


ITALIA IN ANTARTIDE





ITALIA IN ANTARTIDE

6-12

PERCHÉ L'ANTARTIDE

C'era una volta la Gondwana
I vulcani
Un deserto di ghiaccio
L'Oceano Australe
Adattamento biologico
Il Sole e le sue radiazioni
Meteoriti
Astrofisica
Tecnologia
Adattamento dell'uomo

14-20

IDENTIKIT

Posizione geografica
Superficie e distanze
Clima
Rilievi
Calotta
Mari
Ghiaccio marino
Il basamento roccioso
L'Antartide e la vita
Risorse
Presenza umana

22

ANTARTIDE IERI

Prima della scoperta
Cronologia antartica

24-26

ANTARTIDE OGGI

Il Trattato internazionale dell'Antartide
Lo SCAR e il CoMNPAP

28-42

ITALIANI IN ANTARTIDE

Prima del Programma governativo
Il Programma Nazionale di Ricerca in Antartide
Le spedizioni del PNRA
La stazione Mario Zucchelli
La Stazione Concordia
Le navi
Mezzi aerei

44

COSTI E BENEFICI

Domande necessarie
Voltandosi indietro
Sguardo al futuro



Sopralluogo per una trivellazione nel ghiaccio marino.



Introduzione

L'Antartide, una terra così remota e così differente dal nostro Paese, non può mancare di suscitare curiosità e fascino. Se la sua "diversità" è alla base dello straordinario interesse scientifico, sono piuttosto le dimensioni continentali che conferiscono all'Antartide una valenza geopolitica da non trascurare.

L'Italia è presente in Antartide con un Programma scientifico governativo dal 1985. Tale Programma – noto come PNRA (Programma Nazionale di Ricerche in Antartide), finanziato dal Ministero per l'Istruzione, l'Università e la Ricerca Scientifica (MIUR) - completa nel 2015 trenta anni di attività. Si è trattato di un arco di tempo che ha visto importanti mutamenti nelle aspettative dell'opinione pubblica. Alle prospettive iniziali di uno sfruttamento economico del continente si è sostituita una crescente coscienza ambientale e la consapevolezza che l'Antartide rimane l'ultimo angolo incontaminato del Pianeta, con potenzialità uniche per aiutarci a capire il nostro passato e il nostro futuro. E' soprattutto per tali valori che esso va studiato e conservato.

Il Programma italiano ha ricevuto negli anni finanziamenti più o meno cospicui. Entità e variabilità dei finanziamenti sono state in parte fisiologiche, in quanto legate alle fasi di sviluppo del Programma, ed in parte contingenti, in quanto determinate dalla situazione finanziaria generale. E' tuttavia rimarchevole che il Governo non abbia mai permesso di disperdere quanto finora realizzato e abbia al contrario valorizzato l'impegno nazionale in Antartide.

I nostri ricercatori, spesso inseriti nell'ambito di collaborazioni internazionali, hanno ottenuto risultati di alto livello. E nelle periodiche spedizioni – una all'anno - hanno progressivamente acquisito piena familiarità con aspetti e problemi del continente. Essi hanno poi, al loro ritorno in patria, illustrato e trasmesso ad un vasto pubblico, in particolare ai giovani e alle scuole, la loro esperienza.

Questo fascicolo, dalla sua prima edizione del 1989 a quella presente che vuole sottolineare i 30 anni del PNRA, si inserisce in tale filone educativo: viene innanzitutto presentata l'Antartide in termini geografici e storici, e la sua importanza per la scienza; successivamente si prendono in considerazione aspetti politici e di coordinamento internazionale; infine si passa in rassegna ciò che è stato sviluppato sinora dal PNRA.

Dopo averlo scorso, il lettore si sentirà più vicino all'Antartide e forse stimolato a documentarsi ulteriormente.



PERCHE' L'ANTARTIDE

Ogni angolo della Terra merita di essere studiato perché la Terra è la casa dell'uomo e da essa l'uomo trae cibo, acqua, minerali, energia e quanto altro gli occorre per vivere. In particolare merita grande attenzione l'Antartide per la sua particolare collocazione, unica tra i continenti, a latitudini polari e per il fatto che, fra tutti, è il continente meno conosciuto. Le pagine che seguono vogliono segnalare alcuni aspetti salienti del grande interesse scientifico associato all'Antartide.

C'ERA UNA VOLTA IL GONDWANA

La situazione geografica dell'Antartide, isolata, in posizione polare e coperta di ghiacci, è conseguenza di una lunga e complessa evoluzione geologica che è tuttora in atto. Essa, almeno in parte, è ancora da comprendere e da ricostruire.

Sino al Giurassico, 140 milioni di anni fa, l'Antartide occupava latitudini temperate e faceva parte del Gondwana, il supercontinente che includeva anche Africa, Penisola arabica, India, Australia, Nuova Zelanda e America meridionale. Alla fine del Giurassico è iniziato lo smembramento del Gondwana e, durante il Terziario (circa 20 milioni di anni fa), l'Antartide si è distaccata completamente dal Sud America.

In seguito all'isolamento, intorno al continente si è instaurata una corrente oceanica permanente, detta corrente circumpolare, la quale è alimentata da moti convettivi di masse d'acqua a diversa temperatura e salinità, ed è favorita dalla circolazione atmosferica; il tutto influenzato dalla rotazione terrestre.

La corrente circumpolare ostacola la commistione delle acque della zona temperata con quelle fredde continentali.

Il progressivo raffreddamento del continente è

dunque avvenuto per la concomitanza dei seguenti fattori:

- la posizione geografica polare
- la separazione dalle altre masse continentali
- la grande estensione ad elevata altitudine media e la riflessione dei raggi solari da parte delle superfici innevate.

Queste condizioni hanno portato nel tempo al lento accumulo di una immensa coltre di ghiaccio.

Essa si è formata a spese dell'umidità atmosferica proveniente dai settori temperati dei tre oceani circostanti.

Proprio perché la maggior parte del continente è coperta dal ghiaccio molti aspetti della geologia antartica sono tuttora poco noti. Se però si considera la posizione centrale che l'Antartide occupava nel supercontinente Gondwana, si comprende come essa giochi un ruolo cruciale in ogni modello geologico che tenda a ricostruire la situazione prima della separazione dei blocchi.

La geologia dell'Antartide, oltre che contribuire alla conoscenza delle strutture profonde del continente e portare alla luce testimonianze fossili, consente dunque una migliore comprensione della storia dell'intero pianeta. In

particolare, mentre i margini della grande massa glaciale si estendevano e ritraevano ripetutamente in concomitanza con i cambiamenti climatici, i ghiacciai trascinavano in mare detriti di varia natura che oggi, sotto forma di sedimenti marini, rappresentano una spia di quei cambiamenti.

I VULCANI

Importanti apparati vulcanici contrastano con il paesaggio statico e gelido del continente bianco. I maggiori vulcani si trovano sulle coste del Mare di Ross: sono l'Erebus e il Melbourne. Quest'ultimo sorge nelle vicinanze della Stazione italiana Mario Zucchelli a Baia Terra Nova. Fenomeni vulcanici si manifestano inoltre nella Penisola Antartica, ad esempio nelle isole Deception, Penguin, Bridgeman e Brabant.

Dallo studio delle rocce vulcaniche si possono trarre informazioni sulla composizione della litosfera.



Un iceberg intrappolato dal ghiaccio marino. Ad inizio dell'estate australe (21 dicembre) con lo scioglimento del ghiaccio marino, gli iceberg tornano a navigare nelle acque dell'Oceano Meridionale per migliaia di chilometri.

PERCHÉ L'ANTARTIDE

UN DESERTO DI GHIACCIO

Il manto glaciale antartico è più antico e più esteso di quelli che troviamo nell'Artide e costituisce la maggiore riserva di acqua dolce del mondo. Per la sua dimensione, da circa 15 milioni di anni contribuisce in modo essenziale al bilancio termico della Terra. Poiché il comportamento a scala planetaria degli oceani e dell'atmosfera dipende dalla presenza di zone polari fredde e zone equatoriali calde, si dice qualche volta che l'Antartide costituisce la sorgente fredda del sistema termodinamico globale.

Le foto da satellite danno un'idea suggestiva di quanto "bianco" offra il nostro pianeta ai raggi solari. Per il suo potere riflettente la calotta glaciale respinge nello spazio buona parte della energia che le proviene dal Sole, difendendo quindi la stabilità nel tempo della calotta stessa. I ghiacci antartici non sono tuttavia un aspetto stabile e permanente nella storia del nostro pianeta. Essi infatti, su scala geologica, hanno subito notevoli variazioni in concomitanza di mutamenti ambientali.

Lo studio della storia glaciale antartica è quindi di notevole interesse per la comprensione della storia climatica della Terra.

L'Antartide esercita una profonda influenza soprattutto sul clima dell'emisfero meridionale ma anche sulla circolazione atmosferica globale, sulla temperatura e sulle correnti profonde degli oceani. Interferisce dunque più o meno direttamente con tutti gli ecosistemi marini e terrestri. Nessuno sa ancora dire con certezza se la calotta antartica sia attualmente in una

fase stabile oppure sia in diminuzione o in crescita: non vi sono ancora stime sufficientemente accurate sulle variazioni di volume dei ghiacci antartici. Si tratta certamente di un aspetto della massima importanza. Sono facili da intuire le conseguenze di una eventuale fusione dei ghiacci: il livello dei mari si innalzerebbe e le città costiere verrebbero sommerse in caso di scioglimento completo.

Di particolare interesse sono le perforazioni della calotta con estrazione ed analisi di "carote" di ghiaccio perché negli strati alle diverse profondità si ritrovano intrappolati, tra cristalli di ghiaccio, micro-campioni delle antiche atmosfere terrestri. Attraverso il loro esame è possibile conoscere i cambiamenti della composizione atmosferica e le condizioni climatiche del passato.

Mediante le perforazioni sono stati finora studiati i mutamenti climatici avvenuti nel corso degli ultimi 900 mila anni, evidenziandosi così la stretta interdipendenza tra variazioni di temperatura, variazioni della quantità di anidride carbonica e circolazione atmosferica (a sua volta connessa con la circolazione oceanica). Nei ghiacci sono conservate inoltre polveri di eruzioni vulcaniche vicine e lontane, particelle di origine terrestre ed extraterrestre, meteoriti, pollini, sostanze inquinanti e le ricadute da esplosioni nucleari (il cosiddetto fallout).

Su che cosa poggia l'immensa calotta glaciale? Su roccia, naturalmente; sulle rocce costituiscono il vero e proprio continente antartico. Ma vi sono delle aree, scoperte con sondaggi radar nelle quali, proprio nello strato di con-

fine tra ghiaccio e roccia, si è formato un lago. E le acque antichissime di questi laghi, rimasti isolati per milioni di anni, potrebbero anche ospitare forme di vita (microscopica) differenti da quelle note. Il lago Vostok, così chiamato perché situato sotto la omonima base russa, è stato recentemente campionato. Altri laghi subglaciali sono stati individuati dalle prospezioni italiane.

L'OCEANO AUSTRALE

Là dove i tre oceani - Atlantico, Pacifico e Indiano - raggiungono le latitudini più meridionali, essi si fondono in una sola immensa massa d'acqua che circonda l'Antartide: l'Oceano Australe (o Meridionale).

L'Oceano Australe ha un'area che è il doppio di quella del continente. Il suo limite meridionale coincide con le coste dell'Antartide mentre il limite settentrionale è convenzionalmente rappresentato da quella linea chiusa, quasi circolare, che corre tra 50° e 60° di latitudine sud attorno al continente e che va sotto il nome di Convergenza Antartica. L'Oceano Australe è l'unico fra gli oceani la cui estensione ad est e ad ovest non sia limitata da masse continentali. Anche in conseguenza di ciò esso è percorso permanentemente da una corrente circumpolare che fluisce da ovest ad est e che costituisce una barriera tra acque temperate e acque fredde, permettendo tuttavia un graduale scambio di calore, sostanze nutritive, ossigeno e anidride carbonica tra le masse d'acqua in contatto.



Lo studio di una catena alimentare consiste essenzialmente nel capire “chi mangia chi”.

Nelle acque antartiche l'anello fondamentale della catena alimentare è costituito da alcune specie di crostacei denominate nel loro insieme con la parola norvegese krill. Il krill si colloca fra gli organismi vegetali, di cui si nutre, e gli animali superiori quale balene, foche, pesci, uccelli acquatici, che se ne nutrono.



