

**PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE:
CONSUNTIVO ATTIVITÀ - PERIODO 1992/95 ED ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI**

Il nuovo PNRA, in questo periodo, è stato organizzato in 16 Progetti di ricerca scientifica e 3 Progetti di ricerca tecnologica secondo lo schema sotto riportato.

- 1 - STRUTTURA ED EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL CONTINENTE ANTARTICO E DELL'OCEANO MERIDIONALE
 - a. Struttura ed Evoluzione della Litosfera della Regione del Mare di Ross
 - b. Bacini Periantartici e Margini della Placca Antartica
- 2 - GLOBAL CHANGE
 - a. Glaciologia e Paleoclima
 - b. 1. Fisica e Chimica dell'Atmosfera Antartica
 - b. 2. Sistema Climatico e Rapporti Mare-Ghiaccio-Atmosfera
 - c. 1. Relazione Sole-Terra
 - c. 2. Ricerche Astrofisiche
 - 2.d. 1. a. Meccanismi Fisiologici, Biochimici e Molecolari dell'Adattamento
 - 2.d. 1. b. Ecofisiologia e Ecotossicologia
 - 2.d. 1. c. Aspetti Ecologici e Genetici del Differenziamento delle Popolazioni
 - 2.d. 2. Ecologia e Biogeochimica dell'Oceano Meridionale
 - 2.d. 3. Contaminazione Ambientale
 - 2.d. 4. Biologia Umana e Medicina
- 3 - OSSERVATORI, INFORMAZIONI GEOGRAFICHE E VARIE
 - a. Osservatori, Rilievi Idrografici e Cartografici
 - b. Telerilevamento, GIS, Banche Dati e Idrografia
 - c. Aspetti Giuridici, Storici, Geografici e Ambientali
- 4 - RICERCHE TECNOLOGICHE AVANZATE
 - a. Robotica e Telescienza in Ambiente Estremo
 - b. Sensoristica
 - c. Telemedicina

Su tutti i suddetti Progetti insistono attività logistiche condotte dall'ENEA nella sua veste di attuatore del PNRA.

1 - STRUTTURA ED EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL CONTINENTE ANTARTICO E DELL'OCEANO MERIDIONALE

1.a. Struttura ed Evoluzione della Litosfera della Regione del Mare di Ross

Il progetto è articolato in quattro sottoprogetti, che coordina le attività di 26 UU.OO. operanti in sedi universitarie, organi CNR, ING.

Nella campagna 1992-93 solo due ricercatori nell'ambito della spedizione GANOVEX VI, hanno operato in Antartide, nel 1993-94 hanno partecipato alla spedizione 36 ricercatori, dei quali 10 stranieri, nella campagna 1994-95 sono stati coinvolti 14 ricercatori dei quali uno nell'ambito della spedizione internazionale EUROSACK.

1 - Evoluzione proterozoico-paleozoica del margine attivo di Gondwana

Nell'ambito di questo sottoprogetto le ricerche svolte hanno riguardato sia la struttura interna del Wilson Terrane nell'area di Baia Terra Nova, sia la zona di giunzione del Wilson Terrane con gli altri due *terrane* della Terra Vittoria settentrionale, Bowers Terrane e Robertson Bay Terrane. Per il Wilson Terrane, che rappresenta in Terra Vittoria settentrionale il paleomargine del Gondwana, è stata ricostruita la distribuzione regionale del metamorfismo, la distribuzione dei regimi P/T e le traiettorie P-T-t, la distribuzione e l'affinità petrologica degli abbondanti plutoni appartenenti ai GHI. L'analisi strutturale ha ben evidenziato le strette relazioni temporali e genetiche fra deformazione, metamorfismo e plutonismo. Il contesto geodinamico che ne risulta è quello di un margine attivo caratterizzato dalla presenza di un arco magmatico che è durato per larga parte del Cambriano e dell'Ordoviciano.

Nella zona di giunzione tra il Wilson Terrane ed i terreni alloctoni è stata rilevato che la fascia di rocce basiche e ultrabasiche fra Wilson Terrane e Bowers Terrane contiene anche rocce eclogitiche e che rappresenta un melange tettonico formatosi ad alta temperatura. E' stato riconosciuto che il trasporto tettonico si è realizzato con movimenti diretti da SW verso NE, che, mentre il contatto fra Wilson Terrane e la fascia di rocce basiche-ultrabasiche si è realizzato ad alta temperatura quello tra unità cristalline interne e le unità esterne (Bowers Terrane e Robertson Bay Terrane) si è realizzato in condizioni di basso grado metamorfico.

L'assetto della Terra Vittoria settentrionale è stato interpretato in un contesto di convergenza fra litosfera oceanica pacifica e cratone est-antartico che determinava dapprima la contrazione del margine antartico e successivamente la collisione di terreni alloctoni.

2 - La struttura attuale della litosfera

Le ricerche afferenti a questo sottoprogetto sono evidentemente di natura geofisica e hanno riguardato rilievi aeromagnetici effettuati sia nella Marie Byrd Land come nella Terra Vittoria settentrionale per complessivi 60.000 km, misure di gravimetria a terra per la realizzazione di una carta delle anomalie di Bouguer, la installazione di quattro stazioni sismiche a larga banda per ricerche di tomografia sismica.

L'impegno più rilevante - anche per il suo impatto logistico - è stato comunque il transetto Antarctic Crustal Profile (ACRUP-1) dal Victoria Land Basin nel Mare di Ross attraverso le Catene Transantartica sino al Plateau Polare. L'esperimento svoltosi in cooperazione con ricercatori tedeschi, neozelandesi e americani è consistito primariamente nella realizzazione di quattro punti di scoppio lungo il profilo a terra e nella registrazione con 76 stazioni distribuite per tutti i 160 km del profilo. Questi è stato investigato anche con altre metodologie, gravimetriche, radio echo sounding, aeromagnetiche.

Le ricerche strutturali nel Mare di Ross, che sono state effettuate con la R/V OGS-Explora mediante sismica a riflessione ed a rifrazione, si sono svolte lungo profili orientati ortogonalmente alla distribuzione dei principali bacini ed hanno riguardato il Victoria Land Basin e l'Eastern Basin. Nel corso della spedizione 1994-95 l'OGS Explora ha condotto 3 campagne successive nel mare di Weddell e nell'area della Penisola Antartica per la realizzazione di linee sismiche a riflessione ed a rifrazione, nonché di misure gravimetriche e magnetiche.

3 - Ricerche sulla struttura delle Catene Transantartica e del Mare di Ross

a - Geomagnetismo e gravimetria

Nel corso della spedizione 1992-93, nell'ambito del programma LIRA, ricercatori tedeschi ed italiani hanno effettuato due rilievi aeromagnetici nel corso della spedizione tedesca GANOVEX VII German. E' stata coperta un'area di circa 19.000 km² nella Marie Byrd Land fra la Sulzberger Bay e le Rockfeller Mountains. Inoltre, ulteriori 33.000 km² sono stati rilevati nella Terra Vittoria, in un'area compresa tra Eisenhower Range e Nordenskjöld Ice Tongue.

Nel 1993-94, nell'ambito del programma GITARA III, 16.074 km² sono stati rilevati nella Terra Vittoria settentrionale fra il Mare di Ross ed il Plateau Polare.

Ricercatori tedeschi ed italiani, nella Terra Vittoria settentrionale, hanno provveduto alla esecuzione di numerose misure gravimetriche al suolo al fine di realizzare una carta delle anomalie Bouguer.

b - Tomografia sismica

Quattro stazioni digitali a tre componenti sono state installate in una configurazione quadrata (35 km di lato) nell'area del Mt Melbourne. I dati registrati includono icequakes così come eventi regionali e telesismi.

c - Antarctic crustal profile (ACRUP-1)

E' questo un progetto multidisciplinare per lo studio strutturale a livello crustale e subcrustale nell'area di transizione tra il Plateau antartico e le Catene Transantartica e la depressione del Mare di Ross. Questo transetto è stato investigato mediante profili sismici integrati da studi geologici, misure gravimetriche, magnetometri che, aero magnetiche, spessore del ghiaccio e flusso di calore. Una lunghezza totale di 160 Km a terra e circa 200 km a mare sono stati investigati lungo una latitudine di circa 76° S. Sfortunatamente le pessime condizioni del ghiaccio hanno limitato alcune operazioni in mare. Il progetto si è svolto nell'ambito di una collaborazione che coinvolgeva ricercatori americani, tedeschi e giapponesi.

L'esperimento sismico ha comportato la realizzazione di quattro punti di scoppio lungo il profilo e l'installazione di 76 stazioni sismiche. Il profilo è stato esplorato dal punto di vista gravimetrico con misure al suolo e per misure di radio echo-sounding in relazione a misure GPS al fine di determinare lo spessore del ghiaccio. Il rilievo aeromagnetico dell'area è stato effettuato nell'ambito di GITARA III e tre dei siti usati per le esplosioni sono state usate anche per misure di flusso di calore.

d - Ricerche geofisiche nel Mare di Ross

Queste ricerche erano rivolte alla investigazione della struttura crostale del Mare di Ross al fine di contribuire alla comprensione dei processi di *rifting*. L'attività è stata condotta con la R/V *OGS-Explora* ed è consistita in misure gravimetriche e magnetiche nonché di esperimenti di sismica a riflessione e a rifrazione.

