



PROGRAMMA NAZIONALE DI
RICERCHE IN ANTARTIDE

ANTARTIDE IL REPORT

della XXXVI Spedizione

dicembre 2021

Antartide

Il Report della XXXVI Spedizione

*A cura di Vilma Melchiori
con il contributo di Antonia Marchetti e Roberta Mecozzi*

2021 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Progetto grafico: Cristina Lanari, Vilma Melchiori
Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - Frascati
ENEA Servizio Promozione e Comunicazione

Foto di copertina: Aurora a Concordia

Autore: Marco Buttu ©PNRA/IPEV

Tutte le immagini di questo volume sono realizzate da fotografi e partecipanti nelle diverse spedizioni in Antartide e fanno parte dell'archivio fotografico del PNRA (©PNRA) che ne detiene i diritti

Programma Nazionale di Ricerche in Antartide
ENEA - Unità Tecnica Antartide
direzione@enea.pnra.it

ANT 2021/02

L'EDITORIALE

Elena Campana

Responsabile Unità Tecnica Antartide - ENEA

La Campagna estiva 2020-21 del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide ha dovuto subire una rimodulazione rispetto alla pianificazione iniziale, in funzione del nuovo scenario dovuto alla pandemia legata al COVID-19.

La necessità di non far circolare il virus nel continente antartico ha imposto a tutti i paesi che fanno attività in Antartide una drastica riduzione delle attività scientifiche e logistiche preventivate. L'ENEA ha monitorato continuamente la situazione a livello internazionale, anche all'interno del COMNAP, addivenendo alla formulazione di un "Piano di attuazione in emergenza per la XXXVI Spedizione" e, in seguito all'evoluzione del quadro nazionale e internazionale legato alla pandemia, ha provveduto, con il CNR, a definire ulteriormente la Campagna e le attività da effettuare, sia dal punto di vista scientifico sia da quello logistico.

Alla luce della pandemia, delle limitazioni logistiche e dell'esiguo numero di posti disponibili per la scienza, nella XXXVI Spedizione l'obiettivo primario perseguito è stato quello di garantire la conservazione e la manutenzione del patrimonio del PNRA e l'acquisizione delle serie storiche di dati presso gli Osservatori permanenti installati in Antartide.

Sono state previste azioni di opportunità, quali lo scarico dei dati e la manutenzione della strumentazione scientifica in carico a esperimenti di lungo periodo, laddove il mancato intervento avrebbe compromesso l'attivazione del progetto.

Ogni Programma nazionale ha adottato misure adeguate per la corretta applicazione dei protocolli sanitari e di gestione delle operazioni in sicurezza. Questo ha limitato, inevitabilmente, gli interscambi e i supporti logistici tra Programmi antartici, che negli ultimi anni si sono molto sviluppati nell'area del Mare di Ross, con generale beneficio reciproco tra i Paesi coinvolti (ad esempio quelli statunitense, neozelandese e australiano hanno ridotto consistentemente le attività per la stagione).



L'Unità Tecnica Antartide ha definito i necessari accordi di cooperazione e ottenuto che il livello minimo indispensabile di supporto logistico alle Stazioni fosse assicurato, relativamente ai collegamenti aerei intercontinentali in ingresso in Antartide e alle operazioni da condurre in territorio australe nelle città gateway per l'Antartide. Ciò ha fatto sì che il PNRA potesse disporre per i trasporti antartici intercontinentali, dell'Airbus A-319 dell'Australian Antarctic Division (AAD), dell'Hercules C-130 del Programma neozelandese gestito dalla RNZAF, oltre che della nave da ricerca italiana Laura Bassi.

Tutti i partecipanti alla spedizione estiva sono stati scelti rigorosamente tra il personale veterano, con anni di esperienza, poiché, a causa della pandemia, i consueti corsi di formazione al personale neofita non si sono potuti organizzare.

Complessivamente i partecipanti alla Spedizione estiva sono stati 59, di cui 11 per attività scientifiche e 48 con compiti logistici, oltre a 7 piloti o meccanici addetti ai mezzi aerei noleggiati per i voli. Gli 11 ricercatori che hanno preso parte alla XXXVI Spedizione (5 a MZS, 2 a Concordia, 4 sulla nave Laura Bassi), durante la fase estiva hanno, quindi, svolto molteplici compiti legati a progettualità diverse.

Sia l'Hercules C-130 RNZAF che la nave Laura Bassi e la nave francese L'Astrolabe, hanno consentito il trasporto di persone e materiali in Antartide. La nave italiana, nell'unica rotazione effettuata in Antartide, oltre a rifornire la Stazione Mario Zucchelli (MZS) di circa 310.000 lt di carburante Jet A1 e trasportare personale, mezzi e materiali sfusi, ha anche svolto una Campagna Oceanografica. A fine Campagna, ha riportato in Nuova Zelanda il personale rimasto in base, parte del quale è stato invece trasferito a Hobart (Australia) dalla nave francese L'Astrolabe.

Nonostante le difficoltà legate all'emergenza pandemica, la Campagna è stata proficua e le inevitabili difficoltà incontrate sono state sempre risolte brillantemente.





7 PNRA
Programma Nazionale di
Ricerche in Antartide

11 Fare Scienza
in Antartide

15 Le Infrastrutture
italiane in Antartide

21 La XXXVI Spedizione
Estate australe
2020-2021

77 Divulgazione



PNRA

**Programma Nazionale di
Ricerche in Antartide**



PNRA

Programma Nazionale di Ricerche in Antartide

L'Italia è presente in Antartide dal 1985 con un Programma scientifico governativo, il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), approvato e finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica (MUR). Nel 1981 aderisce al Trattato Antartico (Washington, 1959), nel 1987 acquisisce lo status di Membro Consultivo (con diritto di voto) e nel 1988 diviene Membro Effettivo dello Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). Fa parte del Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP), l'organizzazione che sostiene la logistica a supporto della ricerca in Antartide. I riferimenti italiani sono: la Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide (CSNA) che decide le linee strategiche e valuta i progetti scientifici; il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che ha il compito di coordinare la ricerca, e l'Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) che provvede alla programmazione e all'attuazione operativa delle Spedizioni antartiche.

Il personale tecnico-scientifico che prende parte alle Spedizioni è garantito da CNR, ENEA, Università e altri Istituti di ricerca italiani, oltre che dal Ministero della Difesa, attraverso la partecipazione di personale logistico delle Forze Armate italiane. Presso le sedi del Museo Nazionale per l'Antartide (MNA), Genova, Siena, Trieste, viene conservata ed esposta al pubblico parte dei reperti acquisiti nel corso delle spedizioni scientifiche.

Il PNRA dispone di una Stazione costiera estiva, "Mario Zucchelli", e di una Stazione permanente, "Concordia", sul plateau all'interno del continente antartico, gestita congiuntamente all'Istituto polare francese (IPEV).

Italy is present in Antarctica since 1985 with the Italian National Antarctic Research Program, a governmental program approved and funded by the Ministry for the University and Scientific Research (MUR). Italy joined the Antarctic Treaty (Washington 1959) in 1981, and reached in 1987 the status of Consultative Party, with the right to vote. In 1988 Italy became a Full Member of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). Italy is also part of the Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP). The Italian PNRA operates through the Scientific Committee for the Antarctica (CSNA) sets the strategic lines and evaluates the scientific projects; the National Research Council (CNR), which has the role of scientific coordination, and the Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA), which is in charge of all the operations in Antarctica.

CNR, ENEA, Universities and other scientific Institutions participate with their personnel to PNRA expeditions. The Ministry of Defence contributes with specialists from the Army, the Navy, the Air Force. The National Museum for the Antarctica (MNA), which has three seats located in Genoa, Siena, Trieste, preserves samples and enhances the findings obtained during the scientific expeditions.

PNRA has one coastal summer Station, named "Mario Zucchelli" and one all year round Station, "Concordia", located on the plateau, jointly managed with the french polar institute (IPEV).

La Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide

Silvano Onofri (Presidente)

Vincenzo Di Felice

Giorgio Budillon

Daniela Santucci

Vincenzo Saggiomo

Francesco Pantone

Roberto Cianella

Alberto Basset

Silvestro Greco

Francesco Frati

Carlo Barbante

Giovanni Macelloni

Federica Marcucci

Manuel Bensi

Achille Zirizzotti

Guido Di Donfrancesco

Università della Tuscia di Viterbo

MUR - Ministero dell'Università e della Ricerca

Università Parthenope di Napoli

ISS - Istituto Superiore di Sanità

Stazione Zoologica Anton Dohrn

SMD - Stato Maggiore della Difesa

MITE - Ministero della Transizione Ecologica

Università del Salento

Stazione zoologica Anton Dohrn

Università di Siena

Università Cà Foscari di Venezia

CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche

INAF-Istituto Nazionale di Astrofisica

INOGS-Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale

INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

ENEA - Agenzia per le nuove tecnologie, l'energia e

lo sviluppo economico sostenibile



Fare Scienza in Antartide

L'ADATTAMENTO UMANO A CONDIZIONI ESTREME

Man's adaptation to extreme environment

L'ambiente antartico, in particolar modo durante la notte polare sul plateau, mostra profonde analogie con l'ambiente spaziale. Per questo motivo, presso la stazione Concordia, completamente isolata durante l'inverno per oltre nove mesi, si effettuano importanti studi internazionali sull'adattamento psico-fisico dell'uomo all'ipossia, all'isolamento e all'assenza di luce naturale.

ANTARTIDE MOTORE DEL CLIMA E SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO DEL NOSTRO PIANETA

Antarctica as driving power of the climate and cooling system of the planet

La radiazione solare, il regime dei venti catabatici, i processi di trasporto a lunga distanza di aerosol e gas, la deposizione secca e umida ed infine la dinamica dell'ozono stratosferico e del flusso dei raggi ultravioletti al suolo, sono da sempre tra le più importanti attività italiane in Antartide. Osservazioni della bassa ed alta atmosfera, misurazioni meteorologiche, radiative e di precipitazione vengono effettuate in maniera continuativa a Concordia. Un esteso osservatorio, comprensivo di oltre 20 stazioni meteorologiche automatiche collegate tramite un sistema satellitare, è in continua espansione per la caratterizzazione climatica della Terra Vittoria settentrionale.

LA STORIA DELLA TERRA NELLE ROCCE E NEI SEDIMENTI

The history of the earth in rocks and sediments

Nelle formazioni rocciose dell'Antartide è registrata gran parte dell'evoluzione geologica del nostro pianeta. Le ricerche italiane sono concentrate sulle relazioni tra evoluzione geo-tettonica e cambiamenti climatici e sulla caratterizzazione geofisica delle formazioni rocciose nascoste sotto i ghiacci: sono state realizzate carte tematiche fondamentali per lo sviluppo di nuove ricerche. La scoperta di particolari zone di concentrazione di meteoriti nei ghiacciai della Terra Vittoria ha dato impulso a studi di geologia planetaria.

IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE E LA IONOSFERA: RELAZIONI CON IL SOLE

The earth's magnetic field, the ionosphere and the influence of the sun

Una rete di osservatori geomagnetici e ionosferici per lo studio dell'interazione tra il vento solare, il campo magnetico terrestre e la ionosfera, è installata presso le Stazioni Mario Zucchelli e Concordia. Tali studi sono fondamentali per il controllo dello space weather e per garantire la qualità dei sistemi di navigazione e di telecomunicazione.

Fare Scienza



IL RUOLO DELL'OCEANO ANTARTICO NELLA REGOLAZIONE DEL CLIMA A LIVELLO GLOBALE

*The role of the Antarctic Ocean
in regulating climate*

Le ricerche oceanografiche italiane si sono concentrate sulla Corrente Circumpolare Antartica e sui processi fisici e biogeochimici che rendono il Mare di Ross un'area altamente produttiva da un punto di vista ecologico e strategica per la comprensione del clima terrestre, in virtù della presenza di estese aree di polynya, cioè di zone libere dal ghiaccio marino anche in inverno.