PERCHE' L'ANTARTIDE

Con l'arrivo dell'inverno (australe) una frazione notevole di questo Oceano congela in superficie e poiché il ghiaccio che si forma è povero di sali le acque sottostanti per contro si arricchiscono in sale e divengono più pesanti. Dunque acque fredde e dense scendono in profondità e spingono altrettanta acqua verso le zone temperate.

Ne deriva un moto incessante di tutte le acque oceaniche che gli oceanografi illustrano con l'immagine di un nastro trasportatore di dimensioni planetarie i cui effetti si risentono anche alle nostre latitudini.

Lo studio dell'Oceano Australe è importante anche per le interazioni con l'atmosfera la quale governa anch'essa il clima del pianeta.

La bassa temperatura dell'Oceano Australe favorisce la solubilità dell'anidride carbonica e dell'ossigeno nell'acqua e facilita l'utilizzo di tali gas da parte delle alghe per la fotosintesi e degli animali marini per la respirazione.

Ne deriva una grande abbondanza di microrganismi marini che sono alla base della catena alimentare.

ADATTAMENTO BIOLOGICO

Un insieme di caratteristiche rende l'Antartide e le sue acque un'area unica al mondo per il biologo. Qui, come in Artide, le varie forme di vita hanno sviluppato sistemi efficienti per mantenere un metabolismo attivo a bassa temperatura. Inoltre, il predominio di bassi valori di temperatura per tutto l'anno condiziona fortemente tipo e struttura delle popolazioni.

L'isolamento, dovuto alla grande distanza dagli altri continenti e facilitato dalla Convergenza Antartica è elemento di contrapposizione con l'area artica (anch'essa fredda ma non così isolata) ed ha favorito lo sviluppo di specie caratteristiche (endemismo).

Ad esempio, solo nelle acque dell'Antartide è possibile trovare pesci nei quali il trasporto dell'ossigeno nel sangue avviene per soluzione acquosa e senza l'impiego dell'emoglobina. Questi pesci hanno conseguentemente il sangue incolore.

Un'altra caratteristica importante, per quanto riguarda le condizioni ambientali, è la notevole stabilità termica del mare cui fa riscontro, invece, l'ampia escursione dei parametri climatici terrestri.

Tutte queste condizioni pongono una serie di interrogativi per il ricercatore. La loro soluzione mira ad individuare gli attuali meccanismi di equilibrio all'interno del complesso ecosistema ed a ricostruirne il processo evolutivo.

IL SOLE E LE SUE RADIAZIONI

Gli osservatori installati sul continente antartico sono particolarmente adatti allo studio delle interazioni elettromagnetiche tra il Sole e la Terra.

In occasione delle tempeste solari si verificano fenomeni spettacolari come le aurore ma anche indesiderabili quali i disturbi nelle radiotrasmissioni.

Infatti, poiché le cariche elettriche si muovono di preferenza lungo le linee di forza del campo

magnetico terrestre, e tali linee si addensano nelle aree polari, avviene che sia le particelle lanciate dal Sole sia quelle generate per urto in alta quota vengano convogliate in direzione nord o sud e concentrate sulle aree polari.

Le aurore sono dovute alla fluorescenza dei gas in alta quota.

Lo studio di queste manifestazioni si avvale di altre scienze, come ad esempio la fisica dei plasmi, gas altamente ionizzati che per le loro caratteristiche peculiari sono detti costituire il quarto stato della materia.

Un altro fenomeno, di cui si è parlato spesso e che va sotto il nome di buco dell'ozono, è anch'esso legato alle radiazioni, in parte raggi X, che provengono dal Sole e ai loro effetti sulle molecole dei gas in alta atmosfera.

Oggi, che la catena di reazioni chimiche implicate sembra chiarita e che i gas ritenuti responsabili del fenomeno sono stati messi al bando, il buco dell'ozono permane come fenomeno stagionale ma sotto controllo.

Infine lo studio del Sole, e soprattutto delle sue oscillazioni, è favorito alle latitudini polari dal fatto che qui il Sole può essere osservato per molti giorni consecutivi senza le interruzioni dovute al ciclo giorno-notte.

METEORITI

I meteoriti sono frammenti rocciosi o metallici che la Terra incontra continuamente nel suo viaggio intorno al Sole e che in conseguenza piovono a caso su tutto il pianeta. Quelli che cadono in Antartide vengono inglobati nei



Meteoriti piovano sulla Terra da milioni di anni e in ogni posto. Sorprendentemente in Antartide vi sono dei luoghi di accumulo ove è più facile trovarne. A Frontier Mountain, nella Terra Vittoria, è stato individuato uno di tali luoghi privilegiati. Nella foto il corpo scuro in primo piano è un meteorite. L'occhio esercitato lo distingue facilmente da altri frammenti di roccia provenienti dai vicini rilievi.



PERCHE' L'ANTARTIDE

ghiacci ove rimangono per migliaia o anche milioni di anni. A causa del costante slittamento della calotta verso gli oceani, molti esemplari di meteoriti raggiungono poi la costa e se ne allontanano incluse negli iceberg.

Nei luoghi dove invece una barriera naturale, ad esempio una catena montuosa, impone un movimento di risalita ai ghiacci, questi vengono esposti all'azione erosiva del vento (sublimazione) che determina la graduale emersione dei meteoriti.

Vi sono pertanto dei luoghi di accumulo dei meteoriti.

Negli ultimi 30 anni sono stati rinvenuti nei ghiacci antartici oltre diecimila meteoriti.

Alcuni meteoriti presentano tracce di aminoacidi e di molecole organiche che presumibilmente esistevano nel sistema solare 100 milioni di anni prima della comparsa della vita sulla Terra.

Questi frammenti prossimi ai 4 miliardi di anni di età, sembrano provenire da Marte poiché presentano tracce di gas rari in proporzioni simili a quelle dell'atmosfera di quel pianeta. In effetti, un meteorite caduto sul continente antartico si mantiene intatto fino ad un miliardo di anni mentre, in condizioni di clima temperato e desertico, solo poche decine di migliaia di anni.

ASTROFISICA

Un insieme di condizioni favorevoli – principalmente il basso contenuto di vapor d'acqua e la stabilità termica dell'atmosfera – rende

l'Antartide luogo ideale per le osservazioni astronomiche specie se le radiazioni che interessano sono nella banda dell'infrarosso o hanno lunghezze d'onda anche maggiori (sub-millimetriche). Ne consegue che può essere qui captata, meglio che in altri luoghi sulla Terra, la radiazione di fondo cosmico, ossia quella che si ritiene essere il residuo dell'energia elettromagnetica liberata nei primi istanti di vita dell'Universo. Sono studi che possono portare nuovi elementi alle teorie cosmologiche, in particolare a quella del Big Bang.

TECNOLOGIA

Lavorare in Antartide significa anche utilizzare, spesso sviluppare, una tecnologia adeguata. Osservare, prelevare, misurare richiede infatti, e prima di tutto, arrivare in Antartide, viverci temporaneamente, riportare indietro numeri e campioni; e questi ultimi possono essere rocce, ghiaccio, organismi vivi o congelati. Può anche essere opportuno lasciare in funzione strumentazione automatica che invii, non assistita, dati ai laboratori nazionali, situati in altri continenti. Delle spedizioni in Antartide va dunque sottolineato l'aspetto tecnologico e insieme ad esso quello logistico. E' possibile utilizzare l'ingegneria più convenzionale e più affidabile ma è contemporaneamente necessario sperimentare nuove tecnologie e trovare soluzioni in campo.

Fra le tecnologie sono fondamentali le telecomunicazioni, oggi per lo più via satellite, il tele-rilevamento, i sistemi automatizzati (computer

e robot), l'uso ottimale dell'energia (incluse le energie alternative e il risparmio energetico), lo smaltimento o anche il riciclo dei rifiuti.

ADATTAMENTO DELL'UOMO

L'estremo rigore dell'ambiente naturale antartico suggerisce di analizzare, come scienza a sé stante, l'adattamento dell'uomo a queste condizioni.

Di grande interesse sono le risposte fisiologiche; ma anche quelle psicologiche e le connessioni tra le due. Sembra, ad esempio, che la condizione di isolamento incida sul sistema immunitario.

Poiché il deserto di ghiaccio della calotta e quello pietroso delle rare zone deglacciate dell'Antartide sono i luoghi terrestri che meglio approssimano quelle di altri pianeti, essi possono essere utilizzati nelle simulazioni di missioni spaziali. La European Space Agency (ESA) e altre Agenzie spaziali mostrano crescente interesse all'Antartide.



Con temperature di -30°C o inferiori è opportuno che ogni parte del corpo sia coperta. L'umidità del fiato si condensa sotto forma di ghiaccio su ogni superficie prossima al naso e alla bocca e sulla barba. In queste condizioni la voce, la corporatura ma anche il nome sul giaccone aiutano i membri della spedizione a riconoscersi l'un l'altro.



IDENTIKIT

Le cifre riportate qui sotto sono le più accurate di cui si dispone al momento; va precisato tuttavia che quelle di rilevanza scientifica sono oggetto di continua revisione e aggiornamento. Altre, di natura antropica o geopolitica, come il numero delle basi, le nazioni aderenti allo SCAR o al Trattato Antartico, il numero dei turisti e simili sono per loro natura soggette ad annuali variazioni. D'altra parte gli scopi divulgativi della presente pubblicazione non prevedono di dare riferimenti assoluti ma piuttosto di promuovere un più ampio interesse.

Per quanto riguarda i nomi geografici, non esistendo in Antartide sovranità nazionali riconosciute e non esistendo una autorità sovranazionale competente per i toponimi, ogni nazione si regola come preferisce, per lo più cercando di rispettare le priorità di assegnazione. In questa pubblicazione i toponimi sono stati resi in italiano (ad esempio Terra Vittoria) tutte le volte che questo meglio corrispondeva alla consuetudine, altri sono stati lasciati nella lingua originale.

POSIZIONE GEOGRAFICA

L'Antartide è illuminata dal Sole per circa metà dell'anno durante l'estate australe (da ottobre a febbraio) mentre rimane in oscurità durante l'inverno.

Lo stesso fenomeno si verifica nell'Artico con la successione buio/luce invertita.

L'Antartide è circondata da correnti marine fredde circumpolari a sud della Convergenza Antartica; le perturbazioni atmosferiche si susseguono l'una dopo l'altra da ovest ad est fra 40° e 65° sud.

SUPERFICIE E DISTANZE

L'estensione del continente antartico è di 13 milioni di chilometri quadrati (una volta e mezza l'Europa).

La calotta glaciale ricopre il territorio per il 98%; il restante 2% è rappresentato dalle aree deglacciate.

Tutte le coste del continente sono bagnate dall'Oceano Australe e distano: 950 km dall'America meridionale,

2300 km dalla Nuova Zelanda,
2500 km dall'Australia,
3500 km dal Sud Africa.

CLIMA

Nell'altopiano centrale la temperatura media annua è inferiore a -50°C.

Le zone costiere, ed in particolare la Penisola Antartica (che si estende verso nord oltre il circolo polare) hanno temperature più elevate, con medie mensili estive intono a 0°C.

Durante l'estate australe, sulla costa, la temperatura oscilla intorno a 0°C con punte di 15°C nelle cosiddette «oasi», mentre nell'interno la temperatura è più bassa: si va da -15°C a -35°C. Durante l'inverno le temperature vanno da -15°C a -30°C sulla costa e da -40°C a -70°C nell'interno. La temperatura minima, -89,6°C, venne registrata nel 1983, a 3488 m di quota, alla base sovietica Vostok.

Il clima è secco e le precipitazioni sono scarse; questo è vero in particolare sull'altopiano centrale dove le precipitazioni (neve) non superano in un anno 1mm di equivalente in acqua. Caratteristica del continente sono inoltre le

tempeste di vento improvvise (venti catabatici): si possono raggiungere punte di 300 km/ora.

RILIEVI

L'elevazione media del continente, in gran parte dovuta alla coltre di ghiaccio, è di 2300 metri. Nessun altro continente raggiunge una altezza media così grande. Le catene montuose più importanti sono:

la Catena Transantartica, che si estende per 4000 km dalla Terra Vittoria settentrionale alla Piattaforma di Filchner e raggiunge i 4528 m di altezza con il Monte Kirkpatrick;

le Ellsworth Mountains, situate alla base della Penisola Antartica, con il Monte Vinson, tetto del continente, 4892 m.

Le altezze raggiunte dai principali vulcani sono le seguenti:

- Erebus (isola di Ross) 3784 m;
- Melbourne (tra Baia Terra Nova e Baia di Wood) 2733 m.