Nel corso della traversata verso l'Antartide dalla Nuova Zelanda, dati gradiometrici sono stati raccolti nell'area delle Balleny Islands con la finalità di incrementare il set di dati magnetici in un'area critica per la ricostruzione dell'iniziale separazione di Australia e Nuova Zelanda dall'Antartide.

Il programma nel Mare di Ross è consistito in tre profili; due sono stati rilevati mediante misure gravimetriche e magnetiche e sismica a riflessione (profili IT-126 e IT-127) ed uno (profilo ACRUP) mediante misure gravimetriche e magnetiche e sismica a riflessione e rifrazione. Il rilievo a rifrazione è stato condotto usando una larga quantità di *Ocean Bottom Seismometers*.

4 - Cartografia geologica

Nell'ambito dell'accordo bilaterale fra Germania ed Italia per la realizzazione e stampa dei circa 20 fogli alla scala 1:250.000 della Terra Vittoria settentrionale sono stati completati i rilevamenti dei fogli Mt Melbourne, Mt Murchison e Mt Joyce. Sono stati inoltre effettuati rilevamenti originali nei fogli Fryberg Mountains, Sequence Hills, Reeves Név e Relief Inlet.

1.b. Bacini Periantartici e Margini della Placca Antartica

Nell'ambito di questo progetto erano state previste 4 campagne di ricerca da effettuarsi a bordo di navi attrezzate per la geologia/geofisica. Di queste una solamente è stata realizzata, nell'aprile-maggio 1994. Le rimanenti sono state effettuate nel gennaio-aprile 1995. Si dovrà attendere la elaborazione dei dati delle 3 campagne per avere un quadro completo dei risultati. Le ricerche previste nel periodo 1992-95 erano rivolte allo:

1 - Studio del Punto Triplo di Bouvet

Lo studio di questa giunzione presente sul margine della Placca Antartica è stato effettuato in collaborazione scientifica con l'Istituto di Geologia di Mosca ed è stato avviato perché i punti tripli rappresentano zone ad alta attività sismica e vulcanica che è in relazione alla struttura termica e alla composizione del mantello sottostante. In tutto il globo quello di Bouvet è uno dei più remoti e meno conosciuto.

Per affrontare questo studio è stata realizzata una campagna di ricerca, a bordo della Nave da Ricerca Russa Akademik Strakhov, nel periodo marzo-maggio 1994 per un totale di 55 giorni. Sono stati raccolti dati di batimetria multifascio, magnetometria, gravimetria, sismica a riflessione e campioni del fondo marino. I primi risultati sono stati comunicati ad un convegno internazionale tenutosi a Cambridge nel giugno 1994. I dati sono in corso di elaborazione ed interpretazione presso l'Istituto di Geologia Marina di Bologna e l'Istituto di Geologia di Mosca. I dati raccolti mostrano che la posizione del Punto Triplo di Bouvet ha una instabilità dell'ordine delle centinaia di migliaia di anni, e quindi molto superiore di quanto ipotizzato. I dati fino ad ora elaborati hanno evidenziato la presenza di un "propagating rift" in uno dei rami del punto triplo e di "overlapping spreading centers" nel ramo atlantico, rivelando una complessità strutturale mai documentata negli studi che erano stati fatti precedentemente.

2 - Studio dell'evoluzione geologica della zona compresa tra la Terra del Fuoco e la Penisola Antartica

L'apertura del Passaggio di Drake e la conseguente formazione dell'Arco di Scozia avviene a partire dall'Oligocene. Tale evoluzione è stata molto complessa ed è ancora scarsamente conosciuta. Per affrontare questo studio sono state effettuate due campagne di ricerca nel Margine Pacifico Cileno e nel Mare di Scozia, nel periodo febbraio-aprile 1995, a bordo della nave da ricerca "OGS Explora".

Questa campagna ha terminato la preparazione e i controlli della strumentazione che verrà impiegata a bordo della "OGS Explora" ed è stata conclusa la revisione dei dati di sismica multicanale raccolti precedentemente nell'area. Inoltre è stata portata a termine la ricognizione in sito, con prove di rumore, per la scelta della posizione delle stazioni di ascolto di sismicità naturale previste alla base di Ushuaia (Argentina) ed Esperanza (Penisola Antartica).

3 - Studio dell'evoluzione sedimentaria

Questo studio, lungo il margine pacifico della Penisola Antartica, ha avuto come obiettivo l'individuazione di un modello deposizionale che consideri l'azione del ghiaccio sulla piattaforma continentale con particolare riguardo alle sequenze di bacino e rialzo continentale.

2 - GLOBAL CHANGE**2.a Glaciologia e Paleoclima**

Il progetto, articolato in 6 sottoprogetti, raccoglie 23 UU.OO., distribuite in 11 università, 3 centri di ricerca CNR ed uno ENEA, con oltre 150 ricercatori e tecnici a vario titolo impegnati. Nelle campagne 1992/93 e 1993/94, 1994/95, 16 ricercatori hanno operato in Antartide (13 a Baia Terra Nova, 1 a Dome C, 2 sulla nave Palmer, U.S.A.), oltre ad un ricercatore belga ed uno inglese, nell'ambito di collaborazioni internazionali.

1 - Processi glaciali connessi ai cambiamenti globali

Misure dei parametri del bilancio di massa nei piccoli ghiacciai di Baia Terra Nova hanno indicato valori leggermente negativi negli anni 1987-91 e positivi negli anni 1992-93, denunciando una sostanziale stabilità di queste masse glaciali. E' stata realizzata una prima valutazione 1) dell'accumulo netto annuo nella porzione centrale della Terra Vittoria, con valori decrescenti da 350 Kg . m⁻² nel settore costiero a 150 Kg . m⁻² al margine della calotta, 2) della velocità superficiale dei ghiacci, con valori fino a 800 m/anno. Mediante perforazioni e indagini geofisiche sono state studiate la struttura e il comportamento dinamico della piattaforma di ghiaccio galleggiante di Hells Gate, caratterizzata da accrezione basale di cristalli di "frazil ice" e ablazione superficiale per deflazione e sublimazione. E' stato proposto un modello genetico in relazione con le condizioni anemologiche, la presenza di una antistante polynya e la circolazione oceanica.

2 - Monitoraggio dei cambiamenti in atto nei ghiacci antartici

L'analisi di immagini da satellite e fotografie aeree relative a un settore di 1300 Km di costa della Terra Vittoria ha consentito di valutarne in 61 Km² la portata superficiale annua di ghiaccio in mare. Tra gli anni '50 e '70 la superficie delle piattaforme galleggianti si è ridotta di 695 Km², con una produzione annua di iceberg di 110 Km². Nel periodo 1972-1991 si è avuto invece un aumento di 324 Km², con una produzione annua di iceberg di 43 Km². E' stata ricostruita la evoluzione recente della lingua galleggiante Drygalski, la cui estensione controlla l'ampiezza della polynya di Baia Terra Nova.

3 - Dati paleoambientali contenuti nei ghiacci antartici e nei sedimenti marini

Sono state effettuate 10 perforazioni superficiali in neve e nevato contenenti successioni di accumuli nevosi relative all'ultimo secolo. Le analisi isotopiche, chimiche e fisiche hanno permesso di ricostruire la stratigrafia stagionale degli accumuli, di valutare la variazione nel tempo e nello spazio dei contributi degli aerosol marini e degli apporti antropogenici. E' stata verificata per il settore di BTN la relazione tra rapporti isotopici dell'ossigeno e dell'idrogeno e temperatura media annua. Sono iniziate le sperimentazioni per l'estrazione dei gas occlusi nei ghiacci, è stato allestito un prototipo per la misura delle temperature in pozzo. Nel corso della campagna 1994/95, è stata collaudata una nuova sonda elettromeccanica per perforazione in ghiaccio. La mancata esecuzione della crociera oceanografica 93/94 non ha consentito lo sviluppo del programma previsto di paleoceanografia: detto programma si è potuto realizzare nel corso della campagna oceanografica 1994/95. Indagini di geologia marina sono state compiute da due ricercatori in una crociera U.S.A. nel Mare di Ross, volta a ricostruire la dinamica della calotta glaciale antartica in questo settore negli ultimi 25.000 anni.

4 - Fisica del ghiaccio e prospezioni geofisiche

Mediante prospezioni radar, geoelettriche, sismiche e gravimetriche sono stati valutati spessori di ghiaccio, presenza e andamento di riflettori interni, profondità e morfologia del substrato, oscillazioni di marea delle piattaforme, attività di icequakes. Dalle misure effettuate è stato ottenuto un modello dinamico della piattaforma di Hells Gate.

5 - Meteoriti nei ghiacci antartici

Nella stagione 93/94 sono state raccolte nella "trappola glaciale" delle Frontier Mountains 59 meteoriti per un totale di 4 Kg circa, tra cui alcune di rilevanti dimensioni (300 - 1500 g) o di particolare rarità (londraniti). Sono state effettuate misure ed osservazioni per l'interpretazione dei meccanismi di accumulo e concentrazione sotto flusso all'ostacolo, differenti da quelli noti negli altri siti della Terra Vittoria.

6 - Cartografia tematica e telerilevamento

Le osservazioni, misure e controlli effettuati a terra hanno portato alla stesura di una carta tematica della Piattaforma di Hells Gate ed alla preparazione della carta geomorfologica 1:250.000 Mt. Melbourne.