LA VITA E L'ADATTAMENTO DEGLI ORGANISMI

Life and adaptation of organisms

La Stazione Mario Zucchelli rappresenta l'osservatorio privilegiato per le ricerche biologiche ed ecologiche sulle reti trofiche marine e terrestri dell'ecosistema antartico e sull'adattamento degli organismi viventi alle temperature estreme. Di fatto l'Antartide costituisce un insieme di ambienti unici al mondo dove tali organismi hanno sviluppato particolari adattamenti per mantenere il metabolismo attivo alle basse temperature e hanno raggiunto un elevato grado di endemicità. Attualmente particolare interesse suscitano le ricerche riguardanti gli effetti dei cambiamenti climatici sul biota antartico.

IL GHIACCIO COME ARCHIVIO DELLA STORIA CLIMATICA E AMBIENTALE DELLA TERRA

*Ice: an archive of the earth's environmental
and climatic history*

Lo studio del ghiaccio della calotta antartica rappresenta l'elemento di punta, riconosciuto a livello internazionale, del PNRA. Attraverso l'analisi del ghiaccio estratto da oltre 3.000 metri di profondità presso la Stazione Concordia è stato possibile risalire alle caratteristiche chimico-fisiche dell'atmosfera del passato fino a circa 800.000 anni fa. Tali studi hanno consentito di rilevare che la concentrazione della CO₂ in questo arco temporale non ha mai raggiunto valori come quelli attuali, attribuendo così alle attività dell'uomo la responsabilità del riscaldamento del pianeta in seguito al ben noto "effetto serra".

LO SPAZIO OSSERVATO DALL'ANTARTIDE

Deep space observed from Antarctica

Presso la stazione Concordia a Dome C, si concentrano i più rilevanti studi che vanno dalle sorgenti infrarosse galattiche ed extragalattiche, alla radiazione a microonde, fino alla ricerca dell'impronta lasciata dal fondo di onde gravitazionali originate dal Big Bang, al fine di ricostruire le prime frazioni di tempo all'origine dell'universo.

in Antartide



Le Infrastrutture italiane in Antartide



Stazione Mario Zucchelli

Mario Zucchelli Station

La Stazione Mario Zucchelli è situata nell'area di Baia Terra Nova (74°42' Sud e 164°07' Est) lungo la costa del Mare di Ross, a 15 metri s.l.m..

La stazione è aperta da metà ottobre a metà febbraio, quando le temperature oscillano da -25°C e +5°C. Il fuso orario adottato è di + 11 ore GMT.

Dispone di 124 posti letto (presenza media 85 persone) e di circa 40 mezzi, terrestri e marini. Il supporto aereo è garantito da due elicotteri e da velivoli leggeri "Basler" e "Twin Otter" noleggiati nel corso della stagione estiva. Dispone di laboratori con strumentazione scientifica e di un acquario, ed è dotata di impianti tecnici che la rendono autosufficiente (centrale elettrica, impianto di cogenerazione, potabilizzatore per l'acqua dolce, inceneritore, depuratore delle acque di scarico).

La Stazione è collegata alla Nuova Zelanda con un trasporto aereo intercontinentale e con una nave cargo. E' situata nelle vicinanze delle basi Jang Bogo (KR) e Gondwana (DE), e relativamente prossima anche a McMurdo Station (USA) e Scott Base (NZ), con cui, in pieno spirito di cooperazione antartica, il PNRA ha instaurato ampi e proficui rapporti logistici e scientifici.

Mario Zucchelli Station is located in Terra Nova Bay's, 74°42'S, 164°07'E, on the Ross Sea coast, at 15 meters a.s.l. It is open from mid-October to mid-February, when the temperature ranges from -25°C to +5°C. The official time is GMT+11.

The Station can accommodate 124 people max, with an average presence of 85. 40 marine and land vehicles are available. Concerning aircraft support two helicopters are chartered full season and overwinter at the station. A Basler and a Twin Otter are chartered for the summer season. The Station is equipped with science laboratories, an aquarium and several warehouses and workshops. Self-sufficiency is ensured by several facilities (electrical generator, CHP, desalter for drinkable water from sea water, incinerator and a sewage treatment plant).

MZS is connected to New Zealand by ship and aircraft. Not far from MZS are located Jang Bogo Stations(KR), Gondwana (DE), McMurdo (USA) and Scott Base (NZ). In the Antarctic Treaty spirit, PNRA keeps up a fruitful logistical and scientific cooperation with all of them and other National Programs too.



Stazione italo-francese Concordia

Concordia Italian-French Station

La stazione italo-francese Concordia è situata sul plateau antartico nel sito Dome C (75°06' Sud e 123°21' Est), a 3.233 m di altitudine e a 1200 km dalla costa. Durante l'inverno la temperatura può scendere sotto i -80°C. Il fuso orario adottato è di +6 ore GMT.

I rifornimenti di materiali pesanti, via terra, sono assicurati dall'IPEV mediante convogli di mezzi cingolati (Traverse), mentre il PNRA garantisce il trasporto aereo di personale e carichi leggeri. Aperta ininterrottamente dal 2005, ospita mediamente 65 persone durante l'estate australe. Nel periodo invernale, invece, viene mantenuta operativa da un team di 12-16 persone.

Concordia è il luogo ideale per le osservazioni astronomiche e le ricerche sull'interazione fra atmosfera e ghiaccio, e per gli studi di sismologia.

L'isolamento invernale e le rigide condizioni climatiche fanno di Concordia un laboratorio unico anche per gli studi di simulazione di sopravvivenza nello spazio, nonché per ricerche di biologia e medicina volte a comprendere i meccanismi di adattamento dell'uomo alle condizioni più estreme.

Concordia is an Italian-French station, located in Dome C (75°06'S 123°21'E) on the Antarctic plateau, at 3233 metres a.s.l and 1200 km far from the coast. In the winter period the temperature falls below -80°C. The official time at the Station is GMT+6.

Heavy loads are mainly supplied by convoys of tracked vehicles and sledges (Traverse) organized by IPEV. Light cargo and personnel reach Concordia by two-engine aircrafts under the management of PNRA. Concordia is inhabited non-stop since 2005. In the summer-time it can host an average of 65 people, while, in the wintertime a crew of 12 to 16 people operates the station.

Concordia is held as the ideal location for astronomical observations and for studying the cryosphere-atmosphere interactions, and the seismological recording.

The total seclusion and the harsh conditions make Concordia a laboratory to simulate the problems of surviving in a space vehicle. Biology and medicine studies aimed at understanding man's adaptation to the hostile environment are also performed.



Nave Laura Bassi

Laura Bassi Ship

Di proprietà dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale di Trieste, la N/R Laura Bassi è l'unica nave italiana certificata per navigare nei mari polari. È utilizzabile sia per fini logistici che scientifici essendo dotata di due laboratori, di due gru e di un ponte di volo per elicotteri.

Grazie alle ridotte dimensioni (stazza 4028 t, lunghezza 80 m e larghezza 17 m) ed al sistema di posizionamento dinamico "DP2" la nave ha un'elevata manovrabilità e un'accuratezza di stazionamento indispensabili per le attività di ricerca. Le capacità di carico sono date dalla stiva che ha un volume di 3.000 m³ e dagli alloggiamenti in coperta, dove può trasportare dai 26 ai 30 containers per un peso di circa 800 t. A disposizione anche un serbatoio di circa 180 m³ dedicato al trasporto di carburante. La capacità di trasporto di personale è garantita dalle 37 cabine, che le consentono di alloggiare un totale di 72 persone, di cui 50 passeggeri.

Quella 2020-2021 è stata la seconda missione in Antartide della Laura Bassi. Nonostante le limitazioni imposte dalla pandemia da Covid-19, la sua disponibilità ha permesso di rifornire di materiale e carburante la stazione Mario Zucchelli, di condurre una seppur limitata campagna oceanografica nel mare di Ross e di riportare in Italia 22 container di rifiuti ed altro materiale provenienti dall'Antartide.

The N / R Laura Bassi is the only Italian ship certified to navigate the polar seas. It is owned by the National Institute of Oceanography and Applied Geophysics of Trieste and is available for the entire national scientific community.

Laura Bassi is a multipurpose ship, that can be used for both scientific and logistic purposes.

The small size (tonnage 4028 t, length 80 m, width 17 m) and the dynamic positioning system "DP2", which provides high manoeuvrability and positioning accuracy are relevant for scientific research. The hold of the vessel has a total volume of 3.000 m³ and the cargo capacity is around 26-30 containers (approx 800 t) also considering the deck. Laura Bassi has a dedicated fuel tank for Jet A1 of approximately 180 m³.

Personnel, consisting in maximum 50 passengers and 22 members of the ship crew, is accommodated in 37 cabins.

In 2020-2021 Laura Bassi performed its second mission in the Antarctic.

Despite the limitations imposed by the Covid-19 pandemic, the icebreaker could resupply Mario Zucchelli station with fuel and material, and conducted a limited oceanographic campaign in the Ross Sea. On her way to Italy Laura Bassi brought back 22 containers of waste and other material from Antarctica.





La XXXVI Spedizione

**Estate australe
2020-2021**

La XXXVI Spedizione Cifre e Partecipanti	_____	23
La Logistica a supporto della Scienza	_____	27
L’Inverno a Concordia WO-DC16	_____	47
Il Monitoraggio Ambientale	_____	49
I Progetti di Ricerca della XXXVI Spedizione	_____	51

LA XXXVI Spedizione in Cifre

(Campagna estiva)





Partecipanti

MZS

Alongi Enrico
Astorino Giovanni
Bagiacchi Paolo
Bertini Riccardo
Bianchi Fasani Gianluca
Bonanno Giacomo
Bonat Nicola
Bracci Alessandro
Bruzzi Paolo
Calligaro Luigi
Camporeale Giuseppe
Cappelloni Marco
Cardinali Ivano
Carnevale Onofrio M.
Cavoli Piero
Cefali Paolo
D'Aversa Antonio
De Santis Luca
Dema Massimo
Dolci Stefano
Gasperina Alberto
Gasperina Fabio
Giannoni Paolo
Granati Lorenzo
Guidarelli Giuliano
Lubelli Francesco
Marchetti Giuseppe
Maso Riccardo
Mollica Vito
Mugnaini Giampiero
Nasello Francesco

Oggero Giorgio
Pellegrino Francesco
Petrucci Paolo
Rueca Stefano
Severi Valerio
Ubaldi Carla
Vagni Riccardo
Vagnoni Salvatore
Visparelli Daniele

DC ESTATE

Ascione Rocco
Caiazza Laura
Christian Meganne Louise
Domesi Angelo
Longhitano Mario
Monaco Calogero
Scotini Antonio

TRAVERSA

Mancuso Felice
Nascimben Raoul

NAVE

Castagno Pasquale
Cotroneo Yuri
Cova Andrea
Falco Pierpaolo
Ferriani Stefano
Scipinotti Riccardo
Zambardino Giovanni
Sepioni Francesco

BASI/NAVI STRANIERE

Milton Plasencia

WO-DC17

Borgognoni Fabio
Buttu Marco
Canestrari Rodolfo
Marcolin Simone
Giuseppa Canestrelli
Tosolini David

PILOTI

Armstrong Lee David
Martin Sam
McElhinney Bob
Haffey Jim
Hoover William L
McGrath Adam
McLean Shawn





La Logistica a supporto della Scienza



La XXXVI Spedizione, seppure attuata in modalità “emergenziale”, si è svolta in linea con la pianificazione e, nonostante le prevedibili difficoltà, le attività in area operativa hanno prodotto i risultati attesi.

Hanno preso parte alla Spedizione 59 persone, di cui 11 per attività scientifiche e 48 con compiti logistici, oltre a 7 piloti o meccanici addetti ai mezzi aerei noleggiati per i voli. La logistica ha dato supporto ai 24 progetti di ricerca individuati come prioritari.

Tutto il personale partecipante, una volta raggiunte l’Australia (Hobart) o la Nuova Zelanda (Christchurch), ha dovuto effettuare un periodo di quarantena di almeno 14 giorni durante la quale è stato sottoposto a diversi tamponi. Tutto ciò allo scopo di evitare di trasferire involontariamente il virus sul continente antartico, cosa che avrebbe potuto avere risvolti drammatici viste le limitate disponibilità di presidi sanitari.

Anche quest’anno, relativamente ai trasporti intercontinentali da/per MZS, il PNRA ha potuto usufruire del supporto di 2 voli di un Airbus A-319 dell’Australian Antarctic Division che, partiti da Hobart (AU), hanno trasportato in base il personale, e di 1 volo cargo, con velivolo C-130 RNZAF, che ha operato da Christchurch in Nuova Zelanda.