Vi sono anche catene montuose interamente coperte dai ghiacci e perciò non visibili ma conosciute per mezzo di prospezioni radar. Tra

IDENTIKIT

queste il massiccio subglaciale Gamburtsev, più esteso delle Alpi e con picchi di 3000 metri al di sopra del basamento roccioso circostante. Questo massiccio ha ricevuto molta attenzione recentemente per il suo probabile contributo, nelle fasi iniziali, alla formazione dell'intero manto glaciale continentale.

CALOTTA

La calotta glaciale antartica, con un volume stimato attorno ai 30 milioni di km cubici, rappresenta il 91 % dei ghiacci della Terra e allo stesso tempo il 68% delle riserve globali di acqua dolce. La superficie è circa 13 milioni di km quadrati.

La calotta poggia su un basamento roccioso che in certe zone è al di sopra e in certe zone al di sotto del livello del mare. Lo spessore del ghiaccio è in media 2400 metri ma in alcuni punti arriva fino a 4700 metri.

La calotta scivola con movimento grosso modo radiale in tutte le direzioni che portano verso l'oceano con velocità che vanno da meno di 1 metro/anno per i ghiacciai dell'interno fino a 2000 metri/anno per i fronti dei ghiacciai vicini alla costa.

In prossimità delle coste la coltre di ghiaccio diventa più sottile e si estende sull'oceano per 1.4 milioni di km quadrati sotto forma di piattaforme di ghiaccio parzialmente fluttuanti, spesse anche centinaia di metri.

Lo zoccolo di ghiaccio che galleggia sul mare mostra un fronte verticale alto qualche decina di metri. Visto dal mare si presenta come una

barriera e con tale nome viene anche indicato (ad esempio Barriera di Ross).

Da queste piattaforme hanno origine gli iceberg tabulari, enormi isole di ghiaccio, che navigano nelle acque antartiche con una velocità di spostamento di alcuni chilometri al giorno. La loro superficie raggiunge spesso decine di chilometri quadrati. L'altezza della parte emersa può essere una trentina di metri ma la parte immersa (circa 8/10 del totale e dipendente dalla densità dell'acqua) può raggiungere profondità di 200-300 metri.

La superficie della calotta riflette circa l'80% della radiazione solare incidente.

Il bilancio termico dell'Antartide sarebbe negativo (il calore perso in un anno per irraggiamento supera quello ricevuto) se non fosse compensato dagli scambi termici oceanici attraverso la Convergenza Antartica, dagli apporti termici dovuti al ricambio di masse atmosferiche e dal calore che si libera quando l'umidità dell'aria si condensa in neve.

MARI

I mari principali del continente sono quelli detti di Ross e di Weddell, incuneati sulla piattaforma continentale che si trova ad una profondità di 500 metri. Tali mari sono parzialmente occupati da piattaforme di ghiaccio fluttuanti dette rispettivamente di Ross e di Filchner-Ronne.

Gli altri mari che circondano l'Antartide portano i nomi di Amundsen, Bellingshausen, Scotia, Davis.

GHIACCIO MARINO

Per 10 mesi all'anno l'Antartide è circondata dal mare gelato, la banchisa, che si estende in pieno inverno per centinaia di chilometri verso nord, raggiungendo la latitudine 55° sud.

La superficie coperta dai ghiacci può raggiungere i 26 milioni di km quadrati, un'area doppia rispetto al continente stesso.

D'estate l'85% della banchisa si disperde verso il mare aperto creando uno sconfinato campo di lastroni di ghiaccio. La zona parzialmente ricoperta da ghiacci si estende con una velocità che può raggiungere i 65 km al giorno. Il restante 15% della banchisa rimane saldato alla costa (fast ice).

IL BASAMENTO ROCCIOSO

La calotta glaciale poggia su una base rocciosa che può essere ritenuta come il continente vero e proprio. Dalle prospezioni radar attraverso il ghiaccio sappiamo che tale base si presenta come costituita da due distinte strutture:

* l'Antartide Orientale (così detta perché si trova per lo più ad est del meridiano di Greenwich) che consiste in un'unica grande placca continentale,

* l'Antartide Occidentale (ad ovest di Greenwich) che consiste in un insieme di piccole placche le quali formano una sorta di arcipelago ricoperto dal ghiaccio.

L'Antartide Orientale è formata da rocce antichissime, magmatiche e metamorfiche del



*Libretto di campagna, matita e bussola sono tra gli strumenti utilizzati da un geologo.
La bussola serve per stabilire l'orientamento degli strati di arenarie e delle fratture che hanno tagliato successivamente la roccia.*

IDENTIKIT

Proterozoico (da 2500 a 600 milioni di anni) e in parte Archeano (oltre 2500 milioni di anni). L'Antartide Occidentale, invece, è formata da rocce più recenti, di età Mesozoica (da 230 a 65 milioni di anni) e Cenozoica (meno di 65 milioni di anni), alle quali si alternano ceneri vulcaniche e rocce laviche. Il ritrovamento di fossili vegetali e animali simili a quelli ritrovati nei continenti circostanti e la corrispondenza tra le rocce dei vari continenti confermano che in tempi geologicamente remoti l'Antartide era parte del supercontinente Gondwana.

L'ANTARTIDE E LA VITA

A causa delle peculiari condizioni ambientali (oltre alla bassa temperatura vanno ricordate la scarsa umidità, la natura rocciosa dei suoli, la violenza dei venti e la marcata stagionalità del clima) l'habitat terrestre antartico è uno dei meno popolati e meno differenziati della Terra. Esso può essere suddiviso in tre zone che si diversificano per varietà e complessità decrescenti degli ecosistemi mentre aumentano la latitudine e la severità delle condizioni climatiche:

l'area subantartica, che include le isole tra i 46° e i 55° di latitudine, a nord della Convergenza

l'Antartide marittima, che include la Penisola Antartica e gli arcipelaghi circostanti
l'Antartide continentale, che è costituita da gran parte del continente ed è interamente racchiusa dal circolo polare (66° 33' latitudine sud).

La maggior parte delle specie vegetali si trova sulla costa occidentale della Penisola Antartica, sugli arcipelaghi limitrofi e su alcune isole a nord della Convergenza.

Nell'estrema Penisola Antartica, e solo qui, vivono 2 specie di piante superiori (Fanerogame Angiosperme). Nelle zone deglacciate e costiere sono state finora identificate (i numeri sono soggetti a frequenti aggiornamenti):

300 specie di alghe (terrestri e d'acqua dolce), 200 specie di licheni, 200 specie di muschi, 25 specie di epatiche (classe di briofite simili ai muschi), 28 specie di funghi.

Fauna veramente terrestre, ossia che non dipende dalla presenza del mare, è quella degli invertebrati.

Come per i vegetali, anche tra gli invertebrati si registrano pochissime specie indigene sopravvissute alle glaciazioni del Miocene e del Pliocene (da 20 milioni a 2 milioni di anni fa); la maggior parte invece è immigrata più tardi dagli altri continenti.

Queste le specie classificate nelle zone deglacciate e costiere (numeri soggetti a continui aggiornamenti):

50 specie di acari, 20 specie di collemboli, 2 specie di ditteri, 28 specie di tardigradi, 58 specie di nematodi, numerose specie di protozoi, alcune specie di turbellari, 12 specie di crostacei d'acqua dolce.

I vertebrati che popolano le zone costiere devono essere considerati solo parzialmente terrestri, avendo vita prevalentemente marina. Tra essi:

7 specie di foche, 58 specie di uccelli (per la maggior parte marini-migratori che durante

l'inverno si spostano a nord della Convergenza). Tra gli uccelli sono importanti le 8 specie di pinguini che, presenti in numerose colonie stanziali densamente popolate, rappresentano il 90% della biomassa.

Vertebrati che possono essere considerati terrestri sono alcune specie di uccelli che vivono nelle isole subantartiche e si nutrono di semi e altri vegetali, insetti e organismi d'acqua dolce.

Contrariamente all'habitat terrestre, quello marino è altamente popolato e produttivo sia nel comparto pelagico (colonna d'acqua) che in quello bentonico (fondali marini).

Le reti trofiche, ossia le catene alimentari che legano prede e predatori, sono molteplici sia in acqua che nel sedimento e coinvolgono organismi funzionalmente e dimensionalmente diversi.

Vi sono sia organismi procarioti che eucarioti (più complessi), autotrofi (ossia capaci di sintetizzare sostanza organica) ed eterotrofi. Quanto alle dimensioni vanno da decimi di micron a qualche centimetro.

Il plancton è quella molteplicità di forme di vita incapaci di un sostanziale movimento proprio e che si sposta quindi con le correnti marine. Qui dominano i procarioti (Batteri e Archaea), presenti nelle acque sia d'estate che durante i mesi freddi. Il fitoplancton invece, costituito da organismi autotrofi, prevalentemente eucarioti, di dimensioni comprese tra 1 e 200 micron, si sviluppa consistentemente nel periodo primaverile/estivo e sostiene lo sviluppo del krill, di cui costituisce la fonte preferenziale di cibo.



La foca di Weddell è il mammifero più comune a Baia Terra Nova. Qui una femmina con un piccolo si riposano al sole.

IDENTIKIT

Con il termine krill si indicano crostacei zooplanctonici, appartenenti all'ordine Euphausiacea, le cui dimensioni variano da meno di uno ad alcuni centimetri.

Dal krill dipende la sopravvivenza degli organismi che rappresentano i vertici delle reti alimentari antartiche come cefalopodi, pesci, pinguini, foche e balene.

Lo sfruttamento del krill da parte dell'uomo come risorsa alimentare deve pertanto consentire il mantenimento della rete trofica antartica. L'Oceano Australe ospita circa 200 specie di pesci di fondo. Tra le specie di profondità, quelle endemiche sono solo il 25% perché negli strati inferiori dell'oceano la Convergenza non ostacola i movimenti delle masse d'acqua e le condizioni chimico-fisiche sono più omogenee. Nelle acque costiere, invece, le specie endemiche costituiscono l'85% a causa della barriera ambientale posta dalla Convergenza.

RISORSE

L'Antartide è certamente ricca di minerali. Sono segnalati ferro, rame, oro, argento, cobalto, molibdeno, titanio, stagno, uranio e torio. Lungo la piattaforma continentale, inoltre, è stata accertata presenza di idrocarburi. Le risorse minerarie dell'Antartide sono tuttavia una ricchezza puramente teorica perché il Protocollo di Madrid ne vieta, almeno fino al 2041, lo sfruttamento. Sono invece utilizzate le risorse ittiche ed in effetti alcuni Paesi pescano intensamente nell'Oceano Meridionale.

PRESENZA UMANA

Il continente antartico non era abitato quando venne scoperto e nessuna popolazione stanziale vi risiede neppure oggi. La presenza umana è limitata al personale delle spedizioni che si

distribuisce tra le basi permanenti dei Paesi attivi in Antartide. In generale tra i membri delle varie spedizioni nazionali si instaura un forte spirito cooperativo che abbatte ogni differenza linguistica, ideologica, politica e aiuta a superare le difficoltà.

La presenza estiva si aggira sulle 10000 persone e quella invernale sulle 1000.

Le presenze legate al turismo ammontano a cifre tutt'altro che trascurabili e in aumento.

Ma sono brevi. Recenti stime indicano il passaggio di circa 15 mila turisti l'anno.

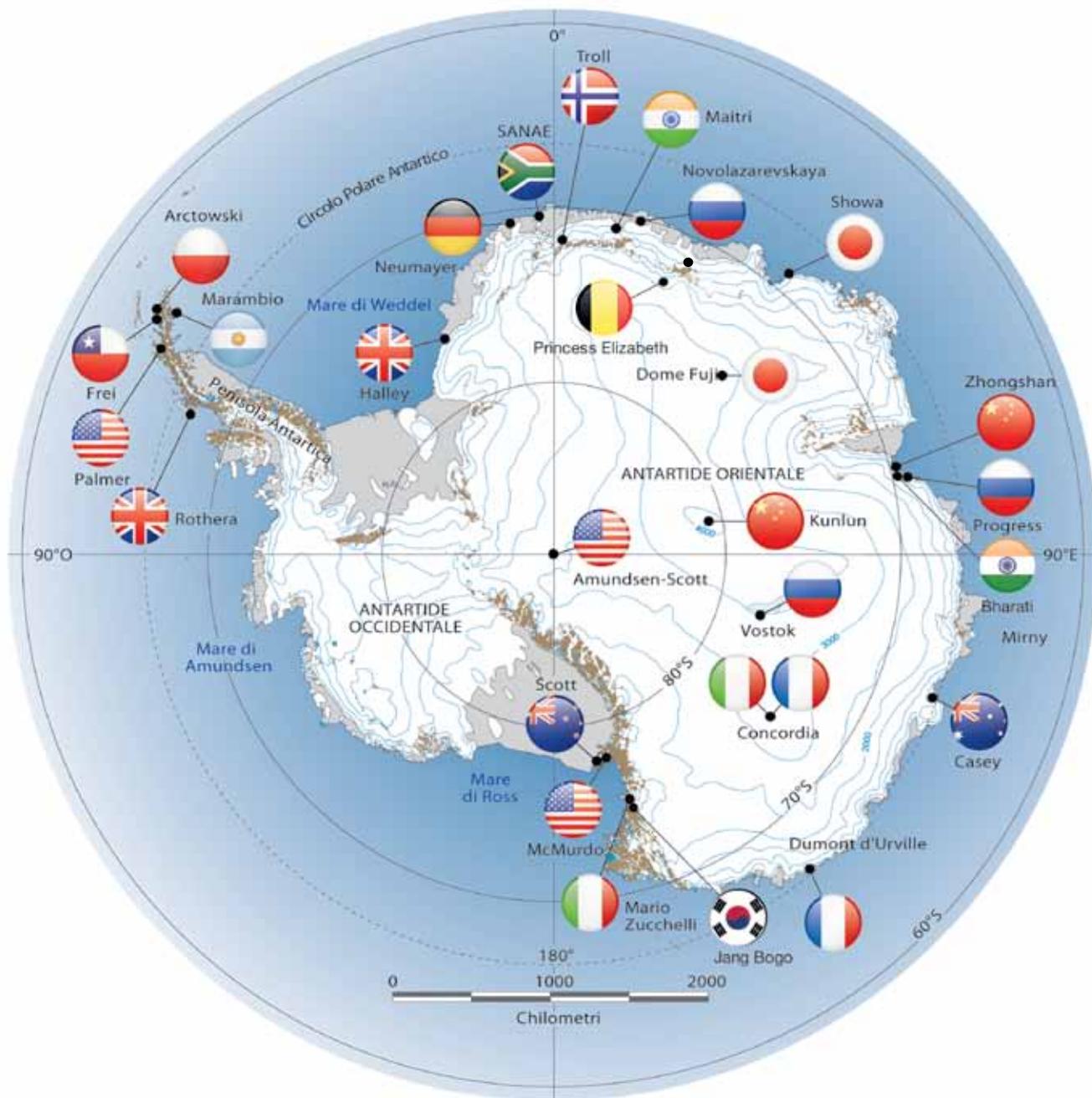
In Antartide non esistono frontiere.

Su grandi settori del territorio gravano da tempo delle rivendicazioni territoriali che però non sono mai divenute, neppure in passato, sovranità. Proprio come gli oceani, l'Antartide non è di nessuno; o meglio, è di tutti (si veda in proposito il paragrafo sul Trattato Antartico).



Williams Field è l'aeroporto di servizio per McMurdo, del Programma antartico americano (USAP).

Un accordo con il PNRA permette l'utilizzo di questa pista ed il supporto aereo necessario per l'apertura della stazione Mario Zucchelli.



La cartina indica alcune importanti nazioni presenti in Antartide. Per un elenco completo si veda la tabella pagina 26.

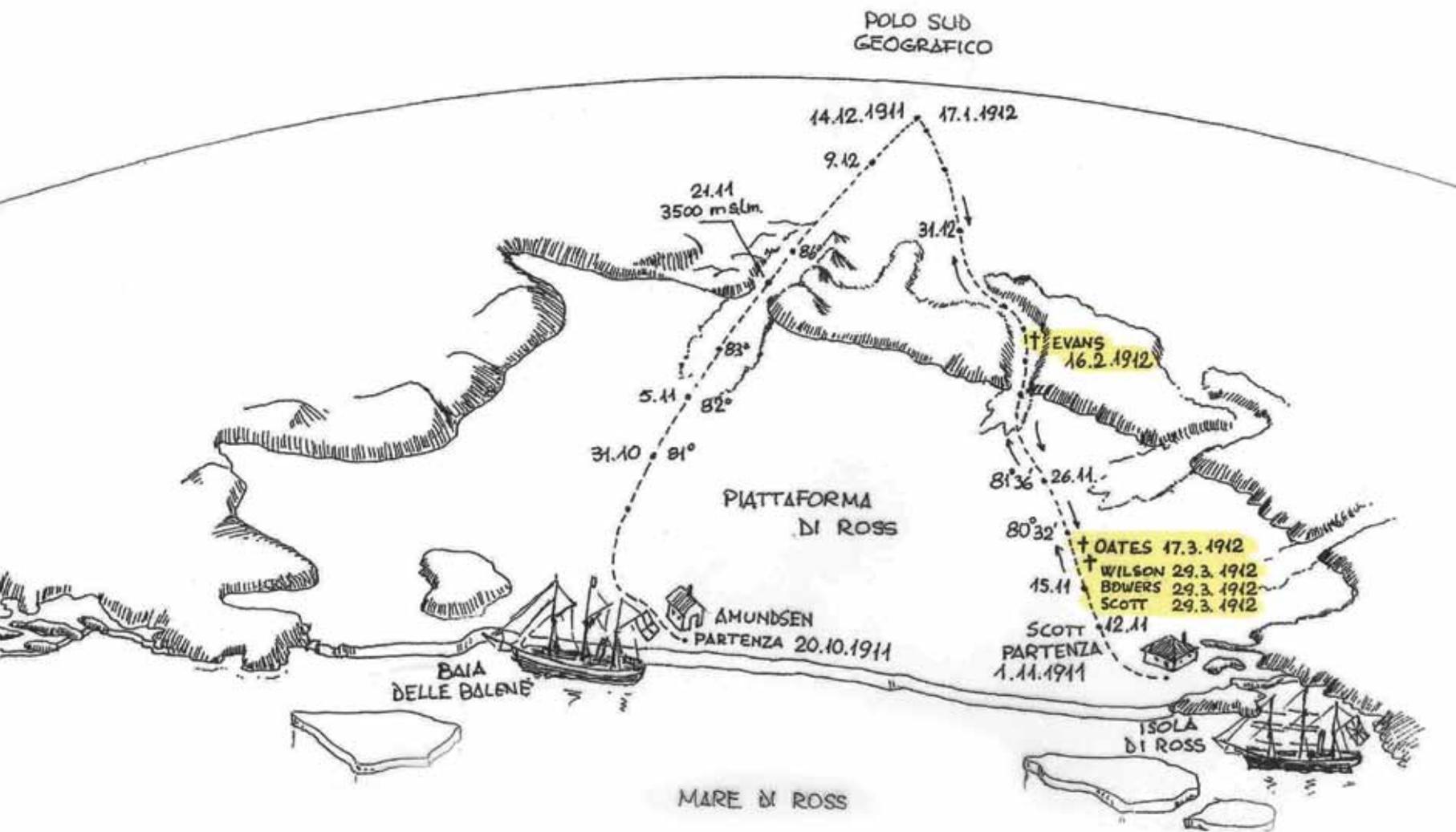


ANTARTIDE IERI

Molto prima della scoperta il nome Antarktikos era stato coniato dai filosofi greci del VI secolo a.C. Con l'aggettivo Arktikos (dal greco Arktos che significa orso) si indica l'estremo nord del pianeta perché la Stella polare, che indica il nord, appartiene alla costellazione dell'Orsa Minore. Di conseguenza l'estremo sud diventava per opposizione Antarktikos. Ai filosofi spetta il merito di avere immaginato per primi sia la sfericità della Terra (Pitagora) sia l'esistenza di un continente australe, ritenuto necessario per equilibrare le masse continentali esistenti nell'emisfero boreale (Aristotile). Il loro pensiero, ripreso da Claudio Tolomeo di Alessandria (II secolo d.C.), fu poi tradotto in latino e in francese attorno al 1410, riportando alla luce il concetto di sfericità della Terra seppellito durante il Medio Evo, da cui ebbe inizio un nuovo impulso ai viaggi di esplorazione. Comunque per alcuni secoli ancora l'Antartide sarebbe rimasta indicata sulle carte geografiche come Terra Australis Incognita.

CRONOLOGIA ANTARTICA

1773	J. Cook oltrepassa il Circolo Polare Antartico	1912	R.F Scott e i suoi compagni il 17 gennaio arrivano al Polo Sud dopo Amundsen e muoiono nel viaggio di ritorno
1820	T.F. Von Bellingshausen, N. Palmer e E. Bransfield avvistano la costa antartica	1915	E. Shackleton bloccato dai ghiacci, raggiunge con una scialuppa e alcuni compagni la Georgia del Sud e riesce poi a trarre in salvo tutti gli altri
1823	J. Weddell si spinge nel mare che porterà il suo nome		
1837-1840	J.S.C. Dumont d'Urville, C. Wilkes e J.K.Ross avvistano tratti di costa, mari e isole	1928-1929	G.H. Wilkins compie il primo volo sul continente antartico D. Mawson guida la spedizione internazionale Australia, G.B., N.Z. R.E. Byrd sorvola per primo il Polo Sud
1895	H. Bull e C. Borchgrevink sbarcano per primi sul continente		
1897-1899	A. de Gerlache sverna fra i ghiacci	1935	L. Ellsworth compie il primo volo transantartico Caroline Mikkelsen, moglie di un capitano norvegese, è la prima donna a sbarcare nel continente
1899	C. Borchgrevink sverna per primo sul continente		
1902	N. Nordenskjold passa l'inverno nella Penisola Antartica E. von Drygalski resta bloccato per 12 mesi R.F Scott sorvola in pallone la barriera di Ross. E.H. Shackleton è in spedizione con Scott	1947-1948	Gli USA danno avvio alle operazioni Highjump e Windmill con 4700 uomini, 13 navi e 23 aerei
1908	E.H. Shackleton arriva a 180 km dal Polo Sud	1957	Viene proclamato l'Anno Geofisico Internazionale per la cooperazione scientifica
1909	E. David, D. Mawson e A. McKay raggiungono il Polo Sud magnetico	1959	Firma del Trattato Antartico da parte di 12 Paesi
1910-1912	N. Shiraze entra nel Mare di Ross	1985	In Italia viene istituito il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA)
1911	R. Amundsen con 4 compagni raggiunge per primo il Polo Sud il 14 dicembre	1991	Viene sottoscritto il Protocollo di Madrid per la protezione dell'ambiente antartico



“La corsa al Polo Sud” di Amundsen e Scott nella memorabile estate australe 1911-12.

Lungo i percorsi sono indicati i gradi di latitudine raggiunti e le date. Nessuno del gruppo di Scott sopravvisse. A fianco dei 5 nomi le date della morte.



ANTARTIDE OGGI

IL TRATTATO INTERNAZIONALE PER L'ANTARTIDE.

Dal punto di vista giuridico, l'Antartide è una parte del pianeta non assoggettata alla sovranità di alcuno Stato. Esistono delle rivendicazioni territoriali, che però sono state sospese con l'entrata in vigore del trattato Antartico. Il trattato regola la presenza sul continente dei Paesi interessati. E' stato stipulato a Washington il 1° dicembre 1959 fra 12 dei Paesi partecipanti all'Anno Geofisico Internazionale (1957-58) ed è entrato in vigore il 23 giugno 1961. Lo spirito dei trattati è quello di favorire gli usi pacifici del continente e di assicurare nell'interesse dell'umanità la conservazione della flora, della fauna e dell'ambiente naturale.

Punti salienti del Trattato sono:

- la sospensione delle rivendicazioni territoriali,
- l'interdizione di ogni attività a carattere militare e il divieto di esperimenti nucleari e dello smaltimento dei rifiuti nucleari,
- la libertà di ricerca scientifica, salvo l'obbligo di notificare l'invio di spedizioni o la costituzione di basi destinate alla ricerca,
- la cooperazione internazionale nelle attività scientifiche, con scambi di informazioni e di personale.

Tutti i Paesi aderenti al Trattato hanno diritto di accedere al continente indiviso e di svolgere attività pacifiche su tutta l'area antartica senza discriminazione territoriale. Il personale operante in Antartide è sottoposto al potere esclusivo dello Stato di cui ha nazionalità.

Il Trattato distingue due categorie di Stati Membri che sono denominate Parti Consultive e Parti Contraenti.

Le Parti Consultive consistono nei 12 Paesi originali firmatari del Trattato cui si sono aggiunti i Paesi che hanno dimostrato il loro interesse per l'Antartide conducendovi attività sostanzia-

li di ricerca scientifica, in particolare stabilendo basi o inviandovi spedizioni (articolo IX). A partire dal 1990 sono stati ammessi come Parti Consultive anche Paesi che non hanno stabilito basi in Antartide. Le Parti Consultive hanno il diritto di decidere (secondo il principio del consenso) su tutte le questioni oggetto del Trattato e il diritto di condurre ispezioni su navi, basi, personale e materiale altrui, al fine di controllare l'osservanza del Trattato.

Le Parti Contraenti sono i Paesi che aderiscono al Trattato ma non hanno acquisito i diritti di cui sopra.

Il testo del Trattato, insieme alle raccomandazioni messe a punto nelle successive riunioni periodiche e insieme agli accordi che lo affiancano, prende il nome di Sistema del Trattato Antartico.

Vanno segnalati in questo ambito:

- la Convenzione per la Conservazione delle Foche Antartiche (CCAS, 1978),
- la Convenzione per la Conservazione delle Risorse Viventi dei Mari Antartici (CCAMLR, 1980).

Nel 1991 è stato siglato, ad integrazione del Trattato Antartico, un accordo di particolare

rilievo: il Protocollo sulla Protezione Ambientale. Tale accordo, noto come Protocollo di Madrid, vieta per almeno 50 anni ogni forma di sfruttamento minerario e impone alle nazioni operanti in Antartide la valutazione dell'impatto ambientale per le proprie attività.

Al Trattato Antartico aderiscono oggi 50 Paesi che rappresentano più dell'80% della popolazione globale.

Importanti organizzazioni mondiali che hanno interessi sull'area antartica partecipano alle riunioni del Trattato, per esempio la World Meteorological Organization (WMO) e l'International Oceanographic Commission (IOC) che raccolgono dati meteorologici e oceanografici.

LO SCAR E IL CoMNPAP

Nel corso dell'Anno Geofisico Internazionale (1957-58) il mondo scientifico internazionale rappresentato dall'ICSU varò una organizzazione destinata a promuovere e coordinare la ricerca in Antartide: lo SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research).

L'Anno Geofisico rappresentò un ulteriore sforzo per meglio conoscere il Pianeta ed in



I pinguini di Adelia sono la specie di pinguini più comune sulla costa dell'Antartide. Essi nidificano sulla roccia. Ogni nido è costituito da un piccolo mucchio di sassi. Questa specie vive in mare per la gran parte dell'anno ed occupa le scogliere solamente nei mesi da ottobre a febbraio. In questo periodo avvengono l'accoppiamento, la deposizione delle uova (2) e la cova. Di norma uno dei due pulcini non sopravvive. Alla fine dell'estate (febbraio) la colonia riprende il mare.

ANTARTIDE OGGI

particolare l'Antartide, in linea con altre due occasioni simili: il primo ed il secondo Anno Polare Internazionale (rispettivamente del 1883 e del 1932-33).

Sostanzialmente lo SCAR costituisce il più autorevole forum scientifico internazionale relativamente all'Antartide.

L'ammissione allo SCAR è sottoposta all'approvazione dei suoi Membri (che sono le Istituzioni antartiche dei vari Paesi, integrate da 9 organizzazioni internazionali). Viene richiesto che l'attività scientifica antartica del Paese richiedente, sia "significativa e indipendente".

Lo SCAR è costituito da 48 Membri (autunno 2014). L'Italia fa parte dal 1988 del gruppo delle nazioni (oggi 31) considerate Membri a pieno titolo.

Per molti anni lo SCAR ha mantenuto in vita vari gruppi di lavoro (per la biologia, per la geologia, ecc.) ed in particolare uno per la logistica e le operazioni in Antartide. L'importanza di questo ultimo gruppo e la sua trasversalità rispetto alle singole discipline scientifiche hanno però suggerito di trasformare quest'ultimo gruppo in un'organizzazione a sé stante, e tuttavia legata allo SCAR: il CoMNAAP (Council of Managers of National Antarctic Programmes). Esso riunisce i responsabili dei vari programmi antartici nazionali: in conseguenza si ritrovano nel CoMNAAP funzioni prossime a quelle di un organo di coordinamento internazionale (non politico, tuttavia) del continente.

L'ANTARTIDE E IL RESTO DEL MONDO (2014)

V = Paesi (29) con diritto di voto nel Trattato antartico (Parti Consultive)

C = Altri Paesi (21) aderenti al Trattato (Parti Contraenti)

I = Firmatari iniziali del Trattato (12)

R = Paesi (7) con rivendicazioni territoriali

F = Membri dello SCAR a pieno titolo (31)

A = Membri associati allo SCAR (8)

ARGENTINA	V		I	R	F	
AUSTRALIA	V		I	R	F	
AUSTRIA		C				
BELGIO	V		I		F	
BIELORUSSIA		C				
BRASILE	V				F	
BULGARIA	V				F	
CANADA		C			F	
CILE	V		I	R	F	
CINA	V				F	
COLOMBIA		C				
COREA DEL NORD		C				
COREA DEL SUD	V				F	
CUBA		C				
DANIMARCA		C				A
ECUADOR	V				F	
ESTONIA		C				
FINLANDIA	V				F	
FRANCIA	V		I	R	F	
GERMANIA	V				F	
GIAPPONE	V		I		F	
GRECIA		C				
GUATEMALA		C				
INDIA	V				F	
IRAN						A
ITALIA	V				F	

MALAYSIA		C			F	
MONACO		C				A
NORVEGIA	V		I	R	F	
NUOVA ZELANDA	V		I	R	F	
PAESI BASSI	V				F	
PAKISTAN		C				A
PAPUA NUOVA GUINEA		C				
PERU	V				F	
POLONIA	V				F	
PORTOGALLO		C				A
REGNO UNITO	V		I	R	F	
REPUBBLICA CECA	V					A
REPUBBLICA SLOVACCA		C				
ROMANIA		C				A
RUSSIA	V		I		F	
SPAGNA	V				F	
STATI UNITI	V		I		F	
SUD AFRICA	V		I		F	
SVEZIA	V				F	
SVIZZERA		C			F	
TURCHIA		C				
UCRAINA	V				F	
UNGHERIA		C				
URUGUAY	V				F	
VENEZUELA		C				A



Lo stemma del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide brilla al sole di Baia Terra Nova sul fianco di un L-100/30 Hercules. L'aereo effettua alcuni collegamenti stagionali tra la Nuova Zelanda e le coste del Mare di Ross ove sono ubicate la Stazione Mario Zucchelli e McMurdo Station.



ITALIANI IN ANTARTIDE

PRIMA DEL PROGRAMMA GOVERNATIVO. *Durante il XIX secolo le maggiori potenze europee, particolarmente l'Inghilterra, la Francia e il Belgio, portarono avanti un'importante politica di espansione coloniale che mirava ad assicurarsi materie prime, mercati e avamposti nelle terre più lontane. Non furono esenti da questi obiettivi neppure le coste antartiche, solo parzialmente note e tuttavia divenute accessibili grazie ai progressi nel campo della navigazione. Anche lo Zar di Russia e il re di Norvegia mandarono spedizioni geografiche mentre balenieri e cacciatori di foche delle maggiori nazioni sudamericane e degli Stati Uniti visitavano sistematicamente quelle acque per evidenti ragioni economiche. L'Italia era in quel tempo ancora alla ricerca di una unità ed identità nazionale e nessuno degli Stati italiani aveva sufficiente interesse verso quelle terre remote per organizzare una propria attività. Tuttavia una indubbia matrice culturale fece sì che geografi e cartografi italiani si interessassero all'Antartide a livello poco più che individuale, in contatto epistolare con i colleghi stranieri e a beneficio di un ristretto pubblico colto. La prima traduzione italiana dei viaggi di Cook è del 1830 mentre la "Carta Generale dell'Antartica" (prima carta italiana, di B. Marzolla) è del 1842.*

Gli italiani parteciparono alle prime missioni antartiche per lo più come membri di spedizioni e/o con l'appoggio di altri Paesi. Giacomo Bove, alla fine del 1800 cercò inutilmente il finanziamento per una spedizione antartica italiana e ne eseguì poi una nelle isole subantartiche per conto dell'Argentina.

Pierre Dayné, una guida alpina valdostana, fu probabilmente il primo italiano a passare l'inverno in Antartide. Era la spedizione 1903-05 del francese Charcot.

Non era invece esattamente un italiano bensì un tasmaniano di origini italiane Luigi Bernacchi che, medico della spedizione Borchgrevinck, trascorse la notte polare dell'anno 1900. Attorno agli anni '50 del XX secolo vi fu una spedizione cinematografica italiana che lavorò presso le basi cilene; il regista era Arturo Gemmiti.

Venne l'anno geofisico internazionale del 1957 e l'allora tenente di vascello Franco Faggioni eseguì misure sismiche presso la Base Scott. Negli stessi anni un appassionato studioso di Artide e Antartide, Silvio Zavatti, cercò di

organizzare una spedizione nazionale ma i tempi non erano maturi; riuscì comunque a visitare l'isola di Bouvet. Eravamo già nei primi anni '60 quando un gruppo italiano aggregato alla spedizione belga, eseguì un carotaggio di ghiaccio nella Terra della Regina Maud. Nel 1962 al geologo Ardito Desio fu possibile visitare le Valli Secche, nelle vicinanze della Base americana McMurdo, ed anche la Stazione al Polo Sud.

Anche l'alpinista Carlo Mauri visitò la Valli Secche qualche anno dopo (1967) ospite della missione neozelandese. Tra la fine degli anni '60 e l'inizio dei '70 un intraprendente ufficiale della marina mercantile, Giovanni Ajmone Cat, fece due viaggi dall'Italia alla Penisola Antartica a bordo di una feluca di cui era progettista e comandante, oltre che proprietario. Era la prima volta che un'imbarcazione battente bandiera italiana navigava in acque antartiche.

La sensibilità italiana nei riguardi dell'Antartide stava dunque maturando in quegli anni e si cominciarono a registrare i primi interventi istituzionali: il Consiglio Nazionale delle

Ricerche (CNR) organizzò tre interventi, sia pure limitati nella durata e nelle risorse, che tuttavia risultarono determinanti per la maturazione di un impegno governativo italiano. Questo sarà attuato, con il nome di PNRA, negli anni '80. Le spedizioni del CNR si dovettero appoggiare evidentemente alla logistica di un altro Paese (NZ), si svilupparono nella Terra Vittoria (1968-69, 1972-73 e 1975-76) ed ebbero un carattere non solo scientifico ma anche alpinistico.

Negli stessi anni Renato Cepparo, imprenditore milanese, ideava ed organizzava una spedizione privata del tutto autosufficiente con le finalità di eseguire misure scientifiche e realizzare un rifugio permanente.

Era l'estate australe 1975-76. Quindici uomini a bordo di una nave norvegese da 900 tonnellate si diressero alla King George Island (Penisola Antartica) e qui venne eretta la base.

Che però ebbe vita breve, perché poco dopo un gruppo argentino provvide a demolirla, forse non avendo gradito quell'insediamento in un'area soggetta a rivendicazioni nazionali.



Per le missioni a breve distanza gli equipaggi si servono di motoslitte.

ITALIANI IN ANTARTIDE



IL PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE (PNRA)

Il governo italiano ha sottoscritto il Trattato Internazionale per l'Antartide il 18 marzo 1981. Il 10 giugno 1985 è stata approvata la legge n. 284 istitutiva del PNRA.

Il Programma prevedeva inizialmente attività di ricerca per il periodo 1985- 1991 con l'obiettivo di assicurare la partecipazione dell'Italia al Trattato. Successivamente (alla fine del 1991) è stata approvata la legge n. 380 che estendeva nel tempo, sulla base di programmi quinquennali, le attività in Antartide. Il Programma di ricerca, posto sotto l'egida del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), include numerose discipline: scienze della Terra, fisica dell'atmosfera, cosmologia, biologia, medicina, oceanografia, scienze dell'ambiente ed anche la tecnologia. Negli anni il Programma è stato

sempre più indirizzato verso studi multidisciplinari aventi per oggetto fenomeni globali che avvengono all'interno dell'atmosfera, della biosfera e della geosfera.

L'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) ha provveduto dal 1985 fino al 2003, d'intesa con il CNR per i contenuti scientifici, all'attuazione dei programmi.

In quell'anno il Programma è stato affidato ad un Consorzio costituito da 4 Enti (ENEA, CNR, INGV, OGS) che ha provveduto all'attuazione fino al successivo riordino organizzativo del 2010. In forza del decreto MIUR 30.09.10 spettano attualmente al CNR le azioni di Programmazione e di coordinamento e all'ENEA quelle relative all'attuazione, rimanendo compito di una apposita Commissione Scientifica (CSNA) la scelta delle linee Programmatiche

e la valutazione dei progetti. Le Università ed altri Istituti di ricerca italiani garantiscono personale e parte della strumentazione.

Numerosi Ministeri sono coinvolti nella realizzazione del Programma.

Il Ministero degli Affari Esteri (MAE) coordina la presenza dell'Italia alle riunioni del Trattato Antartico e tiene i rapporti formali con la Segreteria dello stesso.

Il Ministero della Difesa contribuisce alla valutazione medica e psicologica ed all'addestramento preliminare dei candidati, assegna alle spedizioni personale specializzato, quali guide alpine e incursori, sviluppa temi di ricerca specifici quali: l'idrografia (Istituto Idrografico della Marina), la cartografia (Istituto Geografico Militare Italiano) e la meteorologia (Aeronautica Militare).



*Il campo del Progetto TALDICE per la trivellazione del ghiaccio viene riaperto dai primi voli stagionali del Twin Otter.
I veicoli lasciati dalla spedizione precedente attendono sotto la neve, allineati, di essere rimessi in moto.*

ITALIANI IN ANTARTIDE

LE SPEDIZIONI DEL PNRA. *Il Programma governativo ha portato a termine, tra il 1985 e il 2014, 29 campagne scientifiche nazionali (una ogni anno), ha realizzato due basi permanenti in Antartide - una interamente italiana e l'altra in collaborazione con la Francia - ed ha sviluppato attività scientifiche e tecnologiche. Nel seguito vengono riportati alcuni tratti caratteristici delle spedizioni soffermandosi sugli aspetti organizzativi. Per gli aspetti scientifici, maggiormente di competenza del CNR, si rimanda ad altre pubblicazioni.*



La 1ª spedizione, sotto la guida di Celio Vallone, ha individuato, a Baia Terra Nova (BTN), il sito per l'insediamento della base principale italiana e per impostare il Programma di ricerche.

Nella 2ª spedizione è stato costruito il nucleo iniziale della base a BTN. L'impegno e i risultati raggiunti in breve tempo hanno consentito all'Italia di essere ammessa come Parte Consultiva al Trattato internazionale per l'Antartide (1987). Le successive spedizioni hanno visto progressivi ampliamenti sia della base che dello spettro di ricerche scientifiche.

Nella 3ª Mario Zucchelli è succeduto a Vallone. Ha avuto luogo la prima campagna oceanografica e di biologia marina nel Mare di Ross. La nave Explora (oggi OGS-Explora) ha effettuato la prima di numerose campagne geofisiche. Collegamenti tra la Nuova Zelanda e BTN sono stati attivati per la prima volta nella 5ª spedizione con l'aereo C-130.

Nella 6ª si è avuta una prima raccolta di meteoriti affioranti dal ghiaccio. Importante acquisizione tecnologica è stata l'attivazione di una stazione automatica che resta in funzione tutto l'anno, quindi anche negli otto mesi in cui la base BTN è chiusa. Da allora sistemi automatici hanno coperto gli intervalli invernali.

La 7ª e la 8ª sono state spedizioni ridotte nel numero di persone e nella durata perché, terminato il primo piano quinquennale, vi è stato un ritardo nell'assegnazione di un nuovo finanziamento del Programma. Nonostante questi limiti, nell'8ª una missione italo-francese si è spinta sull'altopiano glaciale verso Dome C per 350 km usando veicoli cingolati.

Dome C verrà raggiunta da un convoglio l'estate seguente. Qui si intraprenderà una perforazione completa della calotta glaciale con l'intento di recuperare campioni di ghiaccio antichissimi; e qui verrà anche costruita la stazione scientifica Concordia. Viene condotta una campagna di geomagnetismo (GITARA) e di prospezioni geologiche nel remoto Lanterman Range.

La 10ª spedizione ha avuto una connotazione prevalentemente oceanografica, con missioni nel Mare di Ross.

In collaborazione con biologi australiani viene avviata una ricerca a lungo termine sulla colo-

nia di pinguini di Edmonson Point. Viene anche realizzato il campo per il Cape Roberts Project, ricerca internazionale sul clima del Cenozoico (fino a 35 milioni di anni fa) che prevede la perforazione del fondale marino; la trivella non è portata da una nave, come nell'oceanografia tradizionale, ma lavora appoggiata sul ghiaccio marino galleggiante. Questa spedizione ha registrato il numero massimo di partecipanti in tutta la storia del PNRA ben 340.

Nella 11ª spedizione divengono importanti le operazioni a Dome C e quindi i collegamenti con BTN: viene impiegato per la prima volta l'aereo leggero Twin Otter, munito di ruote e di sci.

Nella 14ª la perforazione del ghiaccio a Dome C raggiunge 786 metri di profondità. A McMurdo si svolge con successo l'esperimento BOOMERanG (Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics) condotto con un pallone stratosferico che, ricavando la mappa delle emissioni dalle galassie, raccoglie dati sull'origine dell'universo.

Il gruppo del Programma ITASE esegue indagini sul ghiaccio lungo un percorso di 1152 km tra Baia Terra Nova e Dome C.

Nella 15ª, con il completamento del terzo foro e l'estrazione di una carota di roccia lunga com-



Il Twin Otter (T.O.) è un piccolo bimotore utilizzato per gli spostamenti interni. In particolare permette il trasferimento di personale e cargo dalla Stazione Mario Zucchelli a quella italo-francese Concordia, una tratta di 1200 km, circa 5 ore di volo con una sosta intermedia. Il Twin Otter trasporta inoltre gruppi di ricercatori in zone di studio. Poco dopo il suo atterraggio ecco arrivare in avanscoperta un gruppo di pinguini (questi nella foto sono gli Imperatore).

ITALIANI IN ANTARTIDE

plessivamente 939 metri, record per la geologia marina in Antartide, si conclude il Programma Cape Roberts. Nell'ambito del Programma internazionale APE vengono svolti 5 voli all'interno del vortice polare; gli strumenti a bordo permettono di osservare da distanza ravvicinata il fenomeno della riduzione dell'ozono.

Nelle spedizioni 17^a e 18^a vengono completate la struttura portante e la copertura dei due edifici della stazione Concordia; rimangono da installare parti interne ed impianti. A breve distanza la trivellazione del ghiaccio nell'ambito del Progetto Europeo EPICA progredisce rapidamente raggiungendo la profondità di 3201 metri. Viene studiata la geologia delle regioni a nord di BTN e attorno a Cape Hallett. Le nuove prospezioni sui ghiacci del Programma ITASE raccolgono dati lungo il triangolo BTN, Dome C, Talos Dome per un totale di 1600 km.

Nel 2003 l'attuazione del Programma viene affidata al Consorzio PNRA ma nello stesso anno viene a mancare Mario Zucchelli, non solo Presidente del Consorzio ma infaticabile animatore di gran parte della storia precedente.

La 19^a spedizione è dunque la prima di quelle che saranno condotte sotto la nuova gestione e si tratta di una spedizione particolarmente impegnativa sia per numero di partecipanti (308) che per campi remoti allestiti (9).

La nave *Italica* compie due viaggi mentre l'OGS *Explora* completa due missioni (una terza è interrotta per avaria). Viene dato supporto a gruppi di ricerca USA (a Edmonson Point) e neozelandesi (a Cape Hallett).

Durante la 20^a spedizione la Stazione Concordia viene ultimata e con l'inverno australe 2005 viene dato inizio alla occupazione permanente di essa, estate e inverno.

Il primo equipaggio italo-francese conta 13 persone. La trivellazione di EPICA raggiunge la profondità finale di 3270,20 m. L'età del ghiaccio estratto è prossima ad 1 milione di anni. Alla Stazione BTN, ora Mario Zucchelli (MZS), viene messo in funzione un nuovo inceneritore di rifiuti. La rottura anticipata del ghiaccio marino costringe a dirottare alcuni voli del C-130 su McMurdo.



Anche la 21^a spedizione risente di un ghiaccio marino di breve durata ed utilizzabile per gli atterraggi solo al fondo della baia denominata Gerlache Inlet. Ruotano attorno a MZS complessivamente 4 Twin Otter, venendosi a sommare ai due del PNRA, quelli al servizio di due progetti internazionali. Tra i 7 campi remoti stagionali quello per la perforazione del ghiaccio a Talos Dome con 18 partecipanti e 76 giorni di attività risulta particolarmente impegnativo. Il nuovo equipaggio a Concordia per l'inverno

2006 è di 10 persone. La nave OGS-*Explora* svolge rilievi geofisici al largo della Oates Land e viene rifornita in Antartide dall'*Italica*. Altri rilievi geofisici vengono ottenuti con la nave *Strakhov* nella zona dell'isola di Bouvet, ove tre dorsali oceaniche si incontrano (punto triplo).

Dalla 22^a alla 24^a spedizione il finanziamento del PNRA subisce una progressiva contrazione. Sebbene dapprima i residui (monetari, di materiali e strumenti) acquisiti in precedenza permettano di attenuarne gli effetti, la dimensione delle spedizioni si contrae inevitabilmente. Si passa da 139 partecipanti a 105 e infine a 88.

Allo stesso modo i giorni di apertura di MZS si riducono da 110 a 96 ed infine a 64. Il rapporto tra ricercatori ed addetti alla logistica si riduce, non potendo la logistica scendere al di sotto di una soglia minima.

La nave *Italica* è adibita essenzialmente al trasporto di materiali e personale e limita le attività oceanografiche alla manutenzione dei "moorings" (strumentazione di misura ancorata al fondale) e al lancio di boe con trasmettitori di dati. Essa non viene noleggiata e non è dunque presente nella 24^a.

Le attività a Concordia e le trivellazioni previste dal Progetto Andrill nella zona di McMurdo, vincolate da accordi di cooperazione internazionale, proseguono invece senza subire riduzioni importanti.

Quattro nazioni sono associate in Andrill (Stati Uniti, Nuova Zelanda, Germania e, con una partecipazione del 20%, l'Italia) per eseguire due campionamenti profondi del fondale marino, partendo in un caso dalla piattaforma

ITALIANI IN ANTARTIDE

di ghiaccio e nell'altro dal ghiaccio marino. L'intera operazione, dal costo di circa 20 milioni di euro, si completa sostanzialmente nell'arco della 22^a e 23^a spedizione.

Nella 24^a spedizione Concordia, già oggetto durante la 22^a di una ispezione nell'ambito del Trattato Antartico, viene visitata da una delegazione del Principato di Monaco. Sul molo di MZS, che nella 23^a spedizione era stato riparato per i danni di una mareggiata, viene installata una gru per lo scarico e il carico delle merci e l'aggio dei natanti; uno dei quali (Malippo) pesa circa 27 tonnellate. Tra le ridotte attività scientifiche vanno menzionate quelle relative agli osservatori geofisici e l'installazione di due nuove stazioni GPS per lo studio dei lenti movimenti crostali.

La 25^a spedizione ha continuato gran parte delle attività scientifiche precedenti con la partecipazione di un centinaio di membri. La Stazione MZS è stata aperta come di consueto con l'appoggio del Programma USA ai primi di novembre. Per quanto riguarda il supporto navale, è stato possibile ridurre il costo della nave Italica utilizzandola insieme alla spedizione tedesca dell'Istituto BGR (Hannover).

La nave ha ripristinato, con 1600 metri cubi, le scorte di carburante a MZS. Un aereo leggero ha permesso i vari collegamenti con la Stazione Concordia, il rientro delle 12 persone che vi hanno trascorso l'inverno 2009 e l'invio del nuovo gruppo per l'inverno 2010 per il sesto inverno consecutivo. Nel 2010 il Consorzio PNRA

ha cessato il suo compito. Il finanziamento annuale del Programma è risalito a 18 milioni di euro, ciò che ha permesso di dimensionare la 26^a spedizione come segue: 149 partecipanti; apertura di MZS: 103 giorni, attività estiva di Concordia: 83 giorni. È iniziata una collaborazione con l'Ente antartico sud-coreano che costruirà la stazione scientifica Jang Bogo nelle vicinanze di MZS. In particolare, membri della spedizione italiana, anche questo anno priva del supporto navale, sono rientrati in Nuova Zelanda a bordo del rompighiaccio Araon.

La nave francese L'Astrolabe è stata ritardata dalla rottura di un'elica e questo ha comportato la riduzione da tre a due dei viaggi di rifornimento via terra di Concordia. Raccolti 117 meteoriti.

La 27^a spedizione ha dovuto innanzitutto fronteggiare gli esiti di una stagione invernale particolarmente severa che ha causato danni a MZS. Vi sono stati ritardi nei finanziamenti e quindi nella stipula dei contratti, con conseguenze su alcuni programmi scientifici, in particolare di biologia, legata alla stagionalità.

Per il supporto aereo si è resa necessaria la stipula di 7 differenti contratti. La spedizione ha avuto comunque dimensioni ragguardevoli sia per numero di partecipanti (186) che per durata. A Concordia è stata installata una antenna parabolica del diametro di 3,8 m che permette la connessione satellitare a 512 kb al secondo.

La 28^a spedizione ha avuto un dimensionamento simile al precedente e le ricerche scientifiche

ne sono state per lo più la continuazione.

È aumentata la collaborazione con i vicini ricercatori coreani. L'attività aerea è stata intensa ed ha registrato 6 collegamenti tra NZ ed Antartide dell'aereo Hercules e numerosi voli dei Twin Otter. Un paio di incidenti lievi a questi ultimi hanno richiesto l'invio di un ulteriore velivolo da McMurdo che purtroppo è caduto con l'equipaggio (3) mentre si apprestava a raggiungere MZS. Sono qui proseguiti anche i rilievi finalizzati alla realizzazione di una pista su terra per aerei di grande portata.

Al momento in cui viene redatta la presente pubblicazione, la 29^a spedizione è conclusa e si sta preparando la prossima. Anche questa spedizione ha avuto caratteristiche in linea con la precedente, con un supporto aereo completo e con la nave Italica ora dotata di una antenna Vsat. Danni sono stati causati da forti mareggiate con conseguenze sul Programma di biologia marina. In campo remoto, a 500 km da MZS e 1900 m di altezza, sono stati prelevati campioni superficiali di neve e ghiaccio nell'ambito del Progetto GV7 e di una più ampia collaborazione internazionale mirata a conoscere il clima degli ultimi 2000 anni. MZS è stata chiusa il 14 febbraio 2014 dopo 114 giorni di attività. L'ultimo volo da Concordia è partito il 9 febbraio: da quel giorno la stazione è rimasta isolata per la decima Campagna invernale consecutiva.

La spedizione rimarrà dolorosamente segnata, nella memoria dell'intera comunità antartica, dalla perdita del biologo Luigi Michaud, ricercatore dell'Università di Messina.

LUIGI MICHAUD (1974-2014)

Assegnista presso il Dipartimento di Scienze Biologiche ed Ambientali dell'Università di Messina, ha perso la vita il 17 gennaio 2014 nelle acque della Tethys Bay a Baia Terra Nova, durante un'immersione per il prelievo di campioni di spugne per studi microbiologici.

Era un ricercatore esperto ed appassionato che amava pianificare campionamenti ed esperimenti (i suoi quaderni pieni di schemi e frecce sono ancora una guida), ma soprattutto adorava stare sul campo.

Aveva partecipato ad altre cinque Spedizioni in Antartide, di cui due presso MZS, una a Dome C (l'esperienza più dura della sua vita, ma ci sarebbe ritornato volentieri), un'altra nella Penisola Antartica (in tenda) con colleghi spagnoli nell'ambito dell'International Polar Year e, infine, l'ultima nelle Dry Valleys con colleghi americani. L'Antartide cui Luigi dedicava gran parte del suo tempo e della sua energia, anche perché in piena condivisione con me, moglie e collega, l'ha tradito. Forse a voler ricordare a tutti noi, che soffriamo di mal d'Antartide, quali sono i rischi che si corrono a trovarsi ai confini del mondo.

Angelina Lo Giudice



ITALIANI IN ANTARTIDE

LA STAZIONE MARIO ZUCHELLI



La stazione italiana, denominata inizialmente Baia Terra Nova e ora dedicata a Mario Zucchelli (MZS), si trova lungo la costa della Terra Vittoria settentrionale tra le lingue dei ghiacciai Campbell e Drygalski. Le coordinate della Stazione sono: latitudine 74° 41' 42" sud, longitudine 164° 07' 23" est.

E' costruita su una piccola penisola rocciosa. L'area su cui sorgono gli edifici e gli impianti dispone di accessi al mare.

Piccole insenature si prestano allo scarico e al carico dei materiali secondo la stagione. All'inizio dell'estate, quando il mare circostante è ricoperto dai ghiacci, la nave scarica i materiali sulla banchisa e questi possono raggiungere la base mediante convogli di slitte.

Alla fine dell'estate, quando il ghiaccio lascia il posto all'acqua, si utilizza un piccolo molo e una chiatte per i collegamenti tra terra e nave.

La stazione è utilizzata per le seguenti funzioni:

- alloggio durante le spedizioni estive (circa 80 persone),
- supporto logistico ai ricercatori che operano in campi remoti o sono in transito verso Concordia,
- attività di laboratorio (chimica, biologia, geologia, elettronica; c'è una sala calcolo e un acquario)

Gli spazi coperti dell'edificio principale e delle unità satelliti ammontano a 7000 m². I servizi includono officine, locali mensa e per il tempo libero, infermeria e pronto soccorso, 3 grandi serbatoi di kerosene ciascuno da 600.000 litri, un distributore di carburante.

Una sala controllo coordina tutte le operazioni in corso, locali e remote (foto a destra).

Gli impianti tecnici includono una centrale elettrica, il dissalatore, l'inceneritore, il depuratore delle acque reflue e, per le esigenze dei laboratori, due liquefattori di gas (azoto ed elio). Due medici, generalmente un chirurgo ed un anestesista, forniscono assistenza sanitaria e possono fronteggiare una emergenza; è operativa la teleconsulenza con il Policlinico Gemelli (Roma).

La centrale elettrica dispone di 4 generatori diesel (due da 140 kW e due da 300 kW) e di un gruppo di continuità.

L'acqua dolce è ottenuta dissalando l'acqua del mare. Grande attenzione viene posta alla raccolta differenziata dei rifiuti e più in generale al rispetto dell'ambiente.

Carta, legno e frazione organica vengono inceneriti nell'apposito impianto, gli altri rifiuti, differenziati, vengono riportati in Italia e



inviati agli opportuni trattamenti di smaltimento. Presso la base sono disponibili un cinquantina di macchine operatrici, di servizio e antincendio, altrettanti mezzi e veicoli per operazioni su ghiaccio e su neve, due battelli e alcuni gommoni.

Gli elicotteri fanno scalo su una delle 3 piattaforme attrezzate, gli aerei leggeri equipaggiati con sci atterrano su una qualunque superficie piana innevata, gli Hercules C-130 invece (con ruote) su una pista stagionale di 3000 metri di lunghezza che viene allestita su ghiaccio marino.

Un osservatorio astronomico ed altri osservatori permanenti per il magnetismo terrestre, le misure ionosferiche, i movimenti sismici, le maree, i riferimenti geodetici e le variabili meteorologiche arricchiscono le capacità della base. Di stazioni meteo (foto a sinistra) ne esiste in realtà un'intera rete, sorvegliata da satellite, che copre buona parte della Terra Vittoria settentrionale.



*Una veduta dall'alto della penisola su cui è situata la stazione italiana Mario Zucchelli.
La penisola è costituita essenzialmente da graniti. La roccia è coperta da neve per una decina di mesi l'anno e il mare circostante è un'unica lastra di ghiaccio
che viene sfruttata per realizzare la pista di atterraggio per i voli intercontinentali.*

ITALIANI IN ANTARTIDE



LA STAZIONE CONCORDIA

Dome C è un'altura appena percettibile sulla calotta glaciale dell'Antartide, situata a 75° 06' sud, 123°20' est. E' distante circa 1200 km dalla costa, a 3230 m di altezza. E' qui che italiani e francesi hanno portato a termine un'attività scientifica di prim'ordine: la trivellazione profonda del ghiaccio e il recupero delle "carote" estratte, nell'ambito di European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA).

Concordia dal 2005 è una stazione scientifica permanente, gestita in collaborazione con i francesi (IPEV), aperta anche durante il gelido inverno australe quando le temperature raggiungono anche i -80°C. L'attività di trivellazione e, in parallelo, la costruzione della Stazione Concordia è stata supportata da un

campo, solo estivo, composto da un insieme di prefabbricati funzionali, containers e tende.

L'area totale del campo è 1500 m²; esso può fornire l'alloggio e gli ambienti di lavoro ad una piccola comunità, per lo più multinazionale, di circa 50 persone. L'energia elettrica è prodotta da due generatori diesel da 174 kW ciascuno.

L'acqua è ottenuta mediante fusione della neve. Le comunicazioni a grande distanza di voce e dati avvengono per mezzo di terminali satellitari. Ai margini del campo è stata costruita la Stazione Concordia. Essa è permanente, nel senso che è rimasta aperta estate ed inverno ininterrottamente dal 2004.

E' essenzialmente costituita da due edifici cilindrici (più esattamente prismatici con 18 lati) comunicanti per mezzo di un passaggio coperto.

I cilindri hanno diametro di 18.5 metri, altezza 11 metri. L'altezza totale rispetto al suolo (ghiaccio) supera i 14 metri perché ogni struttura, di 200 tonnellate complessive, poggia su sei grandi e robusti piedi di ferro.

La lunghezza delle zampe è regolabile per compensare il lento sprofondamento nel ghiaccio.

Uno dei cilindri è chiamato silenzioso.

Lo scopo principale della Stazione Concordia è quello di fornire alla comunità scientifica internazionale il supporto al fine di sviluppare la ricerca nei molti campi scientifici che coinvolgono il continente, come l'astronomia, l'astrofisica, la sismologia, la fisica dell'atmosfera e la climatologia, nonché le ricerche di biologia e medicina volte a comprendere i meccanismi di adattamento dell'uomo alle condizioni ostili.



La Stazione Concordia a oltre 1000 km della costa e 3200 m di altezza s.l.m. è un avamposto scientifico unico su tutto il pianeta. I materiali pesanti e il carburante raggiungono Concordia per mezzo di convogli costituiti da motrici cingolate e slitte da trasporto (foto a sinistra). Il percorso, chiamato traversa, parte dalla stazione francese Dumont d'Urville.

ITALIANI IN ANTARTIDE

LE NAVI

Le spedizioni italiane si sono servite in circa 30 anni di navi di varie bandiere ed armatori, associandosi in alcuni casi a spedizioni di altre nazioni, rinunciando al supporto navale in alcuni anni. Dal 1990 il supporto navale è stato per lo più ottenuto dalla Italice che stazza 5600 tonnellate ed è lunga 130 metri circa. In seguito a successivi adattamenti la nave può servire al trasporto di persone e di carico e a svolgere ricerche oceanografiche. Dispone anche di una cisterna da 800.000 litri che la rende idonea a rifornire di carburante i serbatoi della Stazione Mario Zucchelli.



Le navi sono il mezzo tradizionale per andare in Antartide e sono tuttora insostituibili per il trasporto di carichi pesanti. Di norma l'Italice parte da Ravenna e raggiunge dopo circa un mese un porto australe (Lyttelton, in Nuova Zelanda; Hobart, in Tasmania).

Da qui con una navigazione di 3000 km, in parte tra i ghiacci, che può richiedere una decina di giorni, arriva a BTN.

Il PNRA ha anche utilizzato in 10 spedizioni la nave da ricerca OGS-Explora (foto a sinistra). La nave - 1400 tonnellate di stazza e 70 metri di lunghezza - è attrezzata per eseguire prospezioni geofisiche in mare mediante sistemi di sismica multicanale, misure di gravità e campo magnetico.

Un dispositivo noto come multibeam permette di rilevare la conformazione dei fondali mentre le attrezzature per il campionamento permettono altre attività oceanografiche e biologiche.

L'OGS-Explora è l'unica nave italiana di questo tipo che appartenga ad un Ente pubblico, l'OGS di Trieste, e lavora su commessa in ogni mare.

MEZZI AEREI

Il collegamento aereo tra l'Antartide e la Nuova Zelanda è assicurato da un aereo da carico che può essere un C-130 Hercules ma anche un airbus o altro aereo commerciale. Il C-130 porta 11 tonnellate di carico o 50 passeggeri.

Per una decina di anni un Hercules è stato messo a disposizione del PNRA dall'Aeronautica Militare Italiana; successivamente da una Compagnia straniera.

Il C-130 può atterrare sul ghiaccio marino nelle immediate vicinanze di MZS.

Vanno tuttavia segnalate due importanti limitazioni.

1) Il nucleo di spedizione che riapre la Stazione dopo la pausa invernale e prepara la pista per il primo atterraggio deve evidentemente arrivare a MZS prima dell'aereo. Per questo è risultato finora indispensabile all'inizio della stagione il



supporto della vicina base USA.

2) La pista sul ghiaccio marino è sicura per circa un mese (novembre) e questo limita il numero di voli stagionali, una decina al massimo.

Da qui l'importanza di un progetto in corso, mirato a dotare MZS di una pista permanente su terra.

I trasporti all'interno del continente come ad esempio tra le Stazioni Mario Zucchelli, Concordia, Dumont d'Urville, McMurdo sono affidati ad un Twin Otter o un Basler BT-67 (foto in alto), aerei muniti di pattini.

Il primo porta 1 tonnellata di carico o 8 passeggeri; il secondo, derivato dallo storico DC-3, ha una portata più che doppia.

Questi aerei, normalmente presi a nolo da una società canadese, raggiungono a tappe la zona di impiego passando per la Penisola Antartica.

Spostamenti di qualche centinaio di chilometri sono assicurati dagli elicotteri.

Gli AS350B Squirrel portano 5 passeggeri o un carico equivalente.

Il carico può raggiungere una tonnellata se trasportato esternamente, appeso al gancio baricentrico.



La M/N Italice viene da oltre 20 anni posta periodicamente al servizio del PNRA. Nel tempo, essa ha subito diverse trasformazioni che la hanno progressivamente resa idonea a svolgere più compiti. Oltre a quello primario di portare in Antartide personale e strumenti e riportare indietro campioni, l'Italice può ora eseguire ricerche scientifiche in mare e può rifornire di carburante MZS. Nella foto: l'Italice in rada nella Baia Terra Nova, sullo sfondo il vulcano Melbourne



COSTI E BENEFICI

DOMANDE NECESSARIE

Nei trenta anni che vanno dall'inizio del PNRA al 2014, l'Italia ha investito circa 700 milioni di euro per ricerche in Antartide o sull'Antartide, per l'organizzazione delle spedizioni, la costruzione della base nazionale a Baia Terra Nova e di quella italo-francese a Dome C.

Sono state messe a punto procedure e tecnologie necessarie all'ambiente polare ed è stato sviluppato un Programma scientifico mirato a comprendere sia aspetti peculiari dell'Antartide che fenomeni di portata globale. Si è così contribuito al conseguimento di obiettivi che sono gli stessi perseguiti dalla comunità internazionale.

E' possibile che il livello di spesa per i prossimi anni vada a stabilizzarsi attorno ad una certa cifra, quella che il Governo riterrà congrua.

Il Programma non potrà che adeguarsi in conseguenza.

Ci si potrà in ogni caso chiedere: quali sono stati finora e quali saranno i vantaggi di questa attività di ricerca? Sono i risultati proporzionati alla spesa?

Domande difficili, che non ammettono risposte univoche. Se su un piatto della bilancia vanno molto semplicemente collocati i costi sostenuti, rimane in gran parte soggettivo attribuire un "peso" ai benefici ottenuti.

Sono domande della massima importanza per l'Italia ma lo sono ugualmente per tutti gli altri Paesi impegnati in quel continente.

VOLTANDOSI INDIETRO

Un successo per l'Italia è stato indubbiamente quello di ottenere in tempi brevi lo status di Paese Consultivo nel Trattato Antartico e, subito dopo, di divenire Membro a pieno titolo dello SCAR. Si è trattato di un doppio riconoscimento, politico e scientifico, che ha permesso al nostro Paese di recuperare anni di ritardo. Sono poi state avviate ricerche che, dopo una prima fase orientativa, sono state via via indirizzate verso collaborazioni internazionali.

La perforazione profonda a Dome C, nell'ambito del Progetto EPICA, ha prodotto una "carota" di ghiaccio completa, ossia dalla superficie al basamento roccioso, e il materiale ottenuto ancora viene analizzato per comprendere il clima del passato.

Sappiamo da essa che negli ultimi 800.000 anni si sono avuti 5 cicli completi glaciale-interglaciale e sappiamo con che rapidità si passa da una fase all'altra e con quali parametri la ciclicità si correla.

Per quanto riguarda la fascia di ozono, l'Italia ha contribuito con rilevamenti da terra e con le misure aeree "in situ" del Programma APE. I programmi Cape Roberts e Andrill, per ricostruire l'evoluzione geologica nel Cenozoico, hanno marciato speditamente concludendosi nei tempi stabiliti e coinvolgendo una qualificata rappresentanza internazionale. Andrill, con un carotaggio di 1200 metri che documenta una storia climatica di 25 milioni di anni, rappresenta un record per l'Antartide in termini di profondità di sedimento campionato.

L'esperimento BOOMERanG ha dato nuove indicazioni sulla struttura dell'universo ed ha per questo ricevuto grande attenzione anche dai mass-media.

La struttura geologica del continente è stata studiata con numerose missioni di rilevamento e campionamento e con misure geofisiche, poi sintetizzate in carte tematiche. La piattaforma continentale è stata sondata per oltre 30.000 km dalla nave geofisica OGS-Explora.

Il Mare di Ross è molto più conosciuto nei suoi aspetti fisici e biologici di quanto non lo fosse trenta anni fa. Le complesse interazioni stagionali mare/ghiaccio e le ripercussioni a grande distanza di tali processi sui tre oceani figurano tra gli studi di maggiore attualità.

Molti dei risultati attendono di essere completamente valorizzati da nuove misure e nuovi studi condotti dalla comunità internazionale. Altri hanno raggiunto la piena maturità ed hanno anche ottenuto riconoscimenti ufficiali. Ad esempio l'esperimento BOOMERanG ha avuto i riconoscimenti del Premio Balzan e del Premio Dan David, il Programma EPICA ha ricevuto il Premio Cartesio.

I nomi di un ghiacciaio costiero (Vacchi) e di altri due situati nelle Ellsworth Mountains (Ramorino e Cervellati) ricordano l'impegno italiano. Resoconti su Andrill, BOOMERanG ed EPICA, sono pubblicati su "Nature".



L'elicottero è un mezzo di trasporto insostituibile in Antartide per missioni nel raggio di 200 o più chilometri. Normalmente le spedizioni scientifiche si dotano di almeno due elicotteri in modo che uno possa intervenire in soccorso dell'altro in caso di atterraggio forzato in zone impervie.

COSTI E BENEFICI

SGUARDO AL FUTURO

Le ricerche eccellenti sono numerose anche perché l'Antartide offre a quasi tutte le discipline scientifiche spunti di interesse. L'insieme di questi risultati potrebbe già rispondere a proposito del rapporto costo/beneficio, e forse anche all'altra domanda: fino a quando dovrebbe durare questo impegno nazionale?

Il Protocollo di Madrid impegna fino al 2041 le nazioni firmatarie ad uno scrupoloso rispetto ambientale nel continente. Sembra logico che un Paese che ha acquisito certe competenze e certe posizioni internazionali non le voglia disperdere, almeno fino a quella data.

L'Antartide è una sorta di crocevia per gli scienziati di tutte le nazionalità. Lavorare laggiù, o comunque lavorare sull'Antartide, significa confrontare il proprio Programma scientifico con quelli dei migliori Istituti polari al mondo. L'ambiente eccezionale dell'Antartide è soprattutto attraente per i ricercatori più giovani che possono ricevere ad-

destramento e stimoli unici là dove la frontiera della Terra è anche frontiera della scienza moderna.

La raccolta di dati e di campioni e l'attività degli osservatori permanenti, anno dopo anno, genera in patria una ricaduta di ricerche collegate; mentre, su scala internazionale, diviene sorgente di collaborazioni.

Non è solo la comunità scientifica che risulta vitalizzata da un Programma ad ampio spettro quale è il PNRA. Anche altri organismi, quali Ministeri, Forze Armate e industrie, hanno l'opportunità di dare il meglio di sé. Le ditte che producono strumenti, veicoli ed altri mezzi necessari alle spedizioni polari sono rientrate ugualmente nell'impresa.

Il pubblico e in particolare i giovani delle scuole vengono continuamente aggiornati sulle ricerche da rilasci stampa, servizi TV, conversazioni e contatti con i ricercatori persino quando questi sono in Antartide; inoltre, da mostre temporanee o permanenti quali sono le tre sezioni del Museo Nazionale per l'Antartide (Genova,

Siena, Trieste). L'informazione sull'Antartide si trasforma così in una progressiva consapevolezza dei problemi di importanza globale.

Oltre a benefici più o meno tangibili, c'è da aggiungere qualcosa che può essere chiamato semplicemente la conoscenza. La ricerca non conduce necessariamente a risultati immediati; è piuttosto simile ad una pianta che dà frutti solo con il tempo.

A volte la ricompensa scaturisce dalla combinazione di osservazioni e serie di misure, apparentemente non correlate, condotte da vari Paesi e sviluppate all'interno delle più diverse discipline scientifiche.

Prima o poi è possibile, anzi è probabile, che dalla conoscenza acquisita oggi discendano, domani, soluzioni a problemi vecchi e nuovi del pianeta, che riguardano la sua storia, la nostra presenza e persino la nostra sopravvivenza su di esso.



Ringraziamenti ...

... a Roberto Cervellati,

già membro della prima Spedizione del PNRA, per aver curato il testo dall'alto della sua grande esperienza.

... ad Angela Lo Giudice,

per averci permesso di ricordare, attraverso le sue parole, Luigi Michaud, cui questa pubblicazione viene dedicata.

*Foto Programma Nazionale di Ricerche in Antartide
Si ringrazia per le immagini pubblicate in questa edizione:*

Aurelio Cossu (Logistica XXIX spedizione): p.9
Lorenzo De Silvestri (Logistica XXXVIII spedizione): pp.27, 31
Giorgio Di Bernardo (giornalista ospite PNRA, XXIX spedizione): p.42 (foto a destra)
Luigi Folco (Ricerca XXVIII spedizione): p.11
Eoin Mcdonald (Ricerca, Concordia inverno 2011): pp.20, 30, 40
Robert McPhail (Logistica XXIX spedizione): pp.3, 25, 37, 38, 43, 45, 46
Bruno Marsico, autore disegno "La corsa al Polo Sud": p.23
National Geographic Italia, Cartina Antartide: p.15
Paul Nicklen, National Geographic Magazine (fotografo ospite PNRA, XXVIII spedizione):
copertina (Colonia pinguini Imperatore) e pp.19, 33, 35, 38, 39, 41
Enrico Sacchetti (fotografo ospite PNRA, XXIX spedizione): pp.7, 13, 29
Franco Talarico (Ricerca XXVIII spedizione): p.17

La cartina delle Basi antartiche a p. 21 è stata realizzata in collaborazione con la rivista **Le Scienze** (Gruppo Editoriale l'Espresso)
La cartina di p.2 e le foto e foto di pp.32, 34 e 42 sono state selezionate dall'Antarteca del PNRA.

Qualche lettura in italiano

F. Tuena - **Ultimo parallelo**, Editore Il saggiatore, 2013
R. Huntford - **RACE alla conquista del Polo Sud** - Cavallo di ferro Editori, 2011
S. Vecchini, A. Vincenti - **Papà in Antartide** - Edizioni Corsare, 2009
R.F.Scott - **I diari del Polo** - Carte scoperte, 2009
E. Mazzoli, L. De Santis, M. Messerotti, G. Salvi - **Dai ghiacci allo spazio** - Ed. Biblion, 2008
L. Simion - **Antartide, il cuore bianco della Terra** - Giunti, 2007
C. Verdier - **Un'estate al Polo Sud** - i Carnet di viaggio ED, 2006
C. Baroni - **Antartide, terra di scienza e riserva naturale** - Terra Antartica Publication, 2001
M. Manzoni - **La natura dell'Antartide** - Springer, 2001.

www.cnr.it | www.csna.it | www.enea.it | www.italiantartide.it | www.miur.it | www.mna.it | www.pnra.it | www.ats.aq | www.comnap.aq | www.scar.org

La nuova edizione è stata curata dall'Unità di progetto Ricerca,
Innovazione tecnologica e protezione Ambientale (UTA-RIA) dell'ENEA.
In particolare hanno collaborato: Adele Irianni, Vilma Melchiori e Paolo Nicolai.

Roma, ottobre 2014

ENEA UTA (Unità Tecnica Antartide)
Centro Ricerche Casaccia

Via Anguillarese, 301 - 00123 Roma, Italy
tel.: +39 06 30 48 48 16 | fax: +39 06 30 48 48 93
e-mail: direzione@enea.pnra.it