Programmi internazionali

E' stata compiuta la prima traversa Dumont d'Urville - Dome C (in collaborazione con la Francia), effettuando il posizionamento assoluto della località e un rilevamento di dettaglio mediante GPS della cupola topografica (equidistanza 50 cm, quota massima 3252 m). E' iniziata la progettazione e realizzazione delle componenti elettroniche della sonda profonda, nell'ambito del Progetto EPICA. E' stata percorsa la prima parte (300 Km) della traversa TNB-DC, nell'ambito del Progetto italo-francese Station Concordia e del Progetto ITASE. L'attività di ricognizione radar da aereo, prevista durante la campagna 1994/95, sul Plateau antartico per individuare il punto nell'area di Dome C per il carotaggio profondo è stata rimandata per ragioni di forza maggiore causa un fatale incidente occorso all'aereo Twin Otter nel viaggio di trasferimento dal Canada alla Base italiana di Baia Terra Nova.

2.b.1. Fisica e Chimica dell'Atmosfera Antartica

Il Progetto "Atmosfera Antartica" è articolato in cinque sottoprogetti: 1) Fisica dello strato limite planetario; 2) Meteorologia e Climatologia antartica: modelli ed esperimenti; 3) Radiazione e nubi; 4) Gas serra e costituenti minori atmosferici e 5) Fisica e chimica della stratosfera.

1 - Fisica dello strato limite planetario

Sono stati eseguiti studi sulla microclimatologia di Baia Terra Nova, sulla dinamica dello strato limite e sulla influenza della orografia sui flussi catabatici. In particolare, tramite misure Sodar si è evidenziato che i flussi catabatici provenienti dai ghiacciai Reeves e Priestly cambiano il loro percorso a causa delle variazioni di temperatura e che le Northern Foothills proteggono la Base Italiana dai venti di barriera. Analoghi studi sono stati condotti anche durante la campagna 1994/95, sempre tramite Sodar, nell'area della base francese di Dumont D'Urville, consentendo di determinare i parametri di flusso e l'altezza dello strato limite dinamico.

2 - Meteorologia e Climatologia Antartica: modelli ed esperimenti

Sono stati sviluppati accurati modelli in grado di prevedere i fenomeni di ciclogenese, di formazione di low level jets presso le barriere orografiche e l'evoluzione dei venti catabatici. Sono state anche analizzate le situazioni di blocco nell'emisfero australe al fine di migliorare le previsioni relative a quegli eventi.

3 - Radiazioni e nubi

E' stata svolta una campagna di misure di fotometria solare multispettrale con il fotometro ASP-15WL. E' stato sviluppato un algoritmo sui modelli di scattering prodotto da particelle di aerosol di diversa natura per analizzare i dati raccolti con l'aureolametro nella campagna 1994-95. E' in corso di realizzazione un prototipo di radiometro multicanale per la determinazione del profilo verticale di temperatura.

4 - Gas serra e costituenti minori

I principali risultati conseguiti riguardano la messa a punto di due stazioni di rilevamento del contenuto colonnare di ozono, presso la base di Scott (NZ) e quella di Belgrano (Argentina). I dati raccolti, anche nel corso della campagna 1994/95, hanno confermato come la formazione ed evoluzione del "buco dell'Ozono" sia da collegarsi anche alla dinamica del vortice polare. Uno strumento GASCOD è stato utilizzato presso Lauder per misurare il contenuto colonnare di O₃, NO₂ e OC₁₀.

Un'altra importante realizzazione riguarda la messa a punto di un laboratorio per il rilevamento in continuo della CO₂ presso la base di Jubany (Argentina) e l'avvio delle misure sistematiche.

5 - Fisica e chimica dell'atmosfera antartica

Sono state svolte campagne di monitoraggio della stratosfera e lo sviluppo di modelli per lo studio della deplezione dell'ozono. Il monitoraggio, eseguito durante le campagne 1992/93, 1993/94 e 1994/95 nelle stazioni di Amundsen-Scott (USA), McMurdo (USA) e Dumont D'Urville (FR), è consistito in misure LIDAR in continuo e misure di aerosol stratosferici in situ mediante sonde laser a retrodiffusione e contatori ottici di particelle montati su palloni. Notevole lavoro è stato fatto anche in campo modellistico per i fenomeni di formazione ed evoluzione delle nubi stratosferiche polari.

Nel quadro del progetto italo-russo Airborne Polar Experiment per lo sviluppo di una piattaforma aerea stratosferica e lo svolgimento di una campagna di misure integrate in Antartide, sono stati affrontati gli studi di fattibilità ed è stata qualificata la strumentazione scientifica. E' stata assicurata la partecipazione italiana al progetto NDSC attraverso ricercatori e strumentazione a Dumont D'Urville e Lauder.

2.b.2. Sistema Climatico e Rapporti Mare-Ghiaccio-Atmosfera

Gli obiettivi essenziali che il Progetto si è posto fin dalla sua nascita possono sintetizzarsi in:

- 1) determinazione del ruolo dell'Oceano Meridionale, del ghiaccio marino antartico e della biosfera nei cicli biogeochimici (programma JGOFS dell'IGBP),
- 2) determinare gli scambi tra la superficie, l'acqua profonda ed i sedimenti (programma WOCE del WCRP).

Le aree di lavoro previste dal progetto si identificano nel Settore Pacifico dell'Oceano Meridionale e nel Mare di Ross con particolare riguardo al Ross Ice Shelf Edge ed allo shelf della Victoria Land.

Il Progetto conta allo stato attuale 18 UU.OO. che impegnano un centinaio di ricercatori, articolate nei quattro sottoprogetti indicati e cioè:

- 1) idrologia e dinamica dell'Oceano Meridionale
- 2) interazioni aria-mare ed esperimento polynya
- 3) flussi di materiale sospeso
- 4) modellistica antartica.

Fino al 1994, soltanto i Sottoprogetti 1 e 2 hanno potuto svolgere, sia pure molto parzialmente, attività sperimentale in Antartide, mentre per i sottoprogetti 3 e 4 l'attività è stata svolta in Italia per la messa a punto delle metodologie di acquisizione ed elaborazione e per la preparazione della modellistica di base.

C'è inoltre da sottolineare la continua attività di contatti scientifici a livello internazionale per l'affinamento, prima, e poi per il riconoscimento del programma. Ciò è stato concretizzato con la pubblicazione del programma 2b.2 sul WOCE Report 107/93, sul "iAnZone Coordination Report Oct/93" e sul Data Buoy Cooperation Panel 94 del WMO-IOC.

Con la spedizione 1993/94 sono stati lanciati dalla nave Italica 11 drifter (6 di superficie e 5 di profondità) nella zona di mare compreso tra i paralleli 50 e 60 S del Settore Pacifico dell'Oceano Meridionale come stabilito nella riunione di Bergen del giugno 93 del CP2 del WOCE. Questi drifter sono tuttora operativi ed i dati che si ricevono con il sistema Argos stanno dando informazioni di enorme rilevanza sulla dinamica delle acque dell'Oceano Meridionale.

Con la stessa spedizione, nell'ambito del S.P. Interazioni è stato svolto un impegnativo ciclo di misure sull'Hells Gate Ice Shelf con anemometri sonici triassali, anemometri SITEP, sensori di temperatura, pressione e radiazione solare, integrate da misure di parametri oceanografici con CTD nel tratto di mare antistante il sito, il tutto per la determinazione dei flussi turbolenti alla interfaccia aria-mare-ghiaccio.

Nell'ambito della Cooperazione Italia-Australia nel programma WOCE due ricercatori afferenti a questo progetto hanno partecipato alla campagna dell'Aurora Australis nel periodo marzo-maggio 1993 svolgendo un complesso programma di oceanografia lungo le sezioni SR2 e P14 dell'Oceano Meridionale, Settore Pacifico e nel Mare d'Urville.

Durante la campagna antartica 1994/95 della nave oceanografica/cargo Italica, tutti i sottoprogetti hanno potuto svolgere a pieno i loro programmi con una significativa raccolta di dati e campioni che sono già in corso di esame in Italia presso gli istituti ed i laboratori che partecipano al PNRA.

2.c.1. Relazioni Sole-Terra

L'obiettivo scientifico globale degli studi nell'ambito di questo Progetto è la comprensione quantitativa dei fenomeni che regolano le interazioni fra emissioni solari ed alta e bassa atmosfera. L'influenza solare si manifesta per mezzo della radiazione elettromagnetica e di quella corpuscolare (vento solare e raggi cosmici). La radiazione corpuscolare energeticamente minore, ma, a causa della geometria del campo magnetico terrestre, essa è concentrata a precipitare nella alta atmosfera nelle regioni polari; da qui l'importanza delle attività in Antartide per questa particolare disciplina.

Le attività di ricerca nel settore, nel periodo 1992-1995 hanno riguardato:

- 1) l'istallazione di una torre solare e della strumentazione capace di osservare le oscillazioni della superficie del sole, che in Antartide sono favorite dal lungo periodo di visibilità del disco solare, permettendo osservazioni di lunga durata che rivelano il contenuto armonico a frequenze più basse.
- 2) l'istallazione degli strumenti di osservazione delle manifestazioni aurorali, che risultano dalla precipitazione delle particelle di origine solare nella alta atmosfera.
- 3) l'istallazione del riometro che permette di osservare le variazioni della opacità ionosferica che risultano dalla precipitazione corpuscolare.
- 4) la preparazione in Italia del centro internazionale di raccolta dei dati antartici relativi allo studio delle interazioni fra magnetosfera e ionosfera (AGONET), che è stato presentato alla comunità scientifica internazionale in occasione dello SCAR XXIII.
- 5) la preparazione della stazione mobile di misura dei raggi cosmici che sarà inviata in Antartide alla fine del 1995.
- 6) la strumentazione contribuita all'osservatorio permanente dei raggi cosmici LARC nella base cilena.

2.c.2. Ricerche Astrofisiche

Le attività svolte nel periodo 1992-95 dalle UU.OO. del Progetto Ricerche Astrofisiche sono stata sia di preparazione della strumentazione da impiegare in Antartide, sia di acquisizione dei dati osservativi sul posto e di analisi degli stessi dati. Rientrano nel primo caso i Sottoprogetti 'Mappa della emissione galattica australe (MEGA) e 'Palloni stratosferici', che hanno ancora in fase di realizzazione gli strumenti che verranno impiegati nel prossimo futuro. Nel secondo caso rientrano i Sottoprogetti 'Astronomia infrarossa e sorgenti variabili', 'Osservazioni di raggi cosmici di bassa energia' e 'Osservazioni della variazione cosmica di fondo' la cui strumentazione, almeno in fase di prototipo, è già stata impiegata in Antartide.

Nel corso del 1995 sono stati definiti i programmi e quindi predisposte le attrezzature per la caratterizzazione, dal punto di vista astronomico, del sito Dome C, questa attività è stata svolta in collaborazione con la controparte francese nell'ambito dell'accordo di collaborazione Italia-Francia per lo sviluppo di un programma congiunto di ricerche sul Plateau antartico.

2.d.1.a. Meccanismi Fisiologici, Biochimici e Molecolari dell'Adattamento

Le ricerche condotte nel periodo 1992-95 sulla struttura e funzione di Hb di pesci chiariscono il rapporto tra modo di vita e trasporto di ossigeno. La cristallografia ai raggi X ha fornito la prima struttura molecolare tridimensionale in assoluto di un'Hb di pesce. Il genoma di specie prive di Hb contiene ancora sequenze di DNA correlate alla catena alfa; i geni beta risultano invece assenti, o hanno subito mutazioni radicali. E' stato chiarito il ruolo nell'adattamento di glucosio-6-fosfato deidrogenasi e L-glutamato deidrogenasi, enzimi-chiave del metabolismo dei pesci. E' stata determinata la struttura primaria dell'Hb di Imperatore adulto (che gli consente lunghe immersioni ad alte pressioni), di un'altra di immaturi di 3-4 mesi, e delle due Hb della foca di Weddell. Per i microrganismi estremofili (vedi anche 2d.1b), sono iniziati studi sugli psicrofili e sui loro enzimi.

Sono state misurate velocità ed equilibrio di sedimentazione con l'ultracentrifuga analitica per determinare il peso molecolare di ferritine ed emoglobine (Hb), rispettivamente estratte da milza e fegato, e da eritrociti di pesci.

Sono stati messi a punto metodi per determinare i costituenti lipidici e proteici delle membrane plasmatiche, ed è iniziata la sperimentazione su membrane di eritrociti di pesci.

E' stata studiata nei pesci l'organizzazione genomica (multicopia) del gene "heat shock" hsp70. L'espressione del gene è inducibile dal calore. Sono stati identificati frammenti di DNA della regione codificante, che sono stati sottoclonati e sequenziati. Lo screening di una banca genomica ha portato all'isolamento di 18 cloni indipendenti positivi.

E' stato messo a punto un nuovo metodo per valutare il grado di indipendenza respiratoria e le capacità ossiregolatriche negli invertebrati, ed un apparato per le misure in continuo delle curve di ossigenazione anche su quantità limitate di proteina.

L'analisi di alcuni enzimi dell'intestino dei pesci ha mostrato proprietà tali da favorirne l'attività alle basse temperature. Diversi tessuti hanno lipidi con alto grado di insaturazione. L'attività dei sistemi di trasporto indica che sulle membrane plasmatiche apicali delle cellule assorbenti intestinali sono presenti sistemi di trasporto analoghi a quelli dei mammiferi e di pesci delle zone temperate.

Il cuore degli icefish mostra proliferazione mitocondriale con riduzione di miofibrille nei miocardiociti. La performance cardiaca indica elevata sensibilità ai valori di precarico e postcarico e alta capacità volumetrica delle camere cardiache. E' stato possibile definire i meccanismi che consentono agli icefish di sopravvivere senza Hb e a bassa temperatura. Il cuore si trova sotto l'azione di due potenti stimoli: la proliferazione mitocondriale e l'ipervolemia plasmatica, che gli fanno assumere caratteristiche di pompa di volume specializzata.

2.d.1.b. Ecofisiologia ed Ecotossicologia

Il progetto si è articolato in sei linee di ricerca che hanno operato progressivamente nel corso del periodo 1992-95 sia con le attività di ricerca e campionamento in Antartide che, in particolare, con le attività di ricerca presso i laboratori in Italia.

1. Effetto delle radiazioni UV/B sull'apparato fotosintetico ed adattamento all'ambiente antartico

Nell'ambito di questa linea di ricerca sono continuati gli isolamenti di microalghe da materiale proveniente da diversi ambienti antartici al fine di ottenere colture prive di batteri per eseguire analisi relative alle alterazioni presenti nella frazione lipidica in seguito alla esposizione ai raggi ultravioletti. Sono stati effettuati studi comparativi sulla composizione e sulle caratteristiche biochimiche del fotosistema II sia su campioni di alghe di specie mediterranee, sia su alghe di provenienza antartica. Sono state messe a punto le tecniche per saggiare l'effetto della variazione della composizione spettrale sull'attività fotosintetica di piante superiori, alghe e cianobatteri.

2. Caratterizzazione ecologico-funzionale di ecosistemi terrestri antartici e studio dei flussi degli elementi essenziali e tossici delle catene trofiche

Lo studio dei processi di "uptake" e di trasferimento dei macro- e micronutrienti e degli elementi tossici nelle catene trofiche, ha permesso di fissare i valori di riferimento per future valutazioni sulle possibili alterazioni determinate dalle attività antropiche in Antartide, da modificazioni climatiche o da cambiamenti su scala globale. La caratterizzazione ecologico-funzionale di ecosistemi terrestri antartici ha realizzato il nucleo dell'Erbario Lichenologico Antartico (ELA) presso l'Herbarium Universitatis Tergestinae (TSB). E' stata inoltre effettuata la revisione delle specie di Acarosporaceae Antartiche a tallo giallo, e la revisione dei generi *Candelariella* e *Xanthoria*.

3. Studio di bioindicatori e sviluppo di biomarkers in relazione alla presenza di agenti fisici e chimici di origini naturale ed antropogenica

Il programma di questa linea di ricerca ha permesso di determinare i livelli di contaminanti organici (idrocarburi clorurati) nella catena trofica di Baia Terra Nova, e sono stati forniti i primi risultati sui livelli dei sistemi enzimatici detossificanti in organismi antartici. Durante la campagna 1994/95, è iniziata la collaborazione Italia-Australia "Penguin Monitoring at Baia Terra Nova" che ha inserito per la prima volta l'Italia nella banca dati del CCAMLR nell'ambito dell'Ecosystem Monitoring Program. Sono state studiate le caratteristiche del popolamento a *Adamussium colbecki*; in questa specie sono stati determinati anche i livelli di glutazione e l'attività di numerosi enzimi glutazione dipendenti, implicati nella detossificazione di vari substrati xenobiotici o endogeni e di enzimi coinvolti nella difesa contro le specie reattive dell'ossigeno.

4. Studi sui meccanismi di adattamento in organismi antartici in relazione al metabolismo dei metalli in traccia

Lo studio della risposta ai metalli pesanti in organismi antartici, effettuato nell'ambito della linea di ricerca n°4, ha riguardato l'esposizione del ciliato ipotrichida *Euplotes focardii* ad un metallo non essenziale quale il cadmio e a due metalli essenziali, rame e nichel, in un ampio range di dosi.

Da *Pagothenia bernacchii* sono state purificate nuove frazioni di Cu-ZnSOD per il completamento della sequenza amminoacidica; è stata rilevata la presenza di zone conservate corrispondenti a quelle altamente conservate nelle sequenze di Cu-ZnSOD finora descritte. Sono state isolate e caratterizzate le proteine in grado di legare i metalli pesanti da organismi marini antartici. Sono state studiate le proteine che legano metalli pesanti da *Sterechnus neumayeri* un riccio di mare che vive in Antartide. L'adattamento alle basse temperature delle membrane biologiche degli organismi marini è stata valutata confrontando la composizione lipidica della frazione microsomiale nella ghiandola digestiva di due pectinidi: *Adamussium colbecki*, organismo antartico che vive a -1,9°C, e *Pecten jacobaeus*, che vive invece nel Mediterraneo a 15-20°C.

5. Microbiologia, chimica e biochimica di microrganismi antartici

6. Chimica e biochimica di molecole di interesse biologico in organismi antartici

Nell'ambito di queste linee di ricerca sono stati isolati, da campioni di terreno di varie zone, sette microrganismi termofili (siglati M1, M2, M3, M4, M5, M6 e M7), che per le loro caratteristiche fisiologiche, chimiche, morfologiche e genetiche appartengono tutti al dominio Bacteria e più precisamente al genere *Bacillus*. Sono stati intrapresi studi di caratterizzazione fisiologica e chimica di un'alga eucariota appartenente al genere *Chlorella*. Sono stati avviati e portati a termine studi chimici sull'*Alcyonium antartico*, sul Porifero *Dendrilla membranosa* e sul Mollusco Nudibranco *Austrodis kerguelensis*; queste ricerche hanno permesso l'isolamento di tre nuovi sesterpeni, la cui struttura non è stata ancora definitivamente chiarita.

2.d.1.c. Aspetti Ecologici e Genetici del Differenziamento delle Popolazioni

Questo progetto ha avuto, ed ha, come scopo l'acquisizione di nuove conoscenze sui processi biologici fondamentali ed i meccanismi adattativi che hanno permesso l'affermazione e l'evoluzione di una svariata gamma di forme di vita unicellulare e pluricellulare nel continente antartico. Lo sviluppo di questo progetto ha comportato sia indagini ecologiche e biogeografiche, prevalentemente condotte in natura, che studi morfologici, genetici e biochimici su organismi prelevati dall'ambiente antartico e, in alcuni casi, fatti riprodurre in laboratorio in condizioni che mimano quelle naturali.

Dalla realizzazione dei programmi di lavoro presentati dalle 13 Unità Operative afferenti al progetto si sono ottenute rilevanti informazioni sui seguenti principali obiettivi.

- 1) Biodiversità e dinamica dei processi di colonizzazione di vari ambienti del continente antartico.
- 2) Fattori e strategie eco-genetiche regolanti il successo e la radiazione adattativa di varie specie vegetali ed animali.
- 3) Struttura genetica, meccanismi di speciazione ed evoluzione di popolazioni di organismi antartici.

Oggetto di studio sono stati soprattutto microalghe, funghi, protozoi, nematodi, molluschi, artropodi e pesci. In relazione al sistema biologico studiato e all'obiettivo prefissato: sono state condotte analisi morfo-funzionali e tassonomiche; calcolati valori di biomassa e identificato il ruolo trofico esplicato da determinati organismi all'interno dell'ecosistema; valutati ritmi riproduttivi e l'influenza che determinate condizioni ambientali hanno su di essi; analizzata la struttura di corredi cromosomici; calcolate frequenze alleliche; identificati polimorfismi di sistemi gene-enzima; stimata l'entità di flusso genico tra popolazioni conspecifiche; definiti parametri di meccanismi osmoregolatori, analizzata la struttura di DNA mitocondriale per comparazioni evolutive; determinata la struttura di particolari geni codificanti macromolecole biologiche coinvolte nell'adattamento degli organismi al freddo; valutata l'attività specifica ed il grado di termosensibilità di enzimi essenziali per i vari processi biologici.

2d.2. Ecologia e Biogeochimica dell'Oceano Meridionale

In seguito ai risultati ottenuti durante il quinquennio precedente (1987-88: R/V "Polar Queen", Baia Terra Nova; 1989-90: R/V "Cariboo", Mare di Ross; 1991: R/V "Cariboo", Stretto di Magellano e Baia Terra Nova), nel triennio successivo è stato sviluppato il Progetto ROSSMIZE (Ross Sea Marginal Ice Zone Ecology), in stretta collaborazione con ricercatori belgi (Università di Liegi) e statunitensi (NSF).

L'obiettivo principale è quello di affrontare lo studio dei fattori che, nella fase primaverile, favoriscono la produzione primaria sia off-shore che sottocosta e, successivamente la inibiscono: in particolare, la limitazione della luce e la stabilità verticale della colonna d'acqua, la mancanza di micronutrienti e la pressione dei grating.

Nel periodo 1990-94 non è stato possibile eseguire alcuna campagna oceanografica; una significativa campagna oceanografica è stata invece svolta nel 1994/95 con la R/V 'Italica'. Hanno partecipato alla spedizione 44 ricercatori italiani e 3 belgi. Inoltre, 10 ricercatori hanno operato presso Baia Terra Nova, svolgendo ricerche analoghe a quelle previste al largo. La campagna 1994/95, con ingresso precoce nel mare di Ross, è stata coordinata in un quadro di collaborazione con gli Stati Uniti ed è stata seguita da una campagna nello Stretto di Magellano. Entrambe le campagne hanno avuto pieno successo con la raccolta di una massa di dati e campioni già in corso di esame in Italia. Negli anni precedenti alcuni ricercatori hanno partecipato a campagne oceanografiche, ospiti di navi da ricerca statunitensi (1992-93) e tedesche (1994), collaborando alla messa in opera di strumentazione comune.

Nel 1993-94 quattro ricercatori hanno iniziato il progetto alla Base di Baia Terra Nova. I principali risultati ottenuti si riferiscono allo studio, con trappole, del flusso del materiale sedimentante, e della produzione primaria e secondaria nel plancton e nel benthos litorale. Le comunità bentoniche prese in considerazione sono state quelle algali, quella caratterizzata dal bivalve *Adamussium colbecki* ed infine quella a Poriferi ed Antozoi.

Al Progetto ROSSMIZE afferiscono 27 UU.OO. e viene condotto in stretta collaborazione con il Progetto Sistema climatico e rapporti mare-ghiaccio-atmosfera.

Il Progetto ROSSMIZE afferisce al tema del Global Change (IGBP project) nell'ambito dei suoi core-projects JGOFF (Cambridge, 1990; Bremerhaven, 1991) e GLOBEC (Norfolk, 1990, 1993). Afferisce inoltre, per la parte costiera, al Progetto CS-EASIZ (Padova, 1994) promosso dallo SCAR. Con l'ICAR di Christchurch, si collabora per la realizzazione alla Base di Baia Terra Nova di una Antarctic Specially Protected Area.

Infine, nell'ambito del programma Magellano, è stato firmato un accordo di collaborazione scientifica con l'Alfred Wegener Institute (AWI) di Bremerhaven.

2.d.3. Contaminazione Ambientale

Le attività di ricerca nel periodo 1992/93 hanno riguardato l'approfondimento delle conoscenze chimico-ambientali su campioni antartici precedentemente prelevati e riguardanti: il sistema marino, la superficie emersa, l'atmosfera.

In quell'anno la spedizione scientifica non ha avuto luogo e l'attività delle UU.OO. E' stata focalizzata sull'elaborazione dello stato dell'arte dei programmi e dei risultati ottenuti nel periodo precedente. L'analisi critica è stata effettuata in collaborazione con studiosi stranieri coinvolti nelle ricerche in Antartide appartenenti al British Antarctic Survey, Cambridge (UK), al Laboratoire de Glaciologie, Grenoble (France), al Norwegian Institute for Air Research, Lillestrom (Norway) nell'ambito del Second Meeting on Environmental Impact-Chemical Methodologies (Venezia, 26-28 Maggio 1992).

Le attività di ricerca svolte successivamente hanno riguardato la partecipazione alla Campagna 1993/94 e 1994/95 con nove ricercatori, tra cui alcuni collaboratori stranieri, ed è stata articolata nei seguenti Sottoprogetti: a) Processi di diffusione e trasporto di inquinanti a livello planetario; b) Distribuzione di inquinanti in matrici marine; c) Materiali di riferimento per il controllo dell'accuratezza nelle misure analitiche; d) Banca campioni antartici.

Le UU.OO. hanno presentato i risultati delle ricerche nel corso di due Convegni del Settore Impatto Ambientale-Metodologie Chimiche: Second Meeting on Environmental Impact-Chemical Methodologies, Venezia, 26-28 Maggio 1992 (33 relazioni); 3° Convegno Impatto Ambientale-Metodologie Chimiche, Venezia, 10-11 Marzo 1994 (27 relazioni). I lavori scientifici presentati nel Second Meeting on Environmental Impact-Chemical Methodologies (1992) sono stati pubblicati nella rivista: *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, Vol. 55, Numbers 1-4 (1994) (27 lavori).

2.d.4. Biologia Umana e Medicina

Questo Progetto nel periodo 1992-95 si è sviluppato prevalentemente nei seguenti filoni principali di ricerca:

- 1) Adattamento dell'apparato vascolare al clima antartico
- 2) Adattamento psicosociale alle condizioni di vita antartiche
- 3) Studio dei microrganismi connessi alla antropizzazione

Il Sottoprogetto 1 ha sviluppato una nuova metodica, incruenta, per lo studio dei flussi arteriosi e delle fistole artero-venose dei dializzati ed ha contribuito alla realizzazione del sistema di telemedicina di cui è dotata la base di Baia Terra Nova, ha fornito assistenza medica dall'ospedale San Camillo in Roma alla Base durante le attività ed ha osservato le modificazioni del microcircolo dopo permanenza in Antartide.

Il Sottoprogetto 2 ha fornito un notevole contributo alla realizzazione del Progetto di Psicologia Polare, una ricerca transculturale promossa dallo SCAR. Ha studiato gli effetti comportamentali, cognitivi ed emotivi della permanenza in Antartide durante le spedizioni estive sia sui partecipanti che nei partner, ha elaborato un test computerizzato per la valutazione delle abilità di problem-solving e decision-making nei candidati ed ha in corso uno studio sui referenti comportamentali dell'adattamento e del disadattamento.

Il Sottoprogetto 3 ha studiato la diffusione dei funghi cherotinofili nell'ambiente antartico attraverso la raccolta di campioni raccolti nei dintorni della base italiana ed ha esaminato comparativamente i tassi di crescita dei funghi antartici rispetto a quelli italiani.

3 - OSSERVATORI, INFORMAZIONI GEOGRAFICHE E VARIE

3.a. Osservatori, Rilievi Idrografici e Cartografici

Le attività di osservatorio sono indirizzate alla raccolta di dati utili allo studio di fenomeni su scala globale che richiedono misure molto protratte nel tempo ed hanno interessato la geodesia, la sismologia, il geomagnetismo, la fisica dell'atmosfera, la meteorologia, l'oceanografia fisica. Le ricerche si sono concentrate sulle attività di misura condotte in Antartide con l'uso di strumentazione, metodi di taratura e standard di riferimento convenuti in ambito internazionale. Molte delle misure effettuate sono già state messe a disposizione in banche dati internazionali, costituendo pertanto un prodotto estremamente visibile dell'impegno italiano in Antartide.

Le attività geodetiche sono consistite nella ripetizione, mediante tecnica GPS, delle misure della rete geodetica di inquadramento e della rete di dettaglio del Monte Melbourne. L'elaborazione dei dati, ancora in corso, sta mostrando una possibile lieve dilatazione del Melbourne. Sono state inoltre ripetute misure per lo studio della dinamica dei flussi glaciali. Sul Monte Melbourne, sono stati effettuati interventi manutentivi alla rete sismometrica e tiltmetrica.

Nelle ultime due spedizioni 1993/94 e 1994/95 sono stati effettuati interventi tecnici migliorativi alla stazione sismografica permanente a banda larghissima di Baia Terra Nova (TNV) per aumentarne l'affidabilità generale. La stazione TNV è inserita nella lista di stazioni di interesse prioritario compilata dalla Federazione internazionale di reti digitali (FDSN). Altra strumentazione (a larga banda), già in funzionamento temporaneo, è stata installata permanentemente nel 1994/95 presso la Base Esperanza in collaborazione con il programma antartico argentino.

L'osservatorio geomagnetico, installato nel 1986/87 e dal 1990 in acquisizione automatica, ha continuato le misure del campo con modalità diverse. Le attività dell'ultimo biennio si sono rivolte essenzialmente ad un aggiornamento della strumentazione per migliorarne la qualità e per estendere le misure nelle bande ELF e VLF. I dati sono stati forniti ai centri mondiali e utilizzati per la riduzione delle misure delle campagne aeromagnetiche.

Per lo studio dell'atmosfera antartica sono state continuate osservazioni di diverso tipo iniziate sin dalle prime spedizioni: misure di radiazione solare con fotometri a varie lunghezze d'onda, misure microclimatologiche nell'area circostante la base, misura della concentrazione di ozono e gas serra in collaborazione con i programmi antartici di Argentina e Nuova Zelanda. Nell'ultimo biennio è stata in funzionamento continuo strumentazione per lo studio della copertura nuvolosa durante tutto l'anno. Nell'ambito degli Osservatori è anche stata curata l'acquisizione dei dati meteorologici di vario tipo (dati meteo al suolo, radiosondaggi, immagini da satellite) di supporto alla navigazione, al servizio dell'Aeronautica Militare per l'assistenza al volo e, in generale, alle attività logistiche della base.

Durante l'ultimo biennio è stato installato un osservatorio ionosferico per gli studi di aeronomia e di fisica dell'atmosfera ionizzata ad alta latitudine. I sondaggi ionosferici sono utilizzati per mettere a punto e verificare i modelli di radiopropagazione a lunga distanza utilizzati per i collegamenti HF tra Baia Terra Nova e Italia.

Sono state continuate le misure di marea, sia alla Base, sia in altri punti di misura situati sul Mare di Ross. Una stazione permanente da fondo, collegata via cavo alla base, rappresenta un punto della rete globale GLOSS e viene utilizzata per la definizione del caposaldo geodetico fondamentale. Nello scorso biennio si sono anche iniziate misure ondametrische presso la base allo scopo di mettere a punto modelli matematici per prevedere il moto ondoso sulla base di dati anemometrici e per tarare i dati rilevati da satellite.

3.b. Telerilevamento, GIS e Banche Dati

Il presente progetto si è articolato in quattro sottoprogetti.

1 - Telerilevamento

L'attività è stata indirizzata verso lo studio di metodologie di analisi dei dati satellitari ai fini del loro impiego nelle discipline antartiche.

E' di recente costituzione un Gruppo di Radiometria con l'intento di produrre archivi di dati atti a calibrare ed interpretare le immagini telerilevate.

2 - GIS

E' stato definito il progetto esecutivo del GIS-Antartide, un GIS trasversale concepito per fornire una base per studi multidisciplinari nell'ambito antartico. La realizzazione di tale risorsa si dovrebbe concludere entro il prossimo Piano poliennale.

3 - Banche dati

E' stata avviata la realizzazione del Sistema South-Pole, per l'archiviazione e distribuzione dei dati raccolti nel corso delle campagne in Antartide. E' in corso di ultimazione la realizzazione dei due Centri-archivi pilota presso l'Università di Siena (dati glaciologici, geologici e petrografici) e l'OGS di Trieste (dati di sismica a mare) ed è stata finanziata l'attivazione di altri 3 Centri presso l'ENEA-Casaccia (dati satellitari), l'Istituto Nazionale di Geofisica (dati geofisici) e l'Istituto di Geologia Marina-CNR Bologna (dati di batimetria marina). Si prevede l'ultimare il Sistema entro il 1996-97.

4 - Idrografia

L'attività dei rilievi idrografico-batimetrici ha continuato a produrre carte batimetriche dell'area prospiciente Baia Terra Nova. Recentemente vi è stata una diversificazione di interessi, con l'applicazione di metodologie di analisi sofisticate per ottenere una visualizzazione tridimensionale dei fondali.

Il notevole costo delle campagne idrografiche ha fatto privilegiare l'ultima linea di ricerca nel corso della campagna 1994-95 in coincidenza con l'utilizzo della N/R/ Italica per le attività oceanografiche.

3.c. Aspetti Giuridici, Storici, Geografici ed Ambientali

Il settore che si occupa degli studi di carattere giuridico, nel periodo 1992-95, ha svolto soprattutto attività di ricerca relative alle novità apportate dal Protocollo di Madrid del 1991 nell'ambito del sistema del Trattato antartico. Le materie di cui, perciò, ci si è prevalentemente occupati sono rappresentate dallo studio della progressiva istituzionalizzazione del sistema antartico e dalla ricerca sulle forme di responsabilità necessarie per la prevenzione e la repressione delle attività che possono provocare danni all'ambiente antartico. A tali studi si sono affiancate anche attività di raccolta di fonti giuridiche internazionali e statali.

Le ricerche di carattere storico-geografico hanno, invece, portato alla raccolta sia di materiale bibliografico e cartografico sull'Antartide sia di documenti sulla storia delle esplorazioni. A ciò devono essere aggiunte anche le attività che hanno permesso la costituzione di una banca dati immagini e di una banca dati per la nomenclatura del territorio antartico la cui realizzazione non è ancora giunta a conclusione.

Infine, per quanto concerne il settore che si occupa di ricerche ambientali, nel periodo 1992-95, si è dedicato sia alla valutazione sia al grado di inquinamento provocato dalle attività umane nell'Antartide.

4 - RICERCHE TECNOLOGICHE AVANZATE

4.a. Robotica e Telescienza in Ambiente Estremo

Robotica di superficie

Impostazione generale del sottoprogetto

Le attività del sottoprogramma fanno riferimento ad una analisi condotta dai responsabili dell'U.O. dell'ENEA per identificare una gamma di applicazioni specifiche (scientifiche o logistiche) che presentassero evidenti esigenze di servizi ottenibili da un sistema robotico autonomo.

Questa analisi ha portato alla definizione di un mezzo in grado di coprire grandi distanze e capace di svolgere attività a supporto sia dell'organizzazione logistica che di molti esperimenti scientifici e pertanto dotato di capacità di carico e manipolazione adeguate.

Definite le specifiche operative, sono state attivate, in gran parte con autofinanziamento ENEA e talora con autofinanziamento di qualche partner (DUNE), molte azioni di ricerca e messa a punto di tecnologie per identificare i modi di realizzazione di determinate funzioni critiche del sistema (tipicamente richieste da sottosistemi sensoriali, di telecomunicazioni o informatico-controllistici).

Le tempistiche imposte dagli atti formali necessari per accedere al finanziamento dell'iniziativa, specie per quanto riguarda le U.O. a capitale privato, hanno portato sinora all'avvio delle fasi preliminari del processo di realizzazione del robot di superficie, ma è previsto che una versione con funzionalità semplificate del sistema, ma comunque operativa sarà disponibile, come previsto, entro la fine del 1996.

Collaborazioni in corso con Unità Operative nazionali dello stesso sottoprogetto

Al momento attuale fanno parte del sottoprogetto Robotica di Superficie le Società Telerobot, Oto Melara, Dune e D'Appolonia Sistemi Informatici (DSI) ed inoltre le Università di Roma e di Genova oltre al Politecnico di Torino.

Sono state attivate le collaborazioni con Oto Melara, DSI e con DUNE (con quest'ultima già da prima dell'attribuzione del budget '93) ed è in via di perfezionamento quella con il consorzio Telerobot.

Per quanto riguarda le Università, nel corso del 1993 sono stati concordati gli argomenti oggetto della ricerca tecnologica di base da parte di queste ultime e sono state condotte alcune indagini esplorative che hanno portato alla formulazione di un piano di adeguamento delle strutture dei laboratori coinvolti.

Collaborazioni con altri partner in ambito internazionale

Oltre alle collaborazioni in atto in ambito nazionale, è stata definita una collaborazione con l'Ente di Studi Spaziali francese (CNES), che partecipa come Unità Operativa francese alla realizzazione delle infrastrutture di servizio della base comune italo-francese di Concordia attraverso la realizzazione di un sistema mobile di ispezione ed esplorazione in dotazione alla base. E' previsto che i risultati degli sviluppi tecnologici di molti dei sottosistemi sviluppati, specie per quanto riguarda gli aspetti di supervisione e di sensorialità, siano utilizzati su entrambi i sistemi mobili che verranno poi messi a disposizione dell'organizzazione per le missioni scientifiche in Antartide.

Target raggiunti

Come premesso nell'introduzione, le attività sinora svolte hanno dovuto essere portate avanti dalle U.O. in autofinanziamento ed i risultati ottenuti sono nel seguito elencati:

- Esecuzione di uno studio per l'analisi delle possibili missioni richieste ad un sistema robotico mobile per l'Antartide; i risultati di questo studio, che comprendono anche un approfondimento delle tematiche relative ai problemi di telecomunicazioni a breve e medio raggio svolto da DUNE sono disponibili presso l'ENEA e sono già stati distribuiti alle altre U.O. che ne richiedevano l'uso per l'avvio degli studi di rispettivo interesse;
- Definizione dei requisiti del sistema mobile di superficie in base alla Analisi sopra citata; anche questo lavoro, svolto in collaborazione da ENEA e DUNE è stato già distribuito agli altri partner;
- Sviluppo, da parte ENEA, di un interfaccia uomo-robot di tipo avanzato e parzialmente basata sulle tecnologie emergenti della realtà virtuale. Ulteriori sviluppi in questa direzione sono già stati pianificati e verranno completati nel corso dei prossimi due anni.
- Sviluppo di sistemi prototipali di range finding a medio e lungo raggio, adatti all'impiego su un rover adattato all'ambiente antartico ed in grado di fornire informazioni di alta precisione sulla presenza di oggetti prossimi e più in generale sulla topologia dell'ambiente circostante il robot in modo da consentire la pianificazione del movimento in relazione agli obiettivi prefissati dall'operatore; l'ENEA, che ha condotto questi studi, ha messo a punto quattro diverse tecnologie, di cui tre basate su tecnologie ottiche ed in particolare sull'impiego di diverse proprietà della luce LASER ed una basata su sensori di tipo ultraacustico idonea solo all'impiego in ambienti protetti, ma dotata di elevata precisione;
- Sviluppo di sistemi di pianificazione di traiettorie, finalizzati a consentire il movimento autonomo della macchina, specie in presenza di una strutturazione dell'ambiente (e quindi tipicamente in prossimità della base o comunque di installazioni antropiche come osservatori di scientifici); lo studio di questi sistemi è stato condotto da ENEA in vista di una loro applicazione sia sul sistema di superficie che sul robot sottomarino, oggetto del relativo sottoprogetto;
- Sviluppo di un sistema di guida di veicoli di tipo generale, basato sull'impiego di tecniche di controllo a "fuzzy logic" e messo a punto dalla Oto Melara; tale sistema controlla l'assetto ed il moto del veicolo e si pone perciò, rispetto al sistema di pianificazione delle traiettorie, come un sottosistema di tipo maggiormente esecutivo;

- Sviluppo di alcune tecnologie di visione artificiale per il riconoscimento di target ottici significativi durante la manovra del robot; questi studi sono stati condotti indipendentemente dall'Università di Genova e da ENEA.

Va sottolineato che a causa della mancanza di un organico studio di architettura del sistema, dipendente dai ritardi con i quali sono stati resi disponibili i finanziamenti, non è stato possibile procedere alla realizzazione di prototipi destinati all'installazione sul robot, ma solo a dispositivi sperimentali che dovranno subire successivamente una nuova fase di sperimentazione più finalizzata ed una riprogettazione per adattarli al particolare progetto finale.

Robotica sottomarina

Azioni in corso e risultati conseguiti

Obiettivo primario e' la realizzazione di un veicolo autonomo sottomarino, della classe comunemente denominata AUV; al progetto e' stato attribuito il nome SARA (Sottomarino Autonomo Robotizzato Antartico), ed e' stato annunciato in ambito internazionale.

Le attività del sottoprogramma fanno riferimento ad una analisi condotta dai responsabili ENEA e TECNOMARE per identificare una gamma di missioni specifiche (scientifiche o logistiche).

Una volta definita una ipotesi di massima, sono state avviate le seguenti attività:

- Definizione dei requisiti globali del sistema e dell'architettura generale (TECNOMARE). è stata elaborata l'architettura generale del veicolo SARA, precisando dimensioni, pesi, funzioni, natura e scopi dei sottosistemi. E' stata anche definita l'architettura preliminare dei singoli sottosistemi critici, individuando, dove possibile, la natura dei componenti più adatti, il possibile fornitore, e acquisendo offerte economiche di riferimento. I risultati sono appunto preliminari, dovendo passare al vaglio della progettazione esecutiva. Esiste anche l'architettura del sistema di controllo, fino al livello di blocchi macrofunzionali. L'attività è conclusa, salvo varianti nel corso dei lavori successivi.
- Analisi dello stato dell'arte degli AUV (TECNOMARE, CNR). L'attività è conclusa.
- Analisi dello stato dell'arte dei sistemi di posizionamento acustico e preprogetto di quello di SARA (DUNE). è il problema cruciale per SARA. Si è acceso un lungo dibattito fra i partners attorno alle soluzioni proposte, che sono state avanzate nel corso dei lavori. Attualmente esiste un accordo di massima sulle tecnologie da utilizzare, ma l'ultima parola deriverà dalle sperimentazioni. L'attività è quindi conclusa, salvo varianti successive.
- Studio delle caratteristiche idrodinamiche dello scafo e simulazioni dinamiche (TECNOMARE). Le simulazioni al calcolatore hanno permesso di definire la forma dello scafo e le sue prestazioni, in dipendenza dai propulsori e dal sistema di guida prescelto. L'attività è conclusa.
- Studio di un sistema di posizionamento batimetrico, basato sulle caratteristiche del fondale (ENEA). E' stato realizzato un simulatore geometrico per le prove degli algoritmi, ed alcuni metodi sono stati elaborati e provati. L'attività è in corso.
- Definizione del sistema di controllo non-lineare di SARA con tecniche tradizionali (TECNOMARE) e con Reti Neurali (ENEA). L'attività è allo stadio di definizione di tecniche e di sperimentazione. La prima parte verrà proseguita in fase di progettazione esecutiva, la seconda richiederà ancora studi e simulazioni.
- Definizione e progettazione di un microlaboratorio per analisi automatica dell'acqua, su specifiche delle Unità di Ricerca in Biologia Marina (SC. S. ANNA). E' stata definita l'architettura del prototipo ed individuato il processo per la fabbricazione. L'attività è in corso.
- Attività di ricerca diverse su rilevazione di ostacoli, pianificazione e "sensor fusion" (UN. DI ROMA, ENEA). Si cerca di individuare un sistema "intelligente" per l'aggiramento di ostacoli, dopo avere acquisito lo stato dell'arte. L'attività è in corso.
- Interfaccia uomo-macchina (UN. DI PARMA). Va individuata l'architettura del sistema interattivo indispensabile per le fasi di prova in teleoperazione e per le successive fasi di impostazione e analisi della missione. L'attività è iniziata a seguito della definizione dell'architettura generale.
- Azioni sperimentali, che per la complessità si descrivono separatamente (CNR)

Campagna sperimentale

L' IAN-CNR di Genova ha messo a disposizione del progetto SARA un suo veicolo filoguidato della classe ROV, denominato ROBY2.

ROBY2 e' stato quindi perfezionato nei sistemi di guida remota, di interfaccia uomo-macchina e di comunicazioni con la superficie, con lo scopo di eseguire una serie di missioni che mirassero a sperimentare alcuni apparati da utilizzare su SARA, a definire le modalità operative proprie del mare antartico, a caratterizzare alcune tipologie di missioni.

La campagna di ROBY2 a Baia Terranova e' stata complessivamente un successo, con 22 immersioni in ogni condizione e in localita' diverse, avendo raggiunto profondita' di 120 metri e una (rischiosa) esplorazione di una lingua glaciale.

Molte missioni sono state finalizzate anche a scopi di ricerca biologica e ambientale, in collaborazione e su richiesta dei ricercatori presenti alla base.

La campagna di ROBY2 in Antartide ha portato una messe di risultati tecnologici, che sono ancora in fase di elaborazione. La documentazione visiva registrata durante le immersioni e' stata presentata a supporto della richiesta di istituzione di una ASPA, nel meeting di Venezia dello scorso luglio.

Telescienza

Impostazione generale del sottoprogetto

Il Sistema di Supervisione e Telecontrollo di esperimenti scientifici in Antartide, la cui prima realizzazione prototipale è prevista per la fine del 1996, si compone di diversi sottosistemi, alcuni ubicati presso la Base di Baia Terranova altri in Italia. Essenzialmente si possono individuare i seguenti sottosistemi principali: un Sistema di Monitoraggio e Controllo Locale a BTN, una Stazione Remota in Italia, una serie di Laboratori e Apparatati eterogenei, per l'esecuzione delle attività sperimentali, a BTN, un Sistema di Produzione e Distribuzione Energia locale a BTN, un Sistema di Telecomunicazioni Italia-Antartide.

Le attività fin qui svolte dall'ENEA e dai partner privati e pubblici del progetto, sono consistite nella definizione dei requisiti e specifiche di utenza per l'intero sistema e per i suoi sottosistemi componenti, nella definizione dell'architettura generale del sistema, e nell'individuazione e messa a punto di soluzioni tecnologiche ad alcuni aspetti critici del progetto.

Collaborazioni in corso con Unità Operative nazionali dello stesso sottoprogetto

Le Unità Operative che partecipano al sottoprogetto Telescienza sono le seguenti: ENEA, DATAMAT S.p.A., TECNOMARE S.p.A., CISI-AID S.p.A., D'Appolonia Sistemi Informatici S.p.A. (DSI), Università di Parma (Prof. U. Cugini). A settembre 1994 sono state attivate le collaborazioni con DATAMAT, TECNOMARE, CISI-AID e DSI, che, per quanto concerne la prima fase del progetto, si sono concluse a luglio 1995. Da aprile 1995 è attivo l'accordo di collaborazione con l'Università di Parma.

Collaborazioni con altri partner in ambito internazionale

Dal marzo 1993, è operante l'accordo Italia-Francia per la realizzazione di una base comune antartica, situata all'interno del continente, denominata Concordia. Tale accordo, oltre alla costruzione della base, prevede l'esecuzione di programmi di ricerche scientifiche e tecnologiche. Tra i temi di ricerca vi sono la Telescienza, le Energie Alternative, le Colture Idroponiche, la Robotica.

Per lo svolgimento di tali attività, è attiva una collaborazione con il CNES francese, consulente dell'Istituto Polare Francese per le ricerche tecnologiche.

Alcune delle attività del progetto Telescienza si sono svolte nell'ottica di una riutilizzazione, nell'ambito della collaborazione italo-francese, dei risultati conseguiti. Tra queste, la definizione dei requisiti di utenza del sistema di telescienza, la progettazione dell'Serra Automatizzata per Colture Idroponiche, lo studio per l'automazione e teleoperazione del Telescopio Antartico.

Oltre a tale collaborazione internazionale, è attiva dall'aprile 1994 una collaborazione con i partner del progetto europeo ESPRIT-SQUID. Nell'ambito di tale progetto, alcuni sviluppi software, realizzati nel progetto Telescienza, saranno utilizzati come casi applicativi per la verifica dell'ambiente software per l'analisi della affidabilità e qualità del SW, previsto nel progetto SQUID suddetto.

Risultati conseguiti

Le attività finora svolte dalle varie Unità Operative del progetto hanno portato al conseguimento dei risultati di seguito riportati.

- Individuazione della struttura e dell'organizzazione interna del progetto. Definizione dei ruoli, delle responsabilità e dei flussi informativi. Definizione di alcuni standard di riferimento per la realizzazione della documentazione, per la progettazione e lo sviluppo del SW. Attività svolta dall'ENEA (INN/RIN) in collaborazione con la società DATAMAT.
- Definizione dei Requisiti di Utenza del Sistema di Supervisione e Telecontrollo di esperimenti scientifici in Antartide. Tale attività ha avuto diverse fasi in Italia ed in Antartide. In Italia, in collaborazione con DATAMAT, TECNOMARE, CISI-AID e DSI, è stato messo a punto un questionario per la raccolta dei dati di utenza in Antartide; DATAMAT ha fornito una check-list per la verifica dei requisiti di preinstallazione del sistema presso BTN; sono state organizzate riunioni con i ricercatori delle diverse linee di ricerca in Antartide

interessati ad attività di Telescienza. In Antartide, durante la Campagna 1993-94, sono state raccolte tutte le informazioni necessarie alla individuazione dei requisiti di utenza per la definizione delle specifiche del sistema. Tale attività è stata condotta dall'ENEA (INN/RIN).

- Analisi e definizione dell'architettura funzionale dell'intero Sistema di Supervisione e Telecontrollo; definizione dei Requisiti del Sottosistema di Monitoraggio e Controllo (SMC) in Antartide; definizione delle Specifiche e dell'Architettura Funzionale del SMC; definizione delle specifiche dell'Interfaccia Uomo-Macchina per la configurazione del SMC; definizione delle modalità di interfacciamento con i sistemi esterni. Attività condotte da DATAMAT S.p.A. in collaborazione con ENEA (INN/RIN) e gli altri partner del progetto.
- Analisi e definizione Requisiti di Utenza della Stazione Remota (SR) in Italia; definizione delle Specifiche e dell'Architettura Funzionale della SR; definizione dell'Architettura Software ed Hardware della SR; sviluppo di un primo semplice prototipo dell'Interfaccia Uomo-Macchina della SR. Attività condotte da CISI-AIS S.p.A. in collaborazione con ENEA (INN/RIN) e gli altri partner del progetto.
- Analisi e definizione dei Requisiti di Utenza (scientifici e tecnologici) relativi alla automazione e robotizzazione del Telescopio Antartico (scelto come esperimento pilota); definizione delle Specifiche e dell'Architettura Funzionale del Sistema di Controllo del telescopio; definizione delle Specifiche dei sottosistemi componenti il Sistema di Controllo del telescopio; definizione delle modalità di interfacciamento con i sistemi esterni. Attività condotte da TECNOMARE S.p.A. in collaborazione con ENEA (INN/RIN), Università di Perugia e gli altri partner del progetto. Tale attività è inserita nell'ambito dell'accordo italo-francese per la base Concordia.
- Rilevamento ed acquisizione dati sperimentali relativi alle prove di funzionamento dei componenti elettronici ed elettromeccanici impiegabili nella progettazione del sistema di movimentazione, auto puntamento e autoguida del Telescopio Automatico Antartico da 80 cm. Attività condotta dall'ENEA (INN/RIN) in collaborazione con l'Università di Perugia. Tale attività è inserita nell'ambito dell'accordo italo-francese per la base Concordia.
- Studio per la realizzazione del Sistema di Telecomunicazioni tra l'Italia e l'Antartide. Scopo dello studio è stato quello di fornire all'ENEA elementi tecnici, tecnologici ed economici per la scelta e/o realizzazione del sistema di telecomunicazioni più adeguato alle necessità del progetto Telescienza. Attività condotta ENEA (INN/RIN) che si è avvalsa della collaborazione della società Projecta Roma.
- Analisi e definizione dei Criteri RAM di progetto e Pianificazione delle attività RAM; analisi funzionale del Sistema di Supervisione e Telecontrollo; analisi FMEA del Sistema di Supervisione e Telecontrollo; analisi di Affidabilità del Sottosistema Energia del Sistema di Supervisione e Telecontrollo. Attività condotte da DSI S.r.l. in collaborazione con ENEA (INN/RIN) e gli altri partner del progetto.
- Nell'ambito delle attività di progettazione del Sistema di Produzione Elettrica, messa a punto della metodologia di trattamento dei segnali di vibrazione del blocco motore per la diagnosi precoce di malfunzionamenti. Attività svolta dall'ENEA (INN/FIS, ANT) in collaborazione con l'Università di Bologna (Istituto di Macchine) e la Ohio State University (Department of Mechanical Engineering).
- Progettazione della Serra Automatizzata per Colture Idroponiche e realizzazione di un primo prototipo del sistema automatico di monitoraggio dati ambientali e preparazione delle soluzioni nutritive. Attività svolte dall'ENEA (INN/BIOAG), avvalendosi della collaborazione della società ASIA S.r.l. e delle Università di Pisa e Viterbo. Tale attività è inserita nell'ambito dell'accordo italo-francese per la base Concordia.

4.b. Sensoristica

Sensore per aerosol

I principali risultati hanno riguardato: A) Impattori inerziali; B) Modulo TCCR; C) Altri campionatori

A) Impattori inerziali (IIA)

I risultati ottenuti sono stati:

1) Sviluppi dei principi di funzionamento e utilizzazione

1a) Efficienza di adesione, su stadio di impatto, molto elevata (>0.97). Risultato originale ottenuto con tecniche di "contenimento" a freddo (00C) di quantità elevata di acido oleico sulla membrana di impatto

1b) Estrazione completa dell'acido oleico dal campione (prima dell'analisi PIXE)

1c) Basso "Fondo" residuo nell'analisi PIXE dopo l'estrazione dell'A. oleico

I tre punti 1a, b, c risolvono difficoltà essenziali intrinseche a tutti gli impattori impiegati in vista di analisi PIXE di alta sensibilità.