Nel corso di questa Spedizione sono stati effettuati anche 26 voli continentali per mezzo del Basler VKB, per il trasferimento di persone e cargo a Concordia e DDU. Due elicotteri Ecureuil AS-350/B2 hanno fornito il supporto indispensabile per la gestione della Stazione costiera per gli spostamenti in tutta l’area, sia per lo svolgimento dei progetti di ricerca, sia per la manutenzione di stazioni meteorologiche e di ponti radio, che sono alla base della stessa sicurezza delle operazioni di volo.

Oltre ai suddetti trasferimenti aerei, è stata impiegata la nave da ricerca Laura Bassi che, partita dal porto di Lyttelton (NZ), ha effettuato la sua seconda Campagna oceanografica nell’emisfero australe ed ha trasportato personale, materiali, mezzi e carburante, sia per le nostre basi che per i programmi KOPRI (Corea del Sud), e BGR (tedesco), in virtù degli accordi di scambio logistico siglati dal PNRA in un’ottica di cooperazione tra Programmi antartici internazionali.

La nave Laura Bassi, conclusa la Campagna scientifica programmata, ha avuto il compito di riportare in Nuova Zelanda il personale rimasto a MZS alla fine della XXXVI Spedizione del PNRA.



La risposta del PNRA alla pandemia da COVID-19 nella Spedizione 2020-2021

Mantenere l'Antartide l'unico continente "Covid free" è l'obiettivo che si sono posti tutti i Paesi che a vario titolo operano nel continente antartico. Una sfida non facile, che è stata colta anche dal Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), impegnato ad organizzare e attuare la 36ª Spedizione italiana in Antartide nell'estate australe 2020-2021.

L'Italia è stato uno dei Paesi tra i più toccati dalla prima ondata di contagi e di fronte a scenari sconosciuti e incerti sulla possibile evoluzione della situazione, il PNRA si è trovato costretto a programmare e attuare la spedizione italiana in Antartide 2020-2021 in modalità "emergenziale", così come hanno fatto gli altri Programmi Antartici.

Nell'ambito degli incontri del Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP), le diverse organizzazioni nazionali si sono coordinate e di concerto hanno stabilito le regole da seguire per evitare di contaminare l'Antartide con il virus Covid-19: controlli sanitari sui partecipanti, quarantena da trascorrere prima del trasferimento in Antartide in rigoroso isolamento presso un albergo nei gateway dell'Australia e della Nuova Zelanda; nelle stazioni scientifiche, utilizzo di mascherine, distanziamento e numero limitato di compresenze nelle aree comuni, per citare solo alcune norme generali.

L'Italia ha scelto di organizzare la 36ª Spedizione antartica con un numero ridotto di partecipanti, selezionati esclusivamente tra personale veterano, fatta eccezione per il personale winterover, destinato a restare presso la stazione Concordia anche per la stagione invernale. È partito solo il 30% del personale abitualmente coinvolto.

Prima della partenza dall'Italia, i partecipanti sono stati sottoposti ad uno screening medico approfondito, posti in isolamento precauzionale e sottoposti ai test COVID-19. Arrivati nei gateway, australiano o neozelandese, hanno trascorso un rigoroso periodo di quarantena di 14 giorni in albergo, come previsto dai protocolli sanitari. Da qui, dopo essere stati sottoposti a ulteriori test COVID-19 sono stati trasferiti in Antartide: parte del personale con voli intercontinentali Covid free dell'Australian Antarctic Division (A-319), altri con la nave rompighiaccio italiana Laura Bassi. Con piccoli velivoli ed elicotteri sono stati garantiti anche i voli continentali, necessari a collegare le stazioni Mario Zucchelli, Concordia, Dumont D'Urville (DDU) e Mc Murdo. Per evitare possibili contagi, sono stati resi minimi i contatti con il personale di altri programmi antartici. Il personale italiano è venuto in contatto diretto soltanto con quello del programma antartico francese: visto che Italia e Francia gestiscono insieme la stazione Concordia, è stato deciso di creare un'unica "bolla COVID-19" tra la stazione italo-francese Concordia, la stazione italiana Mario Zucchelli e quella francese Dumont d'Urville, che ha permesso di condividere i mezzi logistici per l'ingresso e l'evacuazione del personale.

Presso la Stazione Mario Zucchelli, dove il personale presente è stato più numeroso, le norme anti Covid-19 adottate sono state più rigorose: oltre al distanziamento sociale garantito nelle aree comuni e nei luoghi di lavoro, all'interno della stazione si è continuato ad utilizzare mascherine chirurgiche e sono stati organizzati turni per la consumazione dei pasti e per l'uso dei servizi igienici. È stato anche individuato un edificio separato dal corpo centrale della stazione per garantire il necessario isolamento, nel caso fosse emerso un sospetto caso di contagio. Sia le stazioni Mario Zucchelli e Concordia, sia la nave Laura Bassi sono state dotate di dispositivi per eseguire test PCR COVID-19, ed è stato formato personale specifico per il loro utilizzo.

La riduzione del personale ha imposto anche una riduzione delle attività che è stato possibile svolgere. Ma grazie all'impegno e alle ampie competenze dei partecipanti e alla stretta collaborazione con il personale rimasto in Italia è stato possibile garantire la manutenzione delle stazioni e di alcuni strumenti, garantendone il funzionamento e la continuità nella raccolta dei dati.

Nonostante la complessa situazione affrontata, tutte le operazioni previste sono state portate a termine con successo.

Grazie alle precauzioni prese, un solo contagio è stato rilevato durante la quarantena a Christchurch (NZ), tra un membro dell'equipaggio della nave rompighiaccio Laura Bassi, immediatamente isolato. Un ringraziamento particolare va all'Australia e alla Nuova Zelanda per il supporto offerto nei gateway.





Le attività nella Stazione Mario Zucchelli

Le attività svolte durante l'estate australe presso la stazione Mario Zucchelli, ridotte a causa della pandemia COVID-19, sono state essenzialmente finalizzate alla gestione dei mezzi di trasporto atti al ricambio del personale invernale della Base Concordia e alla manutenzione delle infrastrutture e della rete degli Osservatori permanenti operanti nei pressi della Base Mario Zucchelli. Il personale logistico è stato utilmente impiegato anche per ulteriori lavori di completamento di attività iniziate durante la Campagna precedente.

Il gruppo di apertura (20 persone) è arrivato a MZS il 30 ottobre 2020, trasferito in due tempi dalla base americana di McMurdo, con 2 voli Basler-MKB, 3 del crew HSI e 4 del crew Basler.

La base è stata trovata in buono stato generale e, come consuetudine, è stata subito realizzata la pista sul ghiaccio, necessaria ad accogliere i voli successivi. È stato predisposto un accesso al pack dal molo mediante una modulare, e tracciata la viabilità per l'accesso alla pista e all'area di parcheggio.

Nei 94 giorni della Spedizione estiva, MZS ha dato supporto alle attività di ricerca scientifica italiane, così come individuate nel piano esecutivo di emergenza, relative ai 10 progetti in campo.

Per tutta la durata della Campagna sono state effettuate, come sempre, le moltissime attività di servizio che consentono il regolare funzionamento della Stazione Mario Zucchelli: l'apertura della Stazione e la messa in funzione degli impianti tecnologici essenziali (centrale elettrica, potabilizzatore, inceneritore, depuratore) oltre alle attività generali per il suo funzionamento in sicurezza; la realizzazione della pista di atterraggio su ghiaccio marino nell'area antistante la Stazione, come detto so-

pra; la verifica e la manutenzione della pista di Boulder Clay per il successivo utilizzo del Basler. Ulteriori attività logistiche sono state la ristrutturazione dell'impianto PAT e la manutenzione della centrale eolica; la traslazione della Sala Stocchino ai fini della razionalizzazione delle camere al piano superiore. Sono stati completati i lavori di ristrutturazione dei laboratori scientifici e della zona giorno con l'ampliamento dei locali mensa e cucina e sono stati eseguiti gli interventi di manutenzione delle apparecchiature scientifiche per gli Osservatori permanenti e i progetti di ricerca non differibili.

Riguardo alle attività aeree, dal 30 ottobre 2020 al 24 gennaio 2021 sono stati gestiti 2 voli intercontinentali del velivolo Airbus A-319 dell'Australian Antarctic Division, partiti da Hobart (AU), per il trasporto di personale, e 1 volo cargo C-130 RNZAF. Oltre a questi, è stato dato supporto a 26 voli continentali effettuati con l'ausilio del Basler VKB.

Il personale logistico ha, altresì, seguito le attività necessarie al trasferimento di persone e materiali verso la Stazione italo-francese Concordia, al fine di consentirle di affrontare in sicurezza l'inverno australe 2021, e ha dato supporto alla traversa italo-francese.

In occasione dell'arrivo nell'area di Baia Terra Nova della nave Laura Bassi, il personale tecnico della Stazione Mario Zucchelli ha condotto le operazioni di scarico di combustibile e materiali, una prima volta a inizio gennaio e una seconda agli inizi di febbraio 2021. Nella seconda circostanza, a chiusura della Stazione, è stato eseguito anche il carico del materiale in uscita (campioni scientifici, rifiuti prodotti, attrezzature scientifiche e logistiche) oltre a tutto il personale ancora presente.



L' ammodernamento dell'area laboratori presso la stazione Mario Zucchelli

Durante la XXXVI Spedizione, presso la stazione Mario Zucchelli sono stati completati i lavori di riqualificazione ed ammodernamento della parte della stazione dedicata alla ricerca scientifica, che dopo 36 spedizioni necessitava di numerose cure. Il forte impatto della pandemia sullo svolgimento delle attività scientifiche ha permesso di poter portare a termine il lavoro riducendo al minimo il disagio vista la ridotta presenza di personale scientifico.

Tutti i 17 laboratori, da quello del Monitoraggio Ambientale a quello della Microbiologia, della Fisica dell'Atmosfera e degli Ecosistemi, sono stati completamente ristrutturati con il completo rifacimento dei diversi impianti: elettrico, idraulico, di rivelazione fumi, antincendio, rete e diffusione sonora.

Sono stati sostituiti tutti gli arredi con materiale moderno e al passo con le esigenze dei ricercatori. Particolare cura è stata dedicata nello scegliere arredi tecnici certificati (EN13150 e BGR234/09.06) e cappe chimiche certificate [EN 14175 (Parte 2-3-6) e ASHRAE 110-2016].

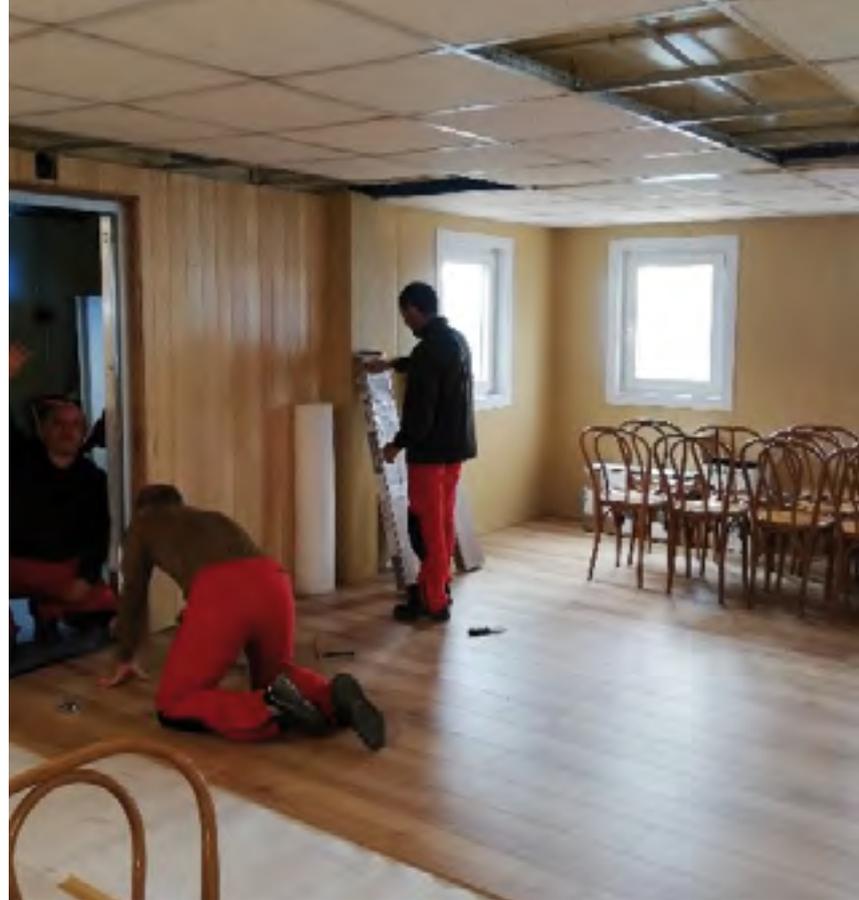
Per poter portare a termine questo lavoro, considerato tra le priorità da svolgere approfittando della ridotta presenza di personale, sono stati impiegati dai 4 ai 6 tecnici al giorno tra elettricisti, montatori, carpentieri e tecnici informatici.

Durante la prima fase sono stati svolti lavori di smontaggio dei vecchi arredi e delle porte ed è stata poi effettuata la bonifica degli impianti esistenti nei laboratori e nelle aree comuni.

Successivamente si è passati alla posa di tutti i nuovi impianti elettrici, idraulici e speciali. Sono stati inoltre eseguiti lavori di carpenteria per la sistemazione della pavimentazione del corridoio e di alcuni laboratori, e per il montaggio dei motori delle cappe a flusso laminare.

Nell'ultima fase di lavoro è stata ultimata la posa del nuovo pavimento nel corridoio e sono stati eseguiti i test di funzionamento, collaudo e di tenuta su tutte le tipologie di impianto. Infine si è proceduto al montaggio dei nuovi arredi e al riposizionamento della strumentazione già presente, che sarà potenziata in un prossimo futuro grazie ad ulteriori acquisti che saranno valutati da ENEA e CNR.

I lavori si sono svolti secondo la regola dell'arte, in accordo con le norme tecniche di riferimento per le diverse tipologie di impianti e nel rigoroso rispetto del D.lgs. 81/08 e successive integrazioni, in termini di Sicurezza sul lavoro e Salute dei lavoratori.



I lavori di ammodernamento della zona giorno

Intervento per ampliamento zona giorno, locali mensa - bar, con manutenzione straordinaria dell'impianto di riscaldamento

La stazione Mario Zucchelli, costruita nel lontano 1988, necessita di anno in anno di sempre maggiori cure. Negli ultimi anni la spedizione del PNRA ha visto un incremento del personale scientifico e logistico coinvolto. Si sono, pertanto, resi necessari dei lavori di ampliamento e riqualificazione della zona giorno con particolare attenzione ai locali mensa e bar, non più adeguati alle nuove esigenze.

La stazione è stata realizzata con moduli Container tipo ISO 20', da subito sopraelevati, per consentire al vento di poter fluire ed evitare l'accumulo di neve nei piazzali. Pertanto i lavori sono stati programmati in modo da consentire la preliminare realizzazione del basamento.

L'intervento è stato suddiviso in tre fasi e complessivamente ha richiesto 45 giorni di lavoro, durante i quali sono stati impiegati fino a 4 tecnici tra carpentieri, elettricisti e guide alpine a supporto delle lavorazioni in quota.

La prima fase dei lavori è stata eseguita nel primissimo periodo di Campagna, dal 5 al 25 Novembre 2020, e ha visto la realizzazione all'esterno dei nuovi plinti in calcestruzzo armato indispensabili per la costruzione della struttura metallica di sostegno su cui poggiare i due nuovi Container tipo ISO 20' dedicati all'ampliamento dei locali mensa e bar.

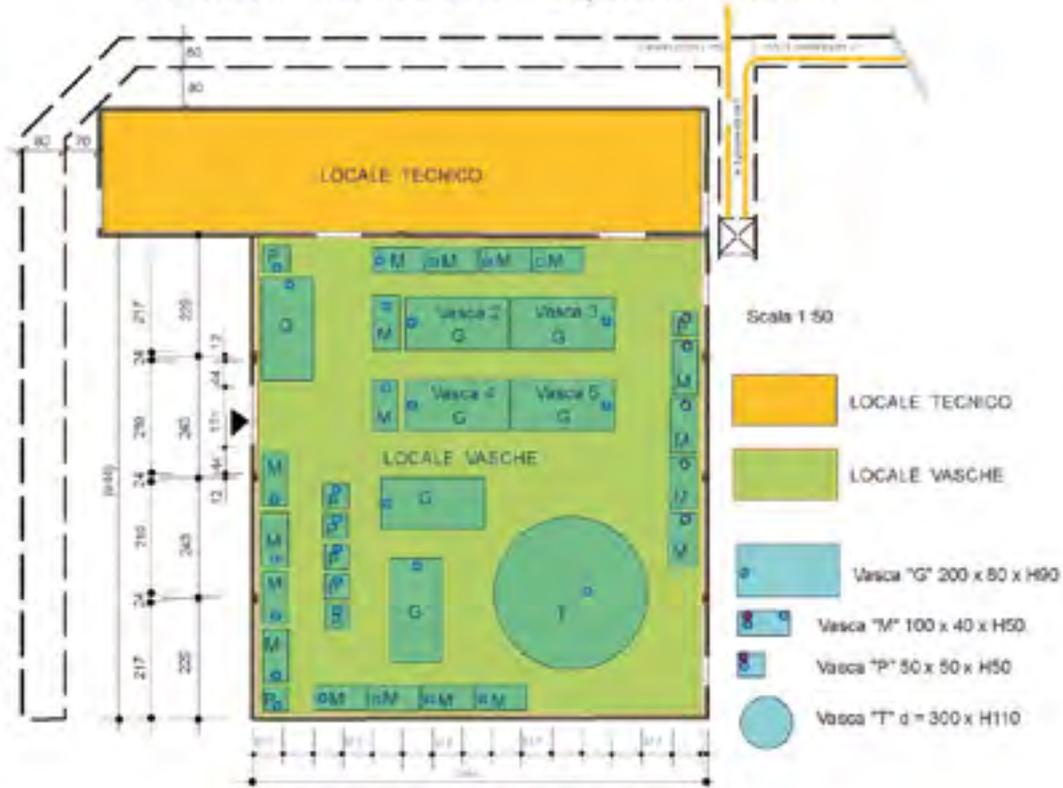
Nella seconda fase lavorativa, che si è svolta dal 25 Novembre all'8 Dicembre 2020, sono stati eseguiti i necessari lavori di taglio delle pareti interne, installati i nuovi rivestimenti in legno e posati i nuovi pavimenti in laminato.

La terza e ultima fase lavorativa, svolta dal 9 al 17 Dicembre 2020, ha visto il completamento dei lavori con l'adeguamento delle condutture relative all'impianto di riscaldamento e la sostituzione di tutti gli infissi della zona giorno.

Il risultato sono locali completamente rinnovati che offrono una maggiore fruibilità e una migliore distribuzione dei servizi alle persone presenti in Base, rispondendo così alle nuove esigenze. È stato infatti raddoppiato il numero dei tavoli presenti nel Bar e sono aumentati del 30% quelli del locale mensa.

I lavori sono stati regolarmente svolti secondo la regola dell'arte, in accordo con le norme tecniche di riferimento e nel rigoroso rispetto del D.lgs. 81/08 in materia di sicurezza e salute dei lavoratori.

Planimetria Nuovo Acquario - MZS



Il nuovo Acquario

Il nuovo laboratorio acquario presso la stazione Mario Zucchelli è operativo. Sono stati necessari diversi anni per il completamento di questa infrastruttura dedicata alla scienza della vita, partendo da un gruppo di lavoro misto CNR-ENEA che ha coniugato le esigenze dei ricercatori con le caratteristiche tecniche necessarie. Dopo la fase di progettazione di dettaglio, a cura di ENEA, la struttura è stata acquistata, trasportata in Antartide e ultimata dal personale tecnico in campo. Il nuovo acquario metterà a disposizione dei nostri ricercatori una serie di vasche refrigerate di diverso volume ove sarà possibile agire su alcuni parametri dell'acqua (temperatura, gas disciolti). Questa nuova piattaforma aprirà nuove opportunità di ricerca sulla delicatissima fauna Antartica. Il progetto si concluderà con la ristrutturazione dei locali occupati dal precedente acquario e la loro trasformazione in laboratori che saranno collegati alla nuova struttura.

Principali caratteristiche tecniche

Il Nuovo Acquario è alimentato con acqua di mare, pompata dal mare prospiciente la Base e filtrata. L'intero impianto, considerando anche l'acqua contenuta nelle tubazioni, contiene circa 23 m³.

Al fine di limitare il consumo energetico per il raffreddamento dell'acqua di mare circolante nell'impianto, il sistema è regolato per avere un ricambio orario di 200 l/h, che consente il ricambio completo dell'intero volume d'acqua in un lasso di tempo pari a circa 5 giorni. A seconda delle esigenze questo valore è comunque regolabile.

La planimetria del locale:

- il Locale Tecnico, di circa 25 m², contiene il quadro elettrico generale, gli impianti di filtraggio e pompaggio, il gruppo frigo e lo scambiatore glicole-acqua di mare, le vasche "accumulo", "sea-water", "ricircolo";
- il Locale Vasche sviluppa una superficie di circa 80 m². Il ricambio continuo di aria immessa dall'esterno consente alla temperatura interna di non superare i + 4 °C per tutto il periodo di esercizio.

Nel Locale Vasche si trovano:

- n. 7 vasche Tipo G da 200x90xH80 cm con un volume totale reale di circa 9 m³
- n. 18 vasche Tipo M da 100x40xH50 cm con un volume totale reale di circa 3 m³
- n. 8 vasche Tipo P da 50x50xH50 cm con un volume totale reale di circa 0,8 m³
- n. 1 vasca circolare Tipo T con diametro 300 cm e altezza 110 cm con un volume reale di circa 6 m³.

Tutte le vasche sono isolabili dal resto dell'impianto, sia per schiera che singolarmente, e aerabili con un sistema di smistamento di aria insufflabile a flusso regolabile. Le vasche n. 2, 3, 4, 5, di Tipo G, sono aerabili anche con un gas diverso dall'aria.

Nelle stesse vasche è prevista l'installazione di un sistema di monitoraggio in continuo dei valori di pH, ossigeno disciolto, conducibilità e temperatura.





Le attività sulla nave da ricerca "Laura Bassi"

La nave da ricerca Laura Bassi è l'unica nave italiana per la ricerca oceanografica che può navigare nei mari polari, in quanto l'unica che rispetta le nuove regole internazionali dettate dal "Polar Code".

Durante questa XXXVI Spedizione italiana in Antartide ha effettuato la sua seconda Campagna Oceanografica nel Mare di Ross e ha dato un fondamentale supporto alla logistica trasportando materiali, carburante e, soprattutto, il personale in uscita dalla stazione Mario Zucchelli a fine Spedizione.

Nonostante le limitazioni imposte dalle norme anti Covid-19, che hanno determinato l'organizzazione di una spedizione in modalità "emergenziale", con un ridotto numero di partecipanti e rigidi controlli sanitari, la campagna oceanografica, volta alla manutenzione della strumentazione dell'osservatorio marino Morsea, è stata svolta con successo. Alla riuscita della campagna hanno lavorato con impegno e professionalità sia lo staff del PNRA e dell'OGS, sia il personale di bordo. La N/R Laura Bassi ha percorso un solo leg tra la nuova Zelanda e l'Antartide. E' partita il 24 dicembre 2020 dal porto di Lyttelton, in Nuova Zelanda, con a bordo 4 scientifici afferenti all'Osservatorio permanente Morsea dell'Università Parthenope di Napoli, oltre a 4 logistici e 22 marinai facenti parte dell'equipaggio.

Lungo la tratta nel mare di Ross ha condotto la campagna oceanografica fino ad arrivare, il 9 gennaio 2021, di fronte alla stazione antartica italiana "Mario Zucchelli" a Baia Terra Nova. Qui sono cominciate le attività di scarico delle circa 500 tonnellate trasportate a bordo, suddivise in 13 containers ISO20' (6 per il progetto coreano KOPRI, e 7 per il PNRA), 7 cisterne ISO Tanks ciascuna contenente 22.000 l di carburante Jet-A1, 170 m³ di carburante contenuti come bulk nella cisterna nave, 100 sacconi di materiale inerte e materiale sfuso per il PNRA,

un trailer e 700 kg di cibo, sempre per il programma coreano KOPRI e, infine, 2 elicotteri per il programma tedesco BGR.

Al termine delle operazioni, il 14 gennaio, la nave ha ripreso la Campagna Oceanografica che è proseguita fino al 31 gennaio 2021, quando la nave ha nuovamente raggiunto MZS per imbarcare il gruppo di tecnici e ricercatori che hanno chiuso la stazione Mario Zucchelli. Prima di ripartire è stato caricato tutto il materiale che doveva lasciare la stazione con destinazione Nuova Zelanda e Italia: containers frigoriferi con i campioni scientifici raccolti in Spedizione, rifiuti e altro materiale scientifico e logistico.

Ripartita dalla stazione il 2 febbraio, la nave ha raggiunto la Nuova Zelanda il 9 febbraio, chiudendo così la sua seconda spedizione antartica per il PNRA. Sbarcato il personale e riconfigurato il cargo, ha ripreso il viaggio verso l'Italia, arrivando nel porto di Ravenna il 29 marzo 2021.

A Ravenna è stato scaricato il materiale proveniente dall'Antartide e inviato a destinazione. La Laura Bassi è poi ripartita con destinazione l'Arsenale di Fincantieri a Trieste dove, oltre ad essere stata sottoposta ad operazioni di ordinaria manutenzione, ha completato l'installazione della strumentazione scientifica sotto chiglia per lo studio e l'esplorazione dell'intero ecosistema marino. La nave resa così più performante è pronta per le prossime campagne italiane nell'Artide e nell'Antartide.



Le attività di ricerca nel Ross Ice Shelf a bordo della nave Laura Bassi

Pierpaolo Falco (Responsabile Scientifico)

La pandemia non ha fermato la ricerca italiana in Antartide e la XXXVI Campagna ha coinvolto, sebbene in numero limitato, ricercatori e tecnici che hanno svolto importanti e delicate attività.

Per quanto riguarda le attività scientifiche svolte a bordo della nave da ricerca polare Laura Bassi, sono state condotte operazioni di recupero e ripristino di strumentazione oceanografica, precedentemente rilasciata nel mare Ross, per acquisire dati preziosissimi durante tutto l'anno, anche quando il mare è coperto dal ghiaccio marino e il continente antartico è inaccessibile.

Sono state eseguite misure anche lungo il Ross Ice Shelf (RIS), un'imponente piattaforma di ghiaccio che galleggia sul mare e che svolge un ruolo molto importante nel contrastare l'avanzata dei ghiacciai continentali verso il mare.

Il RIS è grande quasi come la Francia, alto circa 30 metri sul livello del mare e con una cavità, nella parte tra la base del ghiaccio e il fondo del mare di Ross, nella quale l'acqua presente si trasforma nella massa d'acqua più fredda del pianeta, la Ice Shelf Water (ISW), caratterizzata da temperature inferiori ai -2°C (quindi più fredda della temperatura di congelamento superficiale dell'acqua di mare).

Gli ice shelf in alcune zone dell'Antartide hanno avuto una drastica riduzione dovuta all'infiltrazione nelle cavità di acqua proveniente da latitudini più settentrionali (e quindi più calda). Il risultato è stato l'indebolimento degli ice shelf e la conseguente frantumazione. I ghiacciai continentali hanno quindi potuto scorrere verso l'oceano, determinando un apporto di acqua dolce che sta influenzando la densità degli strati superficiali ma, soprattutto, contribuisce a un aumento del livello medio degli oceani. Questo è un problema molto serio a cui i climatologi guardano con grande preoccupazione.

Il gruppo di ricercatori a bordo della Laura Bassi ha quindi condotto un numero considerevole di misure dei principali parametri fisici (temperatura, salinità, ossigeno) lungo la colonna d'acqua e lungo l'estremità più settentrionale del RIS, per comprendere lo stato dei processi che avvengono nella cavità. Sono stati rilasciati strumenti in punti particolari dell'ice shelf, per raccogliere informazione anche durante l'inverno e quando il mare di Ross è coperto dal ghiaccio marino, e per cercare di capire cosa succede da un punto di vista oceanografico durante un periodo in cui vi è assenza completa di misure e dati provenienti da quest'area.

I dati raccolti serviranno principalmente a valutare la variabilità nel tempo della temperatura e salinità delle acque che entrano ed escono dalla cavità del RIS; saranno successivamente confrontati con misure fatte in precedenti Campagne di misura in quest'area, al fine di contribuire alla comprensione generale dei processi che avvengono nelle cavità degli ice-shelf in Antartide.



L'utilizzo dei Droni dalla Nave

Stefano Ferriani, Riccardo Scipinotti

L'attività dei droni in Antartide è in continuo incremento ed è soggetta a regole stringenti approvate a livello internazionale.

Grazie allo sviluppo tecnologico che i droni hanno avuto in questi ultimi anni, il loro utilizzo sta diventando sempre più esteso, sostituendo, spesso, il ricorso agli elicotteri con immediate ricadute sulla sicurezza delle operazioni (non necessitano di personale in volo) e sull'impatto ambientale (il drone inquina meno di un elicottero). Questi aspetti, incremento della sicurezza e riduzione dell'inquinamento, sono fondamentali nelle Spedizioni antartiche in cui l'ambiente deve essere assolutamente preservato e dove un eventuale incidente ha ricadute immediatamente fatali.

Nel corso della XXXVI Campagna del PNRA, per documentare la navigazione della nave da ricerca "Laura Bassi" tra i ghiacci e le attività scientifiche condotte a bordo, è stato autorizzato l'utilizzo di un drone messo a disposizione dall'OGS e operato dal personale PNRA. Sono state anche documentate le attività logistiche di scarico e carico della nave quando questa è arrivata presso la Stazione MZS.

I voli sono stati fatti nel Mare di Ross, appena le condizioni meteo-marine lo hanno reso possibile, come quando la nave, navigando in prossimità di Coulman Island, ha incontrato un'area ricoperta di ghiacci con un enorme iceberg alla deriva proprio in corrispondenza di uno strumento scientifico da recuperare. In quella occasione il volo è stato utile per valutare la reale estensione della copertura di ghiacci e dell'iceberg.

Prima di ogni volo è sempre stata valutata l'intensità del vento, che non doveva superare i 20 nodi, ed è stata ottenuta l'autorizzazione dal Comandante il quale, durante le riprese, ha limitato la velocità della nave fino a un massimo di 7 nodi nel caso di navigazione tra i ghiacci, o di 3 nodi quando sono state fatte le attività di recupero o rilascio dei "mooring".

Al fine di aumentare il margine di sicurezza per il rientro del drone a bordo nave, la quota massima di volo è stata limitata a 100 m con una distanza dalla nave di massimo 500 m e la durata del volo è stata limitata a circa 15 minuti (metà della durata dichiarata della batteria).

Durante i voli il drone è stato costantemente tenuto sotto controllo dall'osservatore che ha affiancato sempre il pilota il quale, a sua volta, ha controllato sullo schermo del radiocomando i parametri di volo (distanza, quota, velocità), lo stato della batteria e l'immagine della ripresa video; l'osservatore ha avuto anche il compito di riferire al pilota i comportamenti di volatili (scua e petrelle) che eventualmente avrebbero potuto interferire con il volo del drone.

I voli sono stati tutti effettuati con decollo e atterraggio dal ponte elicotteri della nave, in modo da garantire sempre una buona visuale sulla posizione del drone durante il volo.

Particolari accorgimenti sono stati adottati nelle due fasi critiche del volo del drone, decollo e atterraggio. Per il decollo è stato utilizzato un supporto che ha allontanato il drone dalla superficie metallica del ponte elicotteri, riducendo l'effetto della distorsione del campo magnetico che influenza la bussola del sistema di navigazione del drone. Per l'atterraggio è stato sempre chiesto al Comandante di ridurre la velocità al minimo possibile ed è stata usata sempre la tecnica della "rincorsa", ovvero atterrare sul ponte elicotteri in direzione del moto della nave. Questo ha consentito di avere una velocità relativa ridotta tra drone e nave e avere un maggior controllo dei movimenti del drone.

L'utilizzo dei droni a bordo nel corso delle Campagne navali del PNRA risulta particolarmente utile e vantaggioso perché consente di avere un punto di vista privilegiato sull'intorno della nave. Infatti, durante la navigazione tra i ghiacci, può essere usato per identificare canali d'acqua libera verso cui dirigere la nave e stimare l'estensione della copertura per valutare l'opportunità di effettuare un determinato campionamento.

Non ultimo, il fatto di riprendere le operazioni, logistiche e scientifiche, durante il loro svolgimento da un punto di vista esterno alla nave, è importante per valutare i movimenti del personale impiegato durante le operazioni al fine di aumentarne la sicurezza.





Le attività nella Stazione Concordia

La priorità logistica assoluta per la XXXVI Spedizione a Concordia è stata il ricambio della squadra degli invernanti, la manutenzione degli impianti per la salvaguardia del patrimonio scientifico e tecnico del PNRA e il rifornimento della stazione per consentire di affrontare in sicurezza il 17° Winterover (WO-DC17).

Infatti, la Campagna estiva è stata prioritariamente dedicata alla manutenzione ordinaria e straordinaria della strumentazione, mentre sono state fortemente ridotte le attività di upgrading, rivolte esclusivamente a risolvere problemi contingenti che avrebbero potuto impattare la qualità delle misure. Quest'anno, a causa del numero ridotto di personale logistico presente, alcune delle attività svolte abitualmente in Campagna hanno un pò sofferto.

Il primo volo da MZS verso Concordia è stato effettuato il 12 novembre 2020, dando così inizio alla Campagna estiva che si è poi conclusa in data 30 gennaio 2021. La base è stata trovata in condizioni generali buone e bene organizzata dal team invernante DC16.

Il periodo complessivo della Campagna estiva 2020-2021 è stato di 73 giorni, nel corso dei quali sono state ospitate in base fino a 51 persone contemporaneamente, in coincidenza con le traverse e la presenza dell'equipaggio del Basler.

Sono stati effettuati 26 voli continentali per il trasporto di personale, cibo e strumentazione scientifica ed effettuate due traverse logistiche tra Cap Prud'Homme e Dome C, che hanno impegnato 11 persone per il trasporto di combustibile, di viveri e materiali pesanti destinati a Concordia.

Durante la sua permanenza in base, il personale della traversa ha trasferito il container del progetto BEOI presso il BELDC Camp, anticipando così parte dell'atti-

vità logistica prevista per la prossima Campagna estiva. Le attività tecnico-logistiche condotte nel corso della stagione sono state in linea con le previsioni e hanno riguardato nello specifico: lavori di manutenzione ai mezzi meccanici presenti, alla centrale elettrica e agli impianti di produzione, stoccaggio e riciclo delle acque nella base; sostituzione e ripristino degli apparati ICT malfunzionanti o danneggiati; manutenzione delle apparecchiature scientifiche per gli Osservatori e i progetti di ricerca; realizzazione del nuovo tunnel tubosider per la messa in sicurezza dell'alimentazione elettrica a servizio delle installazioni scientifiche; verifica di stabilità delle snow caves realizzate durante le passate Spedizioni; montaggio del primo set di pannelli solari fotovoltaici e valutazione dell'effettivo rendimento a Concordia.

Sotto la guida dei Medici presenti a Concordia e di una guida Alpina, specialista della montagna, sono stati fatti corsi pratici di formazione e informazione sull'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI) ed è stato completato l'addestramento per il soccorso esterno (Torre americana, Camera di tiraggio); queste esercitazioni hanno lo scopo di fornire maggior abilità/dimestichezza alla squadra dei WO nel caso di intervento d'emergenza invernale.

La stagione estiva a Concordia, nonostante la situazione di straordinarietà dovuta alla pandemia, è stata particolarmente densa sul piano delle attività di ricerca.

E' stato dato supporto ad attività scientifiche di 12 progetti di ricerca italiani afferenti al PNRA, di 16 progetti di ricerca francesi in carico all'IPEV e di 6 progetti di biomedicina dell'ESA.



L'Inverno a Concordia WO-DC16

Alberto Salvati (Station Leader)

La Spedizione invernale a Concordia è caratterizzata dal buio, dal freddo e dall'isolamento, e tutti e tre agiscono duramente sul nostro fisico e sulla nostra psiche. Quando arriva la notte polare c'è il buio completo e bisogna aspettare più di tre mesi prima di riveder sorgere il sole. E' comunque necessario svolgere il lavoro all'esterno della Base, quindi ricercatori e tecnici devono uscire, alcuni anche tutti i giorni, per fare campionamenti, misure, pulizie e manutenzione di impianti e strumenti.

Qualunque cosa accada, anche se si dovesse star male, si è consapevoli di non poter andar via e di poter contare solo sulle altre undici persone con le quali si sta condividendo questa esperienza estrema. Si sa che la nostra vita dipende dalla Base e che può bastare un incendio a distruggerla (qui l'ambiente è seccissimo e l'incendio è uno dei pericoli più gravi); che gli spazi sono limitati e che se si litiga con qualcuno poi lo si incontrerà ogni giorno per mesi e mesi. Si è consapevoli che la famiglia, gli amici, gli affetti più cari sono lontani, mancano e a volte faticano a capire la reale situazione che si sta vivendo.

La durezza e le difficoltà di questo ambiente insegnano molto. Innanzitutto ad essere umili e rispettosi della natura, che qui si manifesta in tutta la sua potenza e fa sentire piccoli e indifesi. Si capisce il valore di tante cose che normalmente sono date per scontate, la difficoltà per averle e l'importanza di risparmiare e non sprecare le risorse limitate che abbiamo; per fare un esempio, l'acqua con cui ci si lava, viene riciclata, filtrata e rimessa in circolo, perché si sa quanto è costoso ottenerla dal ghiaccio.

Eppure, questo luogo può essere altrettanto bello, piacevole e affascinante. Se si è qui per amore della scienza e della ricerca, se si è disposti a mettersi in gioco e a far parte di una squadra di eccellenza in un luogo così straordinario, se si ha un po' di spirito d'avventura e buona capacità di adattamento, allora le difficoltà e la durezza dell'ambiente non pesano troppo ed è possibile non farsi sopraffare dai problemi che inevitabilmente si dovranno affrontare.

La Base potrebbe essere benissimo una nave spaziale atterrata su questo pianeta bianco poggiandosi sulle sue "zampe" d'acciaio, e non a caso l'Agenzia Spaziale Europea (l'ESA) manda a vivere qui con noi, per un anno, un medico ricercatore con il compito di studiare come l'uomo cambi e si adatti in condizioni di ambiente estremo e di grande isolamento, con l'obiettivo ultimo di preparare al meglio gli astronauti per i futuri viaggi spaziali.

Vivere un inverno a Concordia fa sentire questa Base come la propria casa e fa capire appieno quanto sia stato difficile costruirla e quanto sia complicato farla funzionare. Il PNRA e l'IPEV, rispettivamente per l'Italia e per la Francia, hanno fatto un grande sforzo con dei risultati eccezionali: unendo le risorse dei due paesi sono riusciti a rendere questa Base un centro di eccellenza riconosciuto nel mondo.

Alcuni dicono che qui è tutto bianco e monotono e che dopo poco non è più interessante. Per me non è stato così: ho partecipato a varie Spedizioni antartiche e ancora questo bianco non mi pesa, ancora mi fermo a guardare le sfumature di un azzurro incredibile che si stagliano nel cielo, ancora osservo con curiosità le strane formazioni di ghiaccio che il vento genera trasportando minuscoli granelli di cristallo come fossero sabbia. Ancora mi piace il silenzio rotto solo dai miei passi, soprattutto nel buio della notte polare quando il cielo è talmente pieno di stelle da sembrare irreali.

Io non posso che essere grato e orgoglioso di far parte di questa comunità antartica e questo è tanto vero che, anche al termine di questa lunga Spedizione, tornato in Italia, mi ritrovo ogni tanto a soffrire di "mal di Antartide".

Alberto Salvati

Station Leader, Fisica dell'atmosfera e meteorologia, ITA (PNRA)

Andrea Ceinini

Meccanico veicoli, ITA (PNRA)

Bastien Prat

Tecnico elettricista, FR (IPEV)

Camille Breant

Chimica glaciologa, FR (PNRA)

Elisa Calmon

Cuoca, FR (IPEV)

Ines Ollivier

Glaciologa, FR (IPEV)

Loredana Faraldi

Medico della base, ITA (PNRA)

Stijn Thoolen

Medico ricercatore, HL (ESA)

Sylvain Guesnier

Capo centrale elettrica, FR (IPEV)

Vivien Koutcheroff

Capo tecnico e Idraulico, FR (IPEV)

Luca Ianniello

Tecnico Informatico e Radio, ITA (PNRA)

Wenceslas Marie Sainte

Elettronico della scienza, FR (IPEV)



Il Monitoraggio Ambientale

Carla Ubaldi (Environmental Officer)

Presso la base MZS fin dagli anni novanta è in corso un piano di monitoraggio ambientale per la valutazione dell'impatto delle attività scientifiche e logistiche sull'ambiente circostante. Il monitoraggio si basa principalmente sulla valutazione della qualità dell'aria e sul controllo dell'efficacia della depurazione delle acque reflue. Il controllo della qualità dell'aria viene effettuato campionando il particolato atmosferico, il cosiddetto PM10.

I campionamenti sono effettuati mediante campionatori ad alto volume a flusso costante, posizionati ai 4 punti cardinali rispetto al centro della base, ad una distanza di circa 200 metri dal centro. Un quinto campionatore è posto a Campo Icaro, un sito a circa 3 km a sud della base, non influenzato da attività antropiche, utilizzato come valore di riferimento.

Il PM10 viene poi analizzato in Italia per il contenuto di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di metalli pesanti. Gli IPA sono sostanze organiche persistenti derivanti principalmente da processi di combustione e presso la base Mario Zucchelli sono strettamente correlati alle emissioni dovute al funzionamento dei due generatori, all'utilizzo di mezzi di trasporto, al funzionamento dell'inceneritore. Nel caso dei metalli pesanti invece il contributo di origine antropica va a sommarsi a quello di origine crostale, contributo non trascurabile dato il forte vento spesso presente in Base che causa erosione e risospensione del terriccio.

L'impianto di depurazione delle acque reflue viene, invece,

tenuto sotto controllo giornalmente, effettuando una serie di analisi, previste dalla legislazione italiana, come la domanda chimica di ossigeno (COD), la domanda biologica di ossigeno (BOD), i solidi sospesi, il fosforo, l'ammonio, i coliformi fecali. Il servizio di monitoraggio ambientale lavora a stretto contatto con gli impiantisti, per assicurare il buon funzionamento dell'impianto e garantire un refluo compatibile con l'ambiente in cui viene immesso.

Da alcuni anni è inoltre attivo un ulteriore piano di monitoraggio nell'area di Boulder Clay, sin dall'inizio della costruzione della nuova pista di atterraggio su ghiaia, così come previsto nel documento di valutazione ambientale (CEE) presentato dall'Italia nel corso della riunione consultiva delle Parti al Trattato Antartico (ATCM) e li approvato.

Lungo l'asse della pista sono state posizionate cinque stazioni di campionamento, mentre una sesta postazione è stata posta presso la pinguinaia di Adelie Cove, distante circa 1.8 km dalla fine della pista. Per questa attività di monitoraggio sono stati impiegati campionatori passivi che possono essere utilizzati senza corrente elettrica e che danno un dato integrato nel tempo. Sono state anche condotte, presso la pinguinaia, misurazioni di rumore mediante l'uso di fonometro.

L'attività di monitoraggio finora svolta presso Boulder Clay è stata presentata all'ultimo ATCM, tenutosi a Praga nel 2019, all'interno di un "Information Paper" sullo stato di avanzamento della pista.





Progetti di Ricerca della XXXVI Spedizione

a cura dei Responsabili di Progetto

OSSERVATORI PERMANENTI

Osservatorio Geomagnetico a Stazione Mario Zucchelli

Geomagnetic observatory at Mario Zucchelli Station

Prog. OSS-01

Responsabile: Stefania Lepidi, INGV - stefania.lepidi@ingv.it

In Spedizione: Paolo Bagiacchi, INGV - paolo.bagiacchi@ingv.it

L'Osservatorio geomagnetico presso la Stazione Mario Zucchelli, in funzione fin dall'estate australe 1986-87, fornisce una serie di dati ormai continua da anni, di lunghezza sempre crescente e di qualità sempre migliore, che costituisce il vero punto di forza dell'Osservatorio. Durante la Campagna Antartica 2020-2021 sono state svolte tutte le attività necessarie per garantire la continuità dei dati e l'alto standard dell'Osservatorio. In particolare, sono state effettuate con regolarità, tramite il teodolite geomagnetico, le misure assolute manuali, necessarie per calibrare i dati della strumentazione automatica, e sono stati elaborati in maniera preliminare i dati acquisiti per testare il buon funzionamento dell'Osservatorio. Sono stati fatti, inoltre, importanti interventi di aggiornamento e manutenzione della strumentazione e dei sistemi di trasmissione e acquisizione dati. Alla fine della Campagna l'Osservatorio è stato predisposto all'acquisizione automatica dei dati durante il successivo periodo invernale.

The geomagnetic Observatory at Mario Zucchelli Station is working since the 1986-87 austral summer and its long data series, continuous for several years, is really valuable. During the 2020-2021 Antarctic Campaign, all the activities necessary to guarantee the continuity of data and to improve the standard of the Observatory have been carried out. In particular, manual absolute measurements were made by means of a geomagnetic theodolite to calibrate the whole data set from the automatic instrumentation. Moreover, important activities of maintenance, improvement and upgrade of the Observatory instruments, data transmission and acquisition were carried out. At the end of the Campaign, the Observatory was arranged for the automatic data acquisition during the following winter period.



Casetta delle Misure Assolute con particolare del teodolite

Osservatorio Geomagnetico a Concordia

Geomagnetic observatory at Concordia Station, Dome C – Antarctica

Prog. OSS-02

Responsabile: Domenico Di Mauro, INGV - domenico.dimauro@ingv.it

In Spedizione: Paolo Bagiacchi, INGV - paolo.bagiacchi@ingv.it

L'Osservatorio geomagnetico presso la stazione Concordia a Dome C è in funzione fin dall'estate australe 2005, dopo aver superato una lunga fase di test, avuta luogo nel quinquennio precedente. L'Osservatorio fornisce le variazioni del campo magnetico terrestre, garantendo la disponibilità di dati in forma continua e di accresciuta qualità negli anni, a tutta la comunità scientifica che opera nel settore. L'Osservatorio è co-gestito dall'Italia e dalla Francia: per la parte italiana opera l'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e per la Francia l'EOST (Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre). Le osservazioni automatiche del campo magnetico terrestre, affidate ad un set di strumenti che registrano continuamente le variazioni temporali, necessitano di calibrazioni ottenute attraverso alcune speciali misure che devono essere condotte manualmente da operatori sul posto, durante tutto l'anno, con una cadenza tipica di una misura a settimana. I dati sono disponibili per la loro visualizzazione e scarico presso la banca dati mondiale gestita dal consorzio internazionale INTERMAGNET che raccoglie gli Osservatori geomagnetici più prestigiosi (www.intermagnet.org).

The geomagnetic Observatory at the Concordia station Dome C, is in operation since the summer of 2005, after a long test phase which took place in the previous five years. The Observatory provides the recording of the variations of the Earth's magnetic field, guaranteeing the availability of continuous data of increased quality, more and more over the years, towards the whole scientific community operating in related scientific area. The Observatory is managed for the Italian side by the INGV (National Institute of Geophysics and Volcanology) and for France side by EOST (Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre). The automatic observations of the Earth's magnetic field, returned by a set of instruments that continuously record the time variations, require calibrations obtained through some special measurements that must be carried out manually by operators on site, all year round, with a typical frequency of one measure per week. Data are available for plotting and downloading from the data bank managed by the international consortium INTERMAGNET which collects the most prestigious geomagnetic Observatories in the world (www.intermagnet.org).



Impianto elettrico dello shelter Geowaves



Shelter di legno che è stato sepolto nella neve inglobando la vecchia scatola coibentata del sensore. Lo shelter oltre a facilitare il rinvenimento del sensore, evitando scavi con macchinari, garantisce un effetto aria che dovrebbe agire da filtro termico per il sensore.

Osservatorio Geodetico Italiano in Antartide (IGOA)

Italian Geodetic Observatory in Antarctica

Prog. OSS-03

Responsabile: Alessandro Capra, UniMoRe - alessandro.capra@unimore.it

Spedizione: Riccardo Vagni, INGV - riccardo.vagni@ingv.it

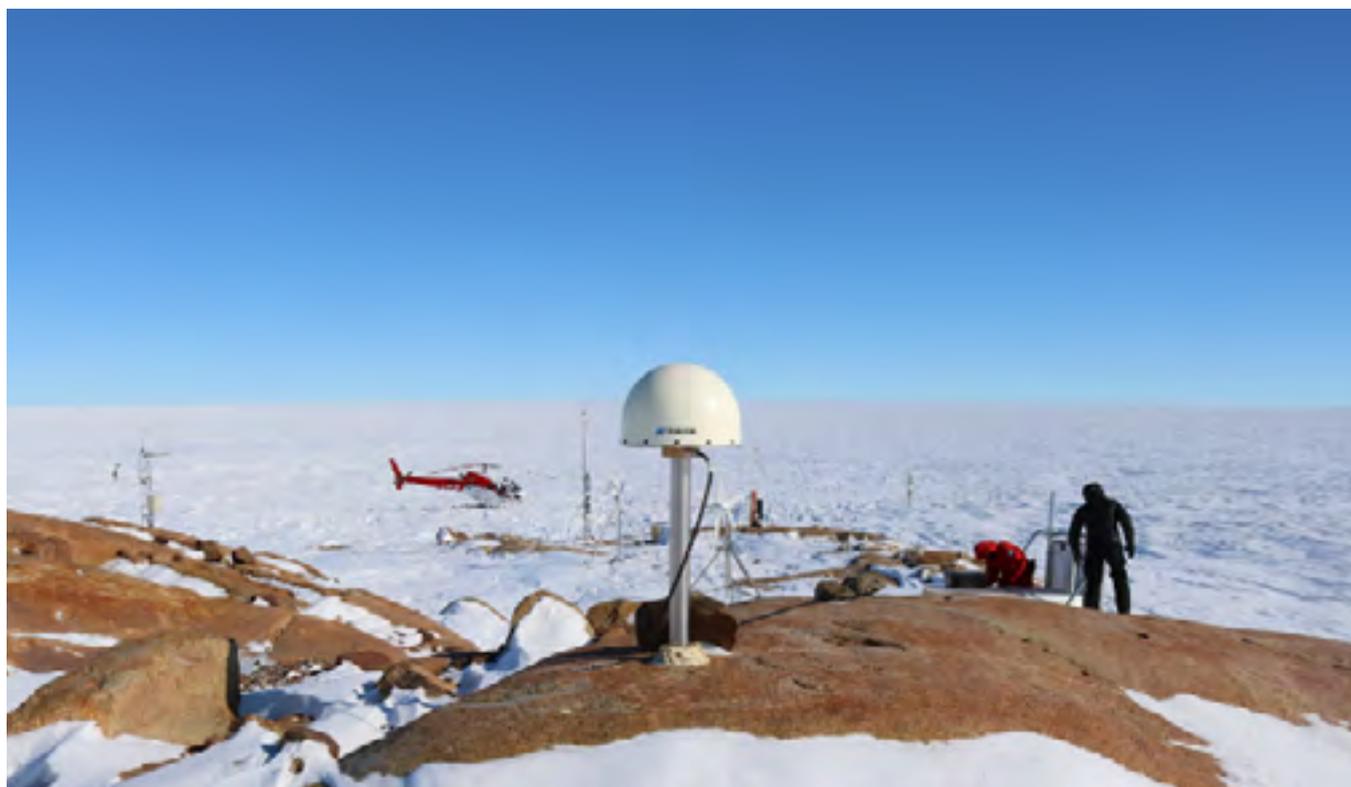
Giuseppe Camporeale, CNR - giuseppe.camporeale@cnr.it

Daniele Visparelli, ENEA - daniele.visparelli@enea.it

Giacomo Bonanno, ENEA - giacomo.bonanno@enea.it

Le attività di IGOA nella XXXVI Spedizione 20/21 sono state forzatamente ridotte a causa della pandemia Covid-19. Non sono state condotte nuove attività e non è stata possibile la presenza in Campagna di un ricercatore dell'Osservatorio Geodetico Italiano, ma grazie alla collaborazione con personale di altri progetti sono state svolte azioni di manutenzione alle stazioni GNSS permanenti e alle stazioni meteorologiche nell'ambito delle collaborazioni con l'Osservatorio Meteorologico (OSS-09). In particolare sono state effettuate alcune attività minimali di manutenzione della stazione permanente TNB1 e la soluzione dei problemi di connessione della stessa TNB1 alla rete della Base, con la riattivazione delle connessioni VPN. E' stata svolta la manutenzione dei ricevitori GNSS presso gli Osservatori Meteorologici di Larsen Glacier e Inexpressible Island.

The activities of IGOA in the XXXVI Expedition 20/21 have been forcibly reduced due to the Covid-19 pandemic. No new activities were carried out and the presence in the Expedition of a researcher from the Italian Geodetic Observatory was not possible, but thanks to the collaboration with staff from other projects, maintenance actions were carried out at the permanent GNSS stations and at the meteorological stations as part of the collaborations with the Meteorological Observatory (OSS-09). In particular, some minimal maintenance activities were carried out on the permanent station TNB1 and the solution of connection problems of the same TNB1 to the base network with the reactivation of the VPN connections. The maintenance of the GNSS receivers was carried out at the Larsen Glacier and Inexpressible Island Meteorological Observatories.



Larsen Glacier - GNSS Meteo station

Osservazioni in alta atmosfera e meteorologia spaziale *Upper Atmosphere Observations and Space Weather*

Prog. OSS-04

Responsabile: Vincenzo Romano, INGV - vincenzo.romano@ingv.it

In Spedizione: Riccardo Vagni, INGV - riccardo.vagni@ingv.it

Le attività dell'Osservatorio di fisica dell'alta atmosfera a MZS, il cui progetto di ricerca è denominato "Osservazioni in alta atmosfera e meteorologia spaziale", riguardano il monitoraggio multiparametrico dell'alta atmosfera ionizzata in Antartide. Tale monitoraggio è rivolto allo studio della dinamica del plasma ionosferico e alle sue relazioni con lo spazio esterno. L'Osservatorio opera in Antartide dal 1990 per mezzo degli strumenti installati nella stazione Mario Zucchelli. Dal 2003, oltre che in Antartide, l'attività prevede osservazioni anche in Artide, alle Isole Svalbard (Norvegia). I dati raccolti finora sono inseriti in un database (<http://www.eswua.ingv.it/>) che è diventato un punto di riferimento per la comunità scientifica di meteorologia spaziale ("Space Weather") che si occupa di previsione e mitigazione dell'impatto ionosferico sui sistemi di navigazione e telecomunicazione. In questo contesto, l'Osservatorio ha favorito l'interazione tra i gruppi di lavoro dello SCAR, che si occupano di Scienze della Terra e Scienze Fisiche, portando alla formazione dell'Expert Group GRAPE (<http://grape.scar.org/>). I dati dell'Osservatorio sono inoltre inseriti tra i prodotti forniti dal Consorzio PECASUS (<http://pecasus.eu>) al servizio di Space Weather per l'ICAO (International Civil Aviation Organization). Il mantenimento e lo sviluppo di questo Osservatorio è cruciale per consentire il proseguimento delle attività di supporto alla comunità scientifica e operativa di meteorologia spaziale e per un avanzamento della comprensione dei processi fisici interessati.

The permanent Observatory of upper atmosphere physics at MZS, whose related research project is titled "Upper atmosphere observations and Space Weather", deals with the multi-instrumental monitoring of the ionized atmosphere in Antarctica. Such monitoring is addressed to the study of the ionospheric plasma dynamics and its related interaction with the outer space. The existing Observatory is operating in Antarctica since 1990 by means of instrumentation installed at Mario Zucchelli station. Since 2003 the Observatory runs also Arctic observations at Svalbard islands (Norway). The data collected so far have been made available in near real time through a dedicated data management system (<http://www.eswua.ingv.it/>) that nowadays is considered as a reference for the Space Weather community dealing with the forecasting and the mitigation of the impact of the ionospheric perturbations on the navigation and telecommunication systems. In this frame, the Observatory supported the interaction between the SCAR groups of Geosciences and Physical Sciences resulted in the GRAPE Expert Group (<http://grape.scar.org/>). Data produced by the Observatory are included to the Space Weather service provided by PECASUS Consortium (<http://pecasus.eu>) to ICAO (International Civil Aviation Organization). Developing and maintaining the ionospheric Observatory is crucial to continue the support to the space weather international actions and to the fundamental advance of the current understanding of physical processes involved.



Il laboratorio Ionosferico dell' INGV presso l'area di OASI. Sul tetto della struttura è visibile l'antenna GNSS asservita alla misura delle scintillazioni e TEC ionosferico della stazione ISACCO-BTN0P

Monitoraggio Bipolare del TEC e delle Scintillazioni Ionosferiche "Bipolar Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring"

Prog. OSS-05

Responsabile: Giugiana De Franceschi, INGV - giugiana.defranceschi@ingv.it

In Spedizione: Alberto Salvati, CNR - alberto.salvati@cnr.it

L'Osservatorio di fisica dell'alta atmosfera di Concordia è dedicato allo studio dell'origine e dell'evoluzione spazio/temporale delle irregolarità ionosferiche. In particolare, l'aggiornamento dell'Osservatorio include la possibilità di stimare la dinamica del plasma ionosferico e la sua velocità orizzontale mediante una rete di ricevitori GNSS (GPS, GLONASS, Galileo). Tale misura, combinata con quelle effettuate dall'Osservatorio geomagnetico e dal radar SuperDARN di Concordia, fornisce un quadro di informazioni complementari utili a ricostruire l'accoppiamento ionosfera-magnetosfera, in particolare durante condizioni perturbate dello spazio esterno. Parallelamente al significativo avanzamento scientifico, l'Osservatorio contribuisce allo sviluppo di servizi di meteorologia spaziale (Space Weather) in grado di fornire: 1) il monitoraggio continuo in tempo (quasi) reale delle irregolarità ionosferiche che causano la corruzione dei segnali GNSS; 2) sistemi di allerta per il conseguente malfunzionamento dei sistemi di comunicazione e posizionamento; 3) gli input necessari allo sviluppo di tecniche di mitigazione dell'errore dovuto alle irregolarità ionosferiche. Le attività del progetto sono incluse nell'Expert Group GRAPE (<http://grape.scar.org/>) dello SCAR.

The Upper Atmosphere Physics Observatory at Concordia is operated with the aim of studying the origin and temporal/spatial evolution of the ionospheric irregularities. In particular, the update of the Observatory includes the possibility to investigate the dynamics of the ionospheric plasma by measuring the plasma drift velocity through a network of GNSS receivers (GPS, GLONASS, Galileo). This measure, combined with those carried out by the geomagnetic Observatory and the Concordia SuperDARN radar, provides a set of complementary information useful for the understanding the ionosphere-magnetosphere coupling, particularly under geospatial perturbed conditions. Beside the significant scientific advancement, the Observatory contributes to the development of Space Weather services able to provide: 1) continuous (near) real-time monitoring of ionospheric irregularities that cause GNSS signal corruption; 2) warning systems for the consequent disruption of the signals used in communication and positioning systems; 3) the inputs necessary for the development of error mitigation techniques due to the ionospheric irregularities. Project activities are included in the GRAPE Expert Group (<http://grape.scar.org/>) of the SCAR.



Antenna delle stazioni ISACCO-DMC0 e ISACCO-DMC0P posizionata sul tetto della torre quieta

**Misure accurate dei flussi di radiazione solare ed infrarossa alla superficie
sul Plateau antartico presso la stazione Concordia**
*Accurate surface fluxes measurements of solar and thermal radiation
at the plateau station Concordia (BSRN site)*

Prog. OSS-06

Responsabile: Angelo Lupi, CNR-ISP - angelo.lupi@cnr.it

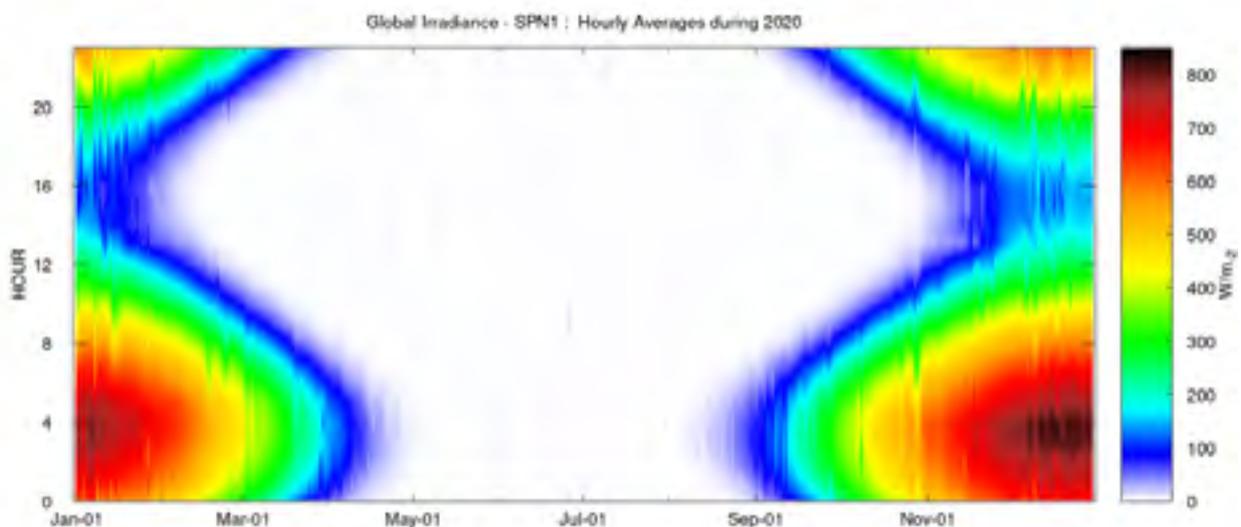
In Spedizione: Meganne Christian CNR-IMM - christian@bo.imm.cnr.it

Il progetto prevede il mantenimento delle misure accurate dei flussi di radiazione solare e infrarossa alla superficie secondo gli standard del Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Le misure sono distribuite su tre piattaforme: in Astroconcordia vengono raccolti i dati di flusso incidente a onda corta e onda lunga (LR0100); in albedo rack e torre NSF vengono raccolti i dati di flussi riflessi a onda corta e onda lunga, emessi dalla superficie nevosa a 3 e 30 metri rispettivamente (LR0300 e LR030).

The research program aims to maintain accurate measurements of surface radiative fluxes following the network Baseline Surface Radiation Network (BSRN) standard's. Measurements are take in three different platforms: in Astroconcordia downwelling fluxes are collected (both shortwave and longwave fluxes, LR0100 in the BSRN code); in Albedo Rack and in the American Tower the upwelling (both shortwave and longwave fluxes, LR0300 and LR0330 in the BSRN code).



Il nuovo sistema "muon detector" installato a dicembre 2020



Rappresentazione bidimensionale dell'irradianza globale misurata dallo SPN1 durante l'intero anno 2020

Osservatorio Sismologico a MZS *Seismological Observatory at Mario Zucchelli Station*

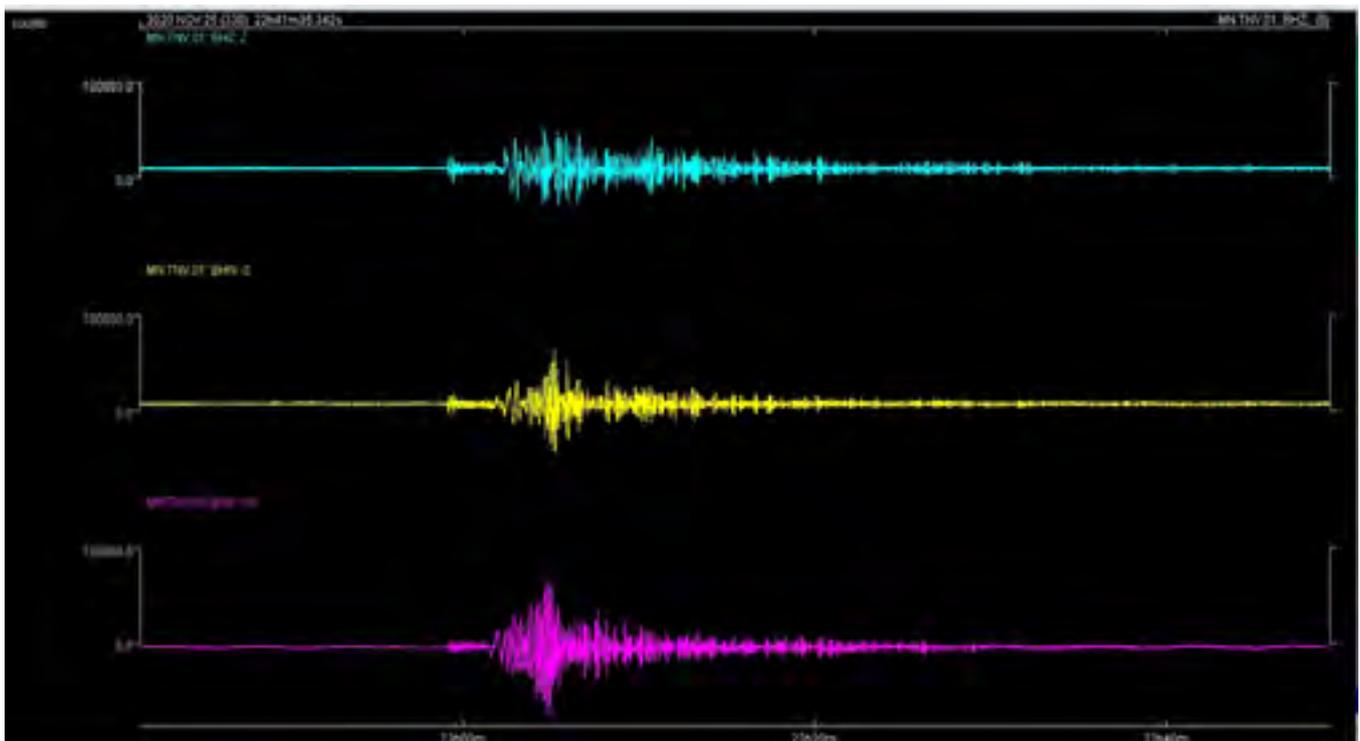
Prog. OSS-07

Responsabile: Alberto Delladio, INGV - alberto.delladio@ingv.it

In Spedizione: Riccardo Vagni, INGV - riccardo.vagni@ingv.it

L'Osservatorio Sismologico a larga banda della Stazione MZS è in attività dal 1989, in forma continua, automatica e non custodita. Dal 2003 è operativa anche una stazione remota ubicata a Starr Nunatak, nei pressi del Ghiacciaio David, circa 200 Km a S di MZS. Il principale obiettivo è quello di acquisire con continuità le serie storiche temporali di dati sismologici registrati dall'Osservatorio. A tal fine, è necessario effettuare ogni anno regolari operazioni di manutenzione e di aggiornamento della strumentazione. E' inoltre di interesse continuare la sperimentazione in atto con la stazione remota di Starr Nunatak, molto importante per la detezione di eventi sismici locali, distinguendoli da quelli causati da fratture nel ghiacciaio (icequake). Le principali attività vertono sulla gestione ordinaria e sull'aggiornamento HW/SW della strumentazione e sul miglioramento delle procedure di connettività dall'Italia, per controllo del funzionamento della strumentazione e acquisizione dati in tempo reale. In Italia, i dati registrati ogni anno vengono validati in forma definitiva, e inseriti nel portale EIDA (European Integrated Data Archive) per renderli disponibili alla comunità sismologica internazionale.

The Very_Broad_Band Seismological Observatory at Mario Zucchelli Station is working since 1989, in a continuous and unmanned way, all year round. Since 2003, a remote outdoor seismic station is running at Starr Nunatak, near the David Glacier, 200 Km S of MZS, as well. The main goal is to warrant the acquisition continuity of the VBB seismological data recorded by TNV station. In order to do that, every year regular equipment maintenance and upgrade operations are carried out. In addition, it is of great interest to maintain the experiment of the remote station running at Starr Nunatak, very important to investigate and distinguish local seismic events from those (icequakes) generated by ice breaks in the glacier. Main activities are mostly oriented to the ordinary on-site equipment management, and to the improvement of the connectivity procedures from Italy, for the state-of-health equipment monitoring, and for the real time data recording, as well. In Italy, data recorded every year are validated in a final way, and uploaded to the EIDA portal (European Integrated Data Archive), in order to make them available for all the international seismological community.



Sismogramma registrato dall'Osservatorio Sismologico TNV-MZS (Balleny I. Region, UTC=2020-11-25, 22:56:06 Mwp=6.0)

Osservatorio meteo-climatologico a MZS e nella Terra Vittoria *Meteo-climatological Observatory at MZS and in the Victoria Land*

Prog. OSS-09

Responsabile: Paolo Grigioni, ENEA - paolo.grigioni@enea.it

In Spedizione: Giuseppe Camporeale, CNR - giuseppe.camporeale@cnr.it

Daniele Visparelli, ENEA - daniele.visparelli@enea.it

Stefano Dolci, ENEA - stefano.dolci@enea.it (supporto)

Scopo principale dell'Osservatorio è contribuire al monitoraggio dei cambiamenti climatici globali collaborando e integrando le misure svolte con le analoghe attività degli altri Paesi operanti sul territorio. La rete di monitoraggio dell'Osservatorio comprende 16 stazioni meteorologiche automatiche funzionanti tutto l'anno, posizionate nell'area che si estende dalla Base costiera "Mario Zucchelli" (MZS, 74°41'S, 164°05'E) sia verso la Base Italo-francese "Concordia" (DC, 75°S, 123°E) che in direzione della Base francese "Dumont d'Urville" (DdU, 66°40'S 140°01'E); una stazione di radiosondaggio attiva a MZS (solo durante l'estate australe) e alcuni sensori ottici per lo studio del profilo atmosferico. Nel corso degli anni l'Osservatorio ha implementato il monitoraggio dei parametri meteorologici standard, al suolo e in quota, con alcune misure di accumulo trasporto e precipitazione della neve in particolari località d'interesse scientifico. L'Osservatorio acquisisce dati relativi all'atmosfera e alla sua interazione con la criosfera e li dissemina attraverso il sito web "<http://www.climantartide.it>". Inoltre supporta, quando necessario, il Servizio di Meteorologia Operativa dell'Unità Tecnica Antartide (UTA) dell'ENEA. Durante la XXXVI Campagna italiana in Antartide, oltre alla manutenzione ordinaria di tutte le stazioni presenti all'interno del network dell'Osservatorio sono state effettuate operazioni straordinarie presso le stazioni Alessandra (Cape King) e Sveva (Monte Melbourne). Sono proseguiti i lanci di radiosonde giornalieri (00:00 e 12:00 UTC) per la caratterizzazione del profilo atmosferico. Sono stati mantenuti il Celiometro Vaisala CL51, la camera per la copertura nuvolosa, il disdrometro ottico Thies Clima, il Micro Rain Radar e lasciati in acquisizione invernale. Infine, presso gli stessi laboratori, come lo scorso anno, è stato installato per il periodo novembre 2020-gennaio 2021 un pluviometro a pesata MPS TRwS con la relativa protezione antivento per la misura diretta del quantitativo di precipitazione nevosa.

The Observatory main purpose is to contribute to the monitoring of global climate change by working in co-operation with other Countries operating in the area. The Observatory network includes 16 automatic weather stations operating all year round, located in the area extending from the "Mario Zucchelli" coastal base (MZS, 74°41'S, 164°05'E) towards both the Italian-French base "Concordia" (DC, 75°S, 123°E) and in the direction of the French base "Dumont d'Urville" (DdU, 66°40'S, 140°01'E); one radