Ministero degli Interni, le Regioni Emilia Romagna e Lazio, e numerosi Enti Locali, tra cui i Comuni di Bracciano e di Faenza.

9.6. Sviluppo e caratterizzazione di sorgenti laser innovative

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

- Sviluppo di sorgenti ad eccimeri e caratterizzazione dei relativi fasci laser
- Nuove sorgenti laser a stato solido nel visibile e vicino infrarosso
- Sorgenti laser ad elettroni liberi
- Componenti ottici per laser ed altre applicazioni

Il laser ad eccimeri di potenza Hercules è stato utilizzato sia per migliorare lo standard internazionale dei parametri di fascio che per la generazione di raggi X da plasma utilizzati per fotolitografia con altissima risoluzione. I detriti del plasma sono stati caratterizzati in previsione del loro abbattimento per evitare il danneggiamento delle delicate ottiche ultraviolette usate nella fotolitografia da proiezione. Su cristallo LiF sono state realizzate strisce colorate di dimensioni trasversali minori di 170 nm e strutture di guida di luce

caratterizzate mediante microscopia ottica sia confocale che in campo vicino. Sono proseguiti gli studi sulla degradazione dei materiali organici luminescenti, ed è stato scoperto che nella molecola Alq3 esistono quattro componenti che decadono con tempi diversi di ordini di grandezza le une dalle altre, con conseguenze importanti per le conoscenze di base ma anche applicative sulla loro stabilità a lungo termine. Le due sorgenti laser ad elettroni liberi realizzate a Frascati sono state utilizzate intensamente, la prima e più vecchia per misure nella regione del THz e la seconda più nuova ed efficiente per interventi di completamento. Entrambe verranno applicate per nuove applicazioni nei campi di THz-Imaging e Near-Field Microscopy. Gli studi effettuati fino ad ora hanno confermato che la radiazione THz non induce danni al DNA delle cellule esposte e non ne modifica le proprietà funzionali, mentre si è osservata una modifica della permeabilità della membrana delle cellule in regime pulsato. Per la realizzazione del nuovo FEL nella regione spettrale VIS-VUV, denominato SPARC, è stato progettato il canale da vuoto dell'ondulatore e sono state studiate le diagnostiche sul fascio di elettroni basate sia su tecnologie provate che innovative.

Numerosi componenti ottici riflessivi e rifrattivi non disponibili sul mercato sono stati realizzati per diverse attività che vanno dalle sorgenti FEL ai laser per microlitografia, dai filtri ottici per le osservazioni dallo spazio ai trattamenti ottici su vetro per migliorare la visione e la protezione delle opere d'arte. Nell'ambito del Programma Nazionale in Antartide (PNRA) è stato progettato un sistema ottico innovativo per il controllo della deposizione di filtri ottici.

9.7. Applicazioni laser

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

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

Ncampo della metrologia ottica laser state progettate, realizzate ed in parte sperimentate in campagne di misura nuove teste ottiche compatte per il Laser Range Finder (LRF) ad alta risoluzione, dedicate ad applicazioni sui Beni Culturali svolte nell'ambito di progetti PON-FESR, e sono state sviluppate ed implementate metodologie che consentono la sovrapposizione delle immagini 3D raccolte in campagna con quelle 2D prodotte mediante altre tecniche di imaging. L'attività sui sensori strutturali in fibra ottica FBG ha portato allo sviluppo di tecniche di inglobamento dei sensori in materiali compositi ed in cemento armato, di tecniche di analisi dei dati finalizzate all'individuazione precoce dell'insorgere di danneggiamenti strutturali, di tecniche metrologiche per il controllo di spostamenti relativi. Nel campo del telerilevamento laser è stata completa l'analisi dei dati raccolti durante la campagna oceanografica Antartica svolta nell'ambito della XVIII missione, ottenendo modelli di produttività primaria e nuovi algoritmi utilizzabili per valutare la distribuzione della sostanza organica disciolta nelle acque a partire dalla riflettanza spettrale raccolta su opportuni canali dai radiometri satellitari.

Per quanto riguarda le diagnostiche ottiche locali sono stati realizzati sistemi LIBS per effettuare l'analisi chimica elementare di superfici in acqua nonché per le analisi di elementi in traccia disciolti, con applicazioni ai Beni Culturali (metalli preziosi, leghe, materiali lapidei), alla conservazione dell'ambiente (inquinamento da metalli pesanti) e all'esplorazione di laghi subglaciali. Il sistema laser fotoacustico è stato utilizzato per quantificare le emissioni di etilene da cellule, mettendo a punto i protocolli sperimentali per la misurazione in aria di tracce di etilene emesso da frutti non climaterici (agrumi) in buona salute e in condizioni di stress.

9.8. Sviluppo di nanotecnologie per microelettronica, optoelettronica e sensoristica

L'attività si è articolata nelle seguenti azioni:

- Sviluppo di processi di sintesi, caratterizzazione e produzione di polveri nanometriche
- Messa a punto di processi di crescita e caratterizzazione ottica di nanotubi di carbonio
- Deposizione di film per lo sviluppo di sensori innovativi

Sono stati prodotti presso l'impianto LUCIFERO, che ha operato con alta affidabilità, quantitativi apprezzabili di nano-polveri di SiC utilizzate per rivestimenti metallici anticorrosione ed antiusura e per migliorare le proprietà meccaniche di fibre di carbonio mediante infiltrazione elettroforetica. Sull'impianto LUCIFERO è stato montato un prototipo di sistema di raccolta delle nanopolveri in liquido che ha consentito l'apertura di un nuovo filone dedicato alla funzionalizzazione superficiale delle nanoparticelle a base di Si per applicazioni biomedicali ed in sensoristica. È stato quindi dato notevole impulso alla caratterizzazione strutturale ed ottica di nanoaggregati di Si modificati superficialmente. Nell'ambito del progetto SINERGIA, è stato investigato il processo di trasferimento di energia da nanoaggregati di Si ad Er che ha importanti ripercussioni sull'ottimizzazione degli amplificatori planari (EDWAs), obiettivo finale del Progetto. È stato migliorato il processo innovativo di produzione di nanotubi di carbonio senza catalizzatore mediante annealing laser di nanoparticelle di carburo di silicio, producendo nanotubi a parete singola di diametro sufficiente a permettere l'inclusione di nanoparticelle per varie applicazioni, e sono stati intrapresi studi sulla caratterizzazione ottica dei nanotubi mediante tecniche non lineari, in particolare generazione di armoniche, volti alla messa a punto di metodologie spettroscopiche di selezione legate alla chiralità delle nanostrutture.

Per applicazioni sensoristiche mediante tecniche L-CVD sono state inoltre cresciute strutture di silicio a fili drogate con metallo, caratterizzate mediante tecniche di analisi superficiale.

9.9. Applicazioni nucleari in medicina

Nel corso del 2004, sono proseguite le attività per la realizzazione presso il reattore TAPIRO di una struttura idonea al trattamento clinico mediante BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) di pazienti affetti da alcuni tipi di tumore cerebrale. In particolare, è stata effettuata la progettazione della parte finale di collimazione del fascio di neutroni con cui trattare il paziente. A tale scopo, sono stati ottimizzati (attraverso simulazioni Montecarlo) la forma e il tipo di materiale per il collimatore e lo schermo neutronico, in modo da adattare le caratteristiche di fascio agli standard stabiliti per i parametri terapeutici (dosi al paziente), di tenere conto delle esigenze della radioprotezione del paziente e di limitare le dosi agli operatori. Il progetto è stato condotto in modo da garantire la necessaria flessibilità delle strutture in previsione di dover trattare con BNCT altri organi (sia con neutroni termici che epitermici). I parametri terapeutici che caratterizzeranno la facility, risultato dell'attività di progetto, sono stati confrontati con quelli ottenuti per il reattore MITR (USA) che rappresenta attualmente uno dei centri di riferimento per questo tipo di terapia.

In parallelo a queste attività, nell'ambito di una collaborazione tra ENEA e ANSTO (Australia), è stato condotto, con risultati incoraggianti, uno studio di fattibilità per l'uso del canale HB1 per BNCT sul reattore RRR di ANSTO attualmente in costruzione presso Sidney,

Australia. L'ANSTO attualmente sta valutando la possibilità di realizzare sul reattore tale facility di neutroni epitermici per il trattamento del glioblastoma cerebrale.

Nel campo della sperimentazione, mediante irraggiamenti su phantoms antropomorfi ed animali da laboratorio, è stata completata la caratterizzazione neutronica e dosimetrica del fascio disponibile nella colonna epitermica attualmente installata sull'impianto.

9.10. Diagnostiche basate su radiazioni ionizzanti e isotopi radioattivi

L'attività si è articolata sulle seguenti linee:

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

È stata completata, mediante spettroscopia positronica, l'analisi dei processi di "secondary ageing" in leghe Al-Cu in seguito a trattamenti termici non convenzionali e la caratterizzazione della permeabilità gassosa di polimeri strutturalmente orientati. Nell'ambito della spettroscopia neutronica, il principale risultato conseguito consiste nello sviluppo della tecnica SANS con fasci di neutroni polarizzati per lo studio del danno da radiazione negli acciai. Sono state condotte analisi microstrutturali di materiali d'interesse, in particolare, per impianti a fusione e per celle a combustibile. In campo radiometrico, sono state eseguite datazioni C-14 su reperti provenienti da suoli dell'Emilia-Romagna. Nell'ambito del Progetto RIAD, sono stati effettuati prelievi di campioni per la valutazione dell'erosione con il metodo CS-137. Sono stati inoltre analizzati alcuni campioni nell'ambito dell'intercomparazione FIRI (Fourth International Radiocarbon Intercomparison). Infine, nell'ambito di Progetti Europei per la Fusione (Progetti ITER e IFMIF) sono stati effettuati studi sull'analisi di sicurezza degli impianti radiogeni, con particolare riguardo all'impatto tra l'impianto radiogeno e l'ambiente e all'inventario radiologico degli impianti irraggiati.

9.11. Sviluppo di tecnologie avanzate energetico-ambientali di derivazione nucleare

Sono stati ottenuti positivi risultati nell'ambito dell'attività di ricerca e sviluppo, finanziata dal MIUR, svolta nello specifico settore del trattamento mediante radiazioni ionizzanti di prodotti freschi altamente deperibili (tartufi, insaccati freschi, prodotti ittici) per garantirne qualità, sicurezza e salubrità.

La qualità degli alimenti presi in considerazione è stata valutata nel corso della conservazione focalizzando l'attenzione sulle caratteristiche chimiche, fisiche, microbiologiche, nutrizionali nonché sensoriali. Accanto ad una puntuale caratterizzazione degli alimenti, è stata studiata e valutata la possibilità dell'impiego di radiazioni ionizzanti per migliorare la qualità igienico-sanitaria e preservare le caratteristiche qualitative dei prodotti durante la conservazione. Come è noto, gli effetti principali prodotti dai processi ionizzanti nelle sostanze alimentari consistono in un risanamento microbiologico da colonie batteriche e/o disinfestazione da insetti attraverso effetti sul DNA. Pertanto, sono state progettate ed effettuate prove di irraggiamento a diverse dosi al fine di valutare la possibilità di impiegare tale trattamento. Gli effetti indotti sono stati valutati mediante controlli chimico-fisici, microbiologici e sensoriali dei prodotti sottoposti

all'irraggiamento. Le indagini microbiologiche condotte su salsicce e spigole hanno verificato l'effetto delle radiazioni gamma sui ceppi microbici di maggiore interesse alimentare.

La sinergia tra dose di irraggiamento, confezionamento sotto vuoto e atmosfera modificata ha avuto effetto diretto su carica microbica, deterioramento e prolungamento della conservazione permettendo di identificare in 0,4 kGy e 3,0 kGy le dosi di trattamento rispettive per salsicce e spigole. Tali dosi consentono un accettabile risanamento igienico sanitario del prodotto unitamente ad una discreta preservazione delle caratteristiche sensoriali.

Positivi sono stati anche i risultati ottenuti nell'ambito della fornitura di servizi tecnico-scientifici di irraggiamento di prodotti e componenti forniti non solo alle Unità dell'Ente ma anche a committenti pubblici e privati sia nazionali che esteri. In risposta alla richiesta di committenti pubblici e privati, sono stati svolti presso l'Impianto di Irraggiamento Calliope numerosi irraggiamenti su componenti e sistemi per applicazioni in settori che vanno da quello per l'elettronica nello spazio o di rivelatori per la fisica delle alte energie sino a quello per datazione di reperti archeologici, per la sterilizzazione della zanzara tigre e altre attività su materiale biologico, acquisendo numerose commesse anche da enti di ricerca stranieri, quali il CERN di Ginevra e l'ETH di Zurigo.

Per quanto riguarda i risultati, complessivamente positivi, delle attività svolte nell'ambito del PNRA e finalizzate allo sviluppo di un sistema di carotaggio di profondità per i ghiacci antartici, va tenuto presente che essi sono stati fortemente condizionati dal fatto che i previsti finanziamenti attesi dal MIUR sono stati resi disponibili solo a fine 2004. Questo non ha però impedito la partecipazione alla campagna antartica 2004-2005 per l'effettuazione dell'ultima campagna di perforazione di EPICA e la prosecuzione della progettazione di massima del sistema IDRA.

9.12. Robotica

Nel corso dell'anno, sono proseguite le due attività principali in questo campo, legate al Progetto TECSIS e ed al Programma di ricerca in Antartide (PNRA). Inoltre, sono continuate le azioni per rafforzare l'inserimento delle attività di robotica nel contesto scientifico e industriale; in particolare, sono in corso contatti con il Ministero della Difesa, per un accordo quadro sulle attività di ricerca e sviluppo di tipo non bellico (attività di "security"), e con ESA, per arrivare alla firma, nel corso del 2005, di un accordo di collaborazione per l'identificazione di operatori ("stakeholders") e strategie di coinvolgimento per lo sfruttamento di risultati di alto livello scientifico-tecnologico provenienti dalla ricerca spaziale sui mercati europei.

Progetto TECSIS

Il progetto riguarda la realizzazione di unità robotiche intelligenti e sensoristica specializzata per la realizzazione del cosiddetti "Musei Remoti", realizzazioni tecnologiche che permettano di accedere all'immenso patrimonio culturale attualmente inaccessibile (reperti sottomarini, zone con microclima che impedisce l'accesso del turista - tipicamente grotte, ecc.) stimolando fortemente il turismo colto nelle aree economicamente depresse della nazione.

Il progetto si svolge in stretta collaborazione con le autorità locali (prevalentemente le Sovrintendenze alle Belle Arti) e con alcune delle realtà di servizio più significative del Meridione.

Nello specifico, i risultati ottenuti nel 2004 comprendono l'esecuzione di una campagna di misura sul sito della Grotta dei Cervi, l'implementazione sui robot terrestri di un sistema di controllo proprietario ENEA basato su una piattaforma open source, lo sviluppo delle strategie

di “collision avoidance” per il robot SARA, lo sviluppo di un simulatore del sistema di comunicazione laser sotto marino, la progettazione di un sistema di visione sottomarino, la progettazione di massima del nuovo sottomarino a basso costo denominato MEDUSA.

PNRA – Robotica

Il progetto RUISS di Robotica del PRNA, di carattere prevalentemente scientifico, consiste nella realizzazione di facilities robotiche di ricerca che debbono essere messe a disposizione di altri gruppi di ricerca operanti sul territorio antartico (Geologi, Glaciologi, Climatologi, Oceanografi).

In particolare questo progetto, ha già consentito la realizzazione di due grandi robot attualmente operanti (SARA, un sottomarino autonomo intelligente, e RAS, un robot mobile di superficie) e di una infrastruttura di automazione e controllo remoto anch'essa già operante nella base italiana.

Nel 2004, le attività hanno riguardato:

- lo svolgimento di una campagna di prova dei sottosistemi di navigazione in Antartide;
- la riparazione ed il riapprontamento del robot SARA dopo la campagna antartica;
- il miglioramento degli aspetti di interfaccia del robot RAS e la messa a punto del sottosistema di rilevamento laser, che ha richiesto una riprogettazione con la sostituzione della elettronica prototipale originariamente impiegata.

9.13. Termofluidodinamica in condizioni di microgravità: realizzazione dell'impianto MICROBO e campagna sperimentale

Sono terminate le attività di messa a punto dell'impianto MICROBO (MICROgravity BOiling) realizzato nel 2003, con finanziamento ASI, per eseguire prove di ebollizione in convezione forzata all'interno di tubi in condizioni di microgravità. Le condizioni di microgravità (10^{-2} g) vengono ottenute con voli parabolici a bordo di un Airbus A300, gestito da Novespace (Società Francese del CNES, Agenzia Spaziale Francese) ed ESA (European Space Agency), su cui viene montato l'impianto sperimentale. Le campagne sperimentali in condizioni di microgravità sono svolte nell'ambito del Progetto triennale (2005-2007) “BOILING” dell'ESA ed in collaborazione con l'industria aerospaziale Francese Snecma Moteurs. La conoscenza dell'ebollizione in convezione forzata in condizioni di microgravità è importante sia per la progettazione dei componenti per satelliti spaziali che saranno raffreddati in bifase (a causa delle sempre crescenti potenze richieste), sia per aspetti di sicurezza relativi a componenti attualmente raffreddati in monofase.

Dopo la caratterizzazione a terra (effettuata nel corso del primo semestre 2004), la preparazione delle prove sperimentali da effettuare sull'aereo e la preparazione dell'impianto in assetto di volo, secondo le direttive Novespace, il primo volo parabolico è stato effettuato nei giorni 26, 27 e 28 ottobre 2004 (ESA PF38, aeroporto di Bordeaux) nell'ambito di un contratto diretto con Snecma Moteurs. Sono state effettuate prove di ebollizione in tubi da 6.0 mm di diametro interno, con FC-72 come fluido di processo, e sono state ottenute informazioni sulla distribuzione delle fasi liquido e vapore all'interno della sezione di prova, sullo scambio termico e sull'influenza delle condizioni di microgravità sulle varie condizioni sperimentali. In particolare, sono state individuate le soglie di transizione, funzione della velocità del fluido e della quantità di vapore presente, oltre le quali l'assenza di gravità non influenza più il fenomeno dell'ebollizione in convezione forzata (forze d'inerzia predominanti sulle forze di

galleggiamento). Inoltre, sono state effettuate prove di quenching (ribagnamento di pareti ad alta temperatura) specifiche per Snecma, e di loro interesse per le problematiche di chilling del combustibile utilizzato nel motore VINCI (idrogeno ed ossigeno liquidi), evidenziando come il ribagnamento di pareti ad alta temperatura abbia in microgravità una velocità dimezzata rispetto alle condizioni di gravità terrestre..

9.14. Sviluppo del sistema agro-industriale

Le finalità programmatiche perseguite mirano essenzialmente a migliorare la competitività complessiva di filiere agro-alimentari e agro-industriali, dalla produzione primaria, alla difesa fito-sanitaria delle colture, alla trasformazione dei prodotti agricoli e zootecnici, alla valorizzazione industriale di colture a destinazione non alimentare e dei sottoprodotti delle industrie alimentari, fino alla qualificazione delle produzioni. Le principali attività di RST&D attuate hanno riguardato essenzialmente lo sviluppo, la sperimentazione e la dimostrazione di metodologie, sistemi e strumenti tecnologici allo scopo di ottenere prodotti e processi innovativi di interesse dei relativi comparti produttivi.

I principali risultati conseguiti riguardano l'ottenimento di prodotti alimentari in linea con le aspettative del mercato e del consumatore; lo sviluppo e la messa a punto di tecnologie mild di trasformazione e per l'aumento della shelf-life di alimenti; l'impiego della Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) per l'individuazione di marker di qualità dei prodotti alimentari; lo sviluppo di metodologie avanzate di diagnostica alimentare e di tracciabilità di prodotti alimentari; la preparazione di materiali di riferimento con l'impiego di impianti di concezione innovativa; l'ottenimento di nuovi prodotti da materie prime vegetali di interesse industriale; lo sviluppo di sistemi innovativi per le colture protette.

Sviluppo di tecnologie per processi agro-industriali

Un risultato di particolare rilevanza è costituito dallo sviluppo e messa a punto di metodologie di estrazione con CO₂ allo stato supercritico di sostanze ad attività fungicida (da foglie di alloro e di agrumi e da semi di vinaccioli) su scala banco e pilota, di metodologie di fermentazione (produzione da sei ceppi di lieviti del genere *pichia*) su scala banco e pilota, di metodologie di conservazione/trasformazione mild, quali concentrazione, liofilizzazione ed essiccazione, di prodotti agro-alimentari e agro-industriali, in particolare microrganismi (lieviti) e prodotti agro-alimentari (pomodoro) fino alla scala pilota. È stato messo a punto un metodo di analisi quantitativa del bergaptene nel cold pressed di bergamotto e una metodologia per le analisi in HPLC fase inversa di polifenoli e di vitamine liposolubili (carotenoidi e tocoferoli) da scarti della lavorazione di brassicacee.

Sviluppo di tecnologie biologiche per la protezione vegetale e animale.

I risultati più rilevanti hanno riguardato la messa a punto di tecnologie e metodologie per il controllo biologico di artropodi e microrganismi dannosi per il sistema agro-alimentare e per la salute dell'uomo, la realizzazione di una biofabbrica (sita a Lamezia Terme) per la produzione massale di artropodi utili, la caratterizzazione chimica e l'utilizzo di principi attivi di origine vegetale come bioinsetticidi nelle produzioni vegetali, come antiparassitari nelle produzioni animali e come cicatrizzanti in medicina veterinaria (brevetto RM2004A000393). È stato ottimizzato il protocollo di trattamento a freddo di arance per la disinfestazione da *ceratitis capitata* wied. Sono stati ottimizzati, in vitro, due protocolli per l'utilizzo di un bioinsetticida, ottenuto per estrazione dai pannelli esausti della lavorazione del neem, come larvicida per

inibire lo sviluppo delle larve della zanzara tigre *aedes albopictus* e bonificare i siti di riproduzione del *culicoides imicola*, insetto vettore della lingua blu delle pecore.

Sviluppo di strumenti e metodologie per i Sistemi Qualità nel comparto agro-alimentare

I risultati più rilevanti hanno riguardato lo sviluppo e la messa a punto di metodiche analitiche basate sull'impiego della risonanza magnetica nucleare (NMR) per l'individuazione di "markers" di qualità dei prodotti agro-alimentari freschi e trasformati (cereali, pomodoro, colture ortive, olio e semole dei grani duri). È stata messa a punto una metodologia per individuare e distinguere, da remoto (aereo), specie selvatiche e OGM di determinate colture agrarie, basata sull'analisi delle loro proprietà ottiche.

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

Nel corso del 2004, sono proseguite le attività relative alla valorizzazione della tecnologia sviluppata dall'Ente per la concentrazione dei reflui caseari e il loro successivo impiego nella formulazione di mangimi per animali di allevamento (Brevetto ENEA RM 2003 A 000114), mediante la realizzazione di materiale informativo specifico per le banche dati CNR-ISRDS e APRE e la partecipazione a diverse mostre e convegni. A seguito di tali azioni sono attualmente in corso contatti per il trasferimento dell'innovazione a diversi operatori del settore italiani e stranieri.

Nel campo dello studio e della sperimentazione di nuovi sistemi per la produzione di sostanze di interesse industriale da materie prime vegetali, sono state effettuate prove di laboratorio di un processo di estrazione di inulina (polisaccaride utilizzabile in sostituzione dei grassi per la produzione di alimenti dietetici) in soluzione acquosa da scarti dell'industria di lavorazione del carciofo, che hanno permesso di individuare una serie di parametri operativi utili per il successivo "scaling-up" a livello di impianto pilota.

Con specifico riferimento all'impiego dell'estrazione con fluidi supercritici per la produzione di sostanze naturali utilizzabili come biopesticidi, sono state condotte attività sperimentali finalizzate alla messa a punto di un processo per ricavare principi attivi ad azione fungicida da foglie di *Citrus sinensis*, *Olea europaea sativa* e *Laurus nobilis*, mediante l'utilizzazione sia di estrattori di laboratorio, sia degli impianti pilota della Casaccia.

Relativamente alla tematica dello sviluppo dell'agricoltura non-alimentare, sono state condotte, presso il CR Trisaia, attività di monitoraggio e valutazione della produttività delle coltivazioni sperimentali di specie utilizzabili a fini energetici e/o come materie prime per l'industria cartaria (miscanto, switchgrass), per verificarne la durata nel tempo e ottenere dati utili per una stima attendibile dei costi di produzione.

10. A5 CAMBIAMENTI GLOBALI

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2004, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

10.1. Modellistica del clima e della variabilità climatica

La modellistica numerica per studi climatici affronta, per aree di particolare interesse per il clima nazionale (Mediterraneo e Nord Atlantico), le problematiche connesse alla variabilità stagionale, interannuale e decennale del sistema accoppiato atmosfera-oceano.

Gli strumenti e le metodologie adottati sono quelli classici della modellistica numerica, ossia l'utilizzo e lo sviluppo di codici numerici attraverso l'utilizzo di grandi macchine di calcolo.

Modellistica oceanografica ed atmosferica

Studio del ruolo dell'outflow del Mediterraneo sulla variabilità della circolazione oceanica in modelli semplificati a pochi gradi di libertà - È stato implementato uno schema per la rappresentazione della dispersione di traccianti in un modello numerico di circolazione generale dell'oceano, sono stati compiuti studi di sensitività della circolazione oceanica globale e sono state fatte analisi della dispersione dell'outflow del Mediterraneo nel Nord Atlantico tramite tecniche lagrangiane applicate a modelli di simulazione numerica.

Ricerche di interazione aria-mare - È stato effettuato uno studio della variabilità stagionale ed interannuale del bilancio di calore nel mar Mediterraneo nel corso dell'ultima decade mediante uso integrato di dati da satellite ricavati da un'ampia varietà di sensori operanti nello spazio, modelli numerici e dati in situ. Lo studio ha evidenziato l'importanza dei dati scatterometri per la stima del bilancio di calore nel Mediterraneo e ha permesso di quantificare l'impatto dell'uso di tali dati (e degli altri da satellite, inclusi i dati delle rianalisi) per la stima del mixed layer mediterraneo sia sperimentale che utilizzando modelli 1-D.

Sviluppo di modelli numerici e di analisi dati oceanografici - Sono stati compiuti studi numerici sugli effetti della marea nello stretto di Gibilterra per quanto riguarda il trasporto di volume e calore. Al fine di aumentare le conoscenze su questo meccanismo, è stato condotto uno studio di tipo numerico, implementando un modello ad alta risoluzione, sia spaziale sia temporale, capace di riprodurre la circolazione mareale all'interno dello stretto di Gibilterra. I risultati della simulazione, confrontati con i pochi dati sperimentali esistenti hanno permesso di stabilire che l'effetto medio delle maree è quello di aumentare il trasporto nello stretto di circa il 30%.

E' stata eseguita un'implementazione parallela via SMS (Scalable Modeling System) del POM (Princeton Ocean Model) che è di fondamentale importanza in studi di tipo climatico per aumentare la velocità di calcolo dei modelli numerici. I risultati ottenuti dall'applicazione di SMS al POM, in termini di prestazione computazionale, sono stati ottimi.

Modellistica atmosferica - Le attività di modellistica atmosferica si sono concentrate essenzialmente su due principali tematiche, una a carattere globale e l'altra relativa all'area Euro-Mediterranea.

Oggetto della prima è stato lo studio della variabilità a bassa ed alta frequenza dell'atmosfera, mentre la seconda è stata dedicata all'analisi dei principali fattori che intervengono nella

determinazione dei parametri superficiali di interesse climatologico nell'area Euro Mediterranea.

Per quanto riguarda le medie latitudini, il principale forzante della variabilità atmosferica su scale temporali interannuali è costituito dall'oceano tropicale. Perciò, nel corso dell'anno, è stata completata la fase di sperimentazione ed analisi delle simulazioni con il modello atmosferico ECHAM4, impiegando diverse risoluzioni verticali per descrivere meglio l'effetto dei processi convettivi tropicali sui risultati delle simulazioni climatiche.

Riguardo alla modellistica in area Euro-Mediterranea, è stata condotta un'analisi comparata tra dati misurati da satellite, in situ e risultati modellistici per la valutazione dei flussi aria-mare presenti sul bacino del Mar Mediterraneo. E' stata, inoltre, condotta una verifica delle previsioni generate da modelli numerici accoppiati per quanto riguarda le precipitazioni avvenute nel corso del XX secolo.

Sono state confrontate le componenti del ciclo idrologico del Mar Mediterraneo (evaporazione e precipitazione) fornite dalle rianalisi globali prodotte da NCEP e dati satellitari. I risultati del modello regionale utilizzato dall'ENEA ad area limitata ad alta risoluzione sono incoraggianti.

10.2. Analisi e ricerche sperimentali sulla variabilità climatica

Le attività sperimentali riguardano principalmente la ricostruzione dei climi del passato e la variabilità del clima attuale, tramite osservazioni sperimentali da stazioni climatologiche (Lampedusa, Antartide) o dallo spazio dei parametri climatici e dell'ozono stratosferico. Questo filone di attività ha l'obiettivo generale di distinguere la parte fisica e fisico-chimica degli andamenti naturali del sistema ambientale globale e mediterraneo dalle perturbazioni aggiuntive o sinergiche indotte dalle attività umane. In particolare, sono state svolte analisi di dettaglio e studi per comprendere l'andamento e la variabilità del clima presente e passato (paleoclima) nell'area mediterranea ed in Antartide; i dati sperimentali acquisiti sono utilizzabili anche nelle attività di modellistica.

Studi sperimentali sull'evoluzione del clima del Mediterraneo

Osservazioni continuative su lungo periodo di parametri climatici - Sono stati realizzati studi sulle modificazioni della composizione dell'atmosfera e della loro influenza sul clima sulla base di osservazioni effettuate presso l'Osservatorio Climatico "R. Sarao" di Lampedusa, dove vengono realizzate misure continuative (e in alcuni periodi, anche misure addizionali intensive) di vari parametri climatici e sono divenuti operativi alcuni sistemi di recente sviluppo e/o acquisizione (sistema per la misura di composti alogenati ad effetto serra, spettrometro per la misura di flussi attinici e coefficienti di fotodissociazione, sistema per radio- ozonosondaggi, campionatore a filtri per aerosol).

A Lampedusa ha avuto luogo la campagna sperimentale Central Mediterranean Aerosol and Radiation Experiment, nella quale sono state effettuate osservazioni da terra e dallo spazio finalizzate allo studio delle proprietà degli aerosol atmosferici e della loro influenza sul bilancio della radiazione.

Allo scopo di affrontare la complessità dell'area mediterranea è stata attivata una Rete Nazionale di Misura dei Gas ad Effetto Serra (Green-net), tra le stazioni (Plateau Rosa, Monte Cimone, Lampedusa) che effettuano misure di fondo di questi gas. I risultati principali delle analisi effettuate hanno messo in luce alcuni importanti processi che regolano il clima ed agiscono simultaneamente ed in direzioni diverse (tasso di crescita del metano, biossido di carbonio, ecc.).

Caratterizzazione paleoclimatica e del clima storico - Gli studi effettuati hanno permesso, tra l'altro, di evidenziare che:

- nel tardo-Pleistocene superiore le principali fasi di trasporto (da W e SW) degli aerosol sono coeve e documentate in Libia, Lampedusa e Italia Centrale;
- le oscillazioni di livello del Lago di Mezzano negli ultimi 20.000 anni sono state determinate da variazioni climatiche risentite a livello globale e regionale: solo in alcuni periodi di durata limitata l'uomo è stato in grado di provocare un impatto evidente sul livello lacustre;
- negli ultimi 2500 anni, le aree di alta montagna dell'Appennino sono state soggette a notevoli variazioni ambientali a causa del mutare del clima (temperatura e precipitazioni) evidenziando che anche modeste variazioni climatiche possono, con l'eventuale concorso degli interventi antropici, dare luogo a sensibili variazioni ecologiche.

Caratterizzazione della variabilità climatica in Antartide e correlazioni inter-emisferiche

Ricostruzione paleoclimatica e paleoambientale - I più importanti obiettivi raggiunti sono stati la conclusione della perforazione EPICA a Dome C, che ha raggiunto la profondità di 3260 m. e l'inizio della perforazione a Talos Dome. E' stata completata la caratterizzazione dei livelli di polvere vulcanica contenuti nella carota di ghiaccio EPICA. L'età del ghiaccio raggiunto da questa carota è stimata di circa 900.000 anni ed è la più antica finora mai ottenuta. Sono state individuate le sorgenti principali di particolato vulcanico sulla calotta est antartica e le principali traiettorie atmosferiche degli ultimi 200.000 anni. Attraverso alcuni livelli vulcanici sono state effettuate correlazioni stratigrafiche con le altre due antiche perforazioni disponibili sulla calotta antartica (Vostok e Dome Fuji). Le analisi chimiche dei campioni raccolti nelle traverse ITASE hanno permesso di ricostruire le variazioni delle precipitazioni e della composizione chimica dell'aerosol nella Wilkes Land negli ultimi secoli.

Ozono stratosferico: monitoraggio e studio dei processi - Sono state compiute analisi integrate delle osservazioni effettuate a Thule (Groenlandia) tramite lidar e spettrometro millimetrico allo scopo di mettere in relazione la variabilità nella concentrazione di alcuni costituenti della stratosfera con cambiamenti nella sua struttura termica. Misure lidar a McMurdo (Antartide) hanno permesso di caratterizzare i vari tipi di nubi stratosferiche polari e la loro distribuzione temporale durante l'anno, permettendo la loro parametrizzazione all'interno dei modelli GCM e chimici di previsione decennale dell'ozono stratosferico.

Analisi ed osservazioni climatiche con tecnologie aerospaziali

Sono state svolte attività dedicate allo sviluppo ed integrazione di tecnologie innovative per lo studio e la gestione dell'ambiente e del territorio. Si tratta delle tecnologie dell'Osservazione aerospaziale della Terra (OT) e dei Sistemi Informativi Territoriali (SIT), nonché delle tecnologie della localizzazione (GPS), della navigazione (GNSS) e delle comunicazioni (audio, video) satellitari. Le attività affrontano organicamente tutte le problematiche di R&ST connesse con il processo di mutua integrazione delle tecnologie citate, in modo che esso risulti funzionale rispetto ai differenti obiettivi da conseguire. Tali problematiche includono, tra l'altro, lo sviluppo di algoritmi di elaborazione dei dati e delle immagini di OT, nonché la progettazione dei SIT e la loro coerente ed efficiente implementazione.

Sviluppo e realizzazione del WebGIS-ILA (Italian Logistics in Antarctica) - La realizzazione del WebGIS-ILA in ambiente internet è stata ottenuta mediante metodologie e strumenti

software che, allo stato dell'arte, sono all'avanguardia nel campo dell'accessibilità e della gestione di informazioni geografiche tramite web. In esso già è presente un corredo di informazioni territoriali e di carattere logistico provenienti dalle diverse discipline di ricerca scientifica che si svolgono in Antartide. Sono stati ottenuti ulteriori risultati riguardanti l'inserimento di nuove cartografie, di nuovi dati dai Rapporti di Spedizione e di nuovi Rapporti. È stata elaborata, inoltre, l'immagine satellitare IKONOS dell'area antartica di Edmonson Point: è stata georeferenziata e migliorata radiometricamente in modo tale da rendere ben visibili i particolari delle aree deglaciata. È stato, infine, realizzato un DEM della stessa area su cui "spalmare" l'immagine satellitare. Il sito Web del GIS-ILA è stato, infine, reso visualizzabile tramite il sito ufficiale del PNRA all'indirizzo 'http://www.pnra.it', sotto il menù "SERVIZI".

Analisi da satellite dei fenomeni di degrado del suolo e definizione di mappe di variabili climatiche - È stata sviluppata e messa a punto una metodologia per la classificazione delle coperture nuvolose su base pixel per immagini provenienti dal satellite Meteosat. Tale classificazione consente di distinguere il tipo di nuvola presente nell'immagine. Ciò consentirà, in seguito, la valutazione della probabilità che quel dato tipo di nuvola rechi pioggia. I dati al suolo consentiranno di verificare la bontà della previsione, permettendo, in conseguenza, l'aggiustamento dei programmi per le previsioni di piovosità. Sarà possibile, inoltre, la definizione di zone climatiche e mappe di precipitazioni, attraverso dati satellitari e al suolo.

Analisi di serie di riprese satellitari per la definizione degli indici di vegetazione ai fini della dinamica dei fenomeni di desertificazione - È stata pianificata ed eseguita una campagna estiva di rilievi aerei tramite un tipo di piattaforma tecnologicamente molto innovativa, basata su aerei ultraleggeri adeguatamente equipaggiati con strumentazione avanzata. La campagna è stata condotta in Basilicata (Policoro), sulle aree di test del progetto, caratterizzate sia da vegetazione naturale (bosco/macchia mediterranea) che d'interesse agricolo (coltivo-frutteti/agrumeti). Il piano di volo e la configurazione dei sensori sono stati programmati al fine di permettere l'elaborazione di indici spettrali idonei alla stima dei parametri biofisici della vegetazione con risoluzione spaziale adeguata (< 1 m.). Dopo la caratterizzazione delle aree si è proceduto alla localizzazione esatta dei siti di misura al loro interno con sistema GPS. Su tali siti sono state eseguite le misure sia di parametri biofisici sia spettrali tramite spettrometro portatile ASD Fieldspec Pro. Nell'area di test di Policoro le misurazioni sono state eseguite, in sincronia con i rilievi aerei, i passaggi del satellite IKONOS e del satellite Landsat TM/ETM. I dati multispettrali acquisiti tramite sistema aviotrasportato hanno subito una prima elaborazione allo scopo di determinare lo stato della vegetazione del suolo ed individuare i processi di desertificazione in atto.

10.3. *Clima, mare e sviluppo sostenibile*

I cambiamenti climatici sono il problema cruciale dello sviluppo sostenibile e per l'Italia, gran parte di questo problema è legato all'uso della risorsa mare come fattore di sviluppo. In particolare il mar Mediterraneo è anche un ambiente unico non solo per le sue caratteristiche climatiche, ma anche per la peculiare biodiversità degli ecosistemi. I cambiamenti climatici e gli altri cambiamenti globali pongono rilevanti problemi nel Mediterraneo sia dal punto di vista ambientale che dello sviluppo socio-economico. Le attività hanno la loro base progettuale nei grandi progetti internazionali sullo sviluppo sostenibile che sono stati varati a seguito della

approvazione dell'Agenda 21. In particolare, le attività sono finalizzate all'individuazione e sviluppo di metodi per assicurare un uso sostenibile delle risorse marine e un'efficace gestione dell'ambiente marino. Le attività, inoltre, hanno una forte componente sperimentale in mare perché la valutazione delle conseguenze dei cambiamenti climatici e globali sugli ambienti marino costieri mediterranei possono trovare verifica e soluzione se connessi ad un sistema interdisciplinare di osservazione ed analisi dei processi, accoppiato con modelli predittivi dell'atmosfera, dell'oceano e delle variabili biogeochimiche. Le attività svolte, infine, sono focalizzate anche all'acquisizione di dati e informazioni, compresi gli studi di processi fisici e biogeochimici marini, utili alla soluzioni dei problemi di prevedibilità dell'evoluzione dell'ambiente marino costiero in relazione a cambiamenti climatici ed ambientali globali.

Studi e valutazioni su clima e ambiente marino mediterraneo

Queste attività sono condotte secondo due linee principali: comprensione dei processi fisico-chimico-biologici dell'ecosistema marino e loro interrelazioni; sviluppo di sistemi operativi per la previsione dell'ecosistema marino a breve e medio termine.

Nell'ambito della prima linea si effettuano misure e studi rivolti alla comprensione dei processi che controllano il funzionamento e la variabilità degli ecosistemi marini mediterranei e la loro risposta a cambiamenti naturali o indotti da perturbazioni antropiche, e fanno riferimento ai grandi programmi internazionali di ricerca sui cambiamenti climatici (JGOFS-SOLAS, LOICZ).

Nell'ambito della seconda linea si sviluppano diversi moduli di un sistema complesso di previsione dei cambiamenti dell'ecosistema mediterraneo a medio e breve termine. Le attività di questa linea sono inserite nel programma internazionale Global Ocean Observing System (GOOS) dell'UNESCO - IOC e WMO e nella sua componente costiera COOP. Ci si avvale di sistemi e programmi dedicati per l'acquisizione, la trasmissione in tempo reale e la validazione dei dati sperimentali, che vengono poi utilizzati in specifici modelli previsionali, inclusa la previsione del comportamento di particelle lagrangiane.

Relazioni tra idrodinamica, ciclo dei nutrienti e componente biologica - Le attività hanno riguardato la variabilità del Mediterraneo ed in particolare i cambiamenti che si sono verificati nella circolazione del Mediterraneo Orientale, la loro propagazione nel bacino occidentale e la loro influenza sui cicli biologici e sono stati effettuati studi di processo e acquisite serie temporali di dati in aree-chiave. Nell'ambito di una collaborazione bilaterale Italia-Grecia è stata conclusa la prima fase degli studi nel Mare Egeo, con l'analisi della distribuzione di traccianti per la valutazione dei meccanismi che hanno portato alla formazione di acque dense che, fuoriuscendo nel Mediterraneo Orientale, hanno profondamente modificato le caratteristiche e la circolazione delle masse d'acqua intermedie e profonde di questo bacino. E' stata conclusa l'elaborazione dei dati relativi ad uno studio multidisciplinare sul Canale di Sicilia, volto a valutare le relazioni tra circolazione e produttività dell'area, le caratteristiche del ciclo biologico e il ruolo del Canale nella modificazione delle caratteristiche fisiche e chimiche delle masse d'acqua scambiate tra Mediterraneo Orientale ed Occidentale.

Analisi delle interazioni costa mare e valutazione della risposta dei sistemi costieri ai cambiamenti naturali o di origine antropica - Nell'ambito della convenzione con il Parco delle Cinque Terre è stato concluso il primo anno di monitoraggio della qualità delle acque costiere basato su un sistema di misura in continuo di parametri fisici, chimici e bio-ottici nella colonna d'acqua (sviluppato nell'ambito del programma MIUR "Ambiente Mediterraneo) e su campagne periodiche di misura. I risultati del monitoraggio in continuo sono disponibili in tempo reale nei siti web del CRAM e del Parco delle Cinque Terre. Nella stessa area è stata

completata la prima parte di uno studio per la caratterizzazione sedimentologica e geomorfologica, con prelievo di sedimenti e analisi granulometriche, primo stadio per la definizione di una cartografia di dettaglio delle caratteristiche fisiche dell'ambiente, come strumento di gestione costiera.

Sviluppo di sistemi e metodologie per l'oceanografia operativa - Sono stati sviluppati nuovi strumenti di osservazione come 'lanciatori multipli' di sonde a perdere (XBT) da utilizzare in navi commerciali per misure di temperatura nella colonna d'acqua e si sta mettendo a punto la realizzazione di un veicolo 'trainato' per misure multidisciplinari.

Sono state effettuate una serie di attività di monitoraggio del mar Mediterraneo, i cui risultati hanno permesso di mettere a punto un modello di circolazione marina per previsioni meteorologiche. I dati sono stati elaborati e resi disponibili in tempo reale ed accessibili attraverso Internet. Tali dati sono utilizzati per rilevare cambiamenti ambientali, studiarne l'evoluzione, essere assimilati in modelli di previsione. I risultati dei modelli di previsione (che consistono in campi tridimensionali di correnti marine, temperatura e salinità) servono da input per fornire prodotti a diversi tipi di utenti. Per esempio, un modulo serve a prevedere il cammino di eventuali idrocarburi versati in mare. Altri moduli prevedono l'evoluzione della produttività primaria.

10.4. Infrastrutture di riferimento per la ricerca

L'ENEA ha dedicato e dedica particolare attenzione allo sviluppo dell'Osservatorio Climatico "R. Sarao" di Lampedusa, identificato fin dal 1992 quale stazione di riferimento per la misura dei gas ad effetto serra nell'area del Mediterraneo. L'Osservatorio ha due finalità principali:

- eseguire misurazioni di lungo periodo di parametri di interesse climatico per lo studio del clima nel Mediterraneo e per ottemperare agli impegni presi dal Paese negli Accordi e Convenzioni Internazionali;
- effettuare studi su specifici processi climatici, principalmente legati al trasferimento della radiazione ultravioletta, visibile ed infrarossa in atmosfera, attraverso l'integrazione di una ampia serie di osservazioni da terra e da satellite, al fine di ridurre le incertezze associate alle stime del bilancio radiativo e migliorare la comprensione e la parametrizzazione dei fenomeni associati.

L'Osservatorio è inserito nella rete mondiale Global Atmospheric Watch (GAW) della World Meteorological Organization (WMO).

Nel corso del 2004, sono state realizzate alcune campagne di intercalibrazione, con la partecipazione di organismi di ricerca nazionali ed internazionali, per la standardizzazione della strumentazione, allo scopo di garantire l'affidabilità e la qualità dei dati della Stazione nel contesto internazionale.

Sono state effettuate con successo, previa acquisizione dell'autorizzazione da parte dell'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC), i primi lanci di palloni-radio-sonda per la misura del profilo verticale dell'ozono e dei parametri meteo. La World Meteorological Organization è impegnata nell'effettuare e nel promuovere le osservazioni dell'ozono stratosferico con metodologie non ottiche ovvero attraverso la rete mondiale di stazioni di ozonosondaggi WODC (World Ozone Data Centre). Il successo della campagna di misure consente

all'Osservatorio di confrontare i risultati di queste misure (ottenuti con metodologie non ottiche) con quelli ottenuti dalle misure (in corso da 6 anni) che utilizzano metodologie ottiche.

11. A.6 AL SERVIZIO DEL SISTEMA PAESE

Nel seguito viene riportata, per le principali linee di attività svolte nel 2004, una sintetica descrizione dei risultati più rilevanti ottenuti nel corso dell'anno.

11.1. Il Progetto Antartide

Il Consorzio PNRA S.C.r.l., costituito il 13 maggio 2003 tra ENEA, CNR, OGS ed INGV, ha assunto la piena responsabilità dell'attuazione del PNRA, precedentemente affidata all'ENEA, assumendo il coordinamento ed il controllo delle attività e delle risorse rese disponibili dai Ministeri e dai soci del Consorzio e la gestione delle infrastrutture già acquisite o realizzate da ENEA negli anni precedenti.

Nel corso dell'anno, per l'organizzazione e l'attuazione della XX Campagna Antartica, il Consorzio ha continuato ad avvalersi prevalentemente delle risorse umane dell'ENEA, per lo più già utilizzate nelle precedenti campagne, dei servizi dell'Ente in materia contrattuale, di approvvigionamenti sui mercati italiano ed esteri ed addestramento del personale e, infine, delle strutture dell'Ente site nei Centri di Casaccia, Bologna e Brasimone.

Le risorse umane, i servizi e le strutture sono stati assicurati al Consorzio nell'ambito di un'apposita convenzione che regola le modalità di erogazione ed i relativi aspetti economici.

In merito, lo statuto del Consorzio stabilisce che, in termini economici, i soci partecipino al funzionamento del Consorzio in proporzione alla propria quota di partecipazione; le risorse che l'ENEA ha assicurato al Consorzio per l'organizzazione e l'attuazione della XIX Campagna Antartica sono di gran lunga superiori alla quota di partecipazione dell'Ente (28%) e daranno diritto ad un rimborso da parte degli altri soci.

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 2004, quindi, riguardano sia la chiusura delle attività della spedizione 2003-2004 (XIX Campagna) che la preparazione della spedizione 2004-2005 (XX Campagna), con attività svolte sia in Antartide che in Italia.

Attività in Antartide

Spedizione 2003-2004

Il periodo gennaio-febbraio 2004 è stato caratterizzato dalla prosecuzione e conclusione delle attività svolte in Antartide durante la Spedizione 2003-04. Queste hanno interessato la Stazione Mario Zucchelli a Baia Terra Nova (SMZ), la Base di Dome C, la nave *Italica* e la nave geofisica *OGS-Explora*. A SMZ è stato effettuato l'ampliamento dei locali magazzino elettrico e falegnameria tramite la realizzazione di un soppalco al loro interno. Tra le nuove opere, è stata realizzata la pavimentazione nella sala operatoria e, per il carburante, una nuova tubazione della lunghezza di 500 m, di collegamento tra i serbatoi da 600.000 l all'area urbanizzata della Base.

Di particolare consistenza è stato il supporto di SMZ ai programmi internazionali di Concordia e ad EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica).

Circa 30 persone, escluso l'equipaggio, hanno partecipato al primo leg della campagna oceanografica durante il quale sono state eseguite le attività previste, che hanno riguardato, oltre a campionamenti e misure finalizzate allo studio del krill ed alle sue interazioni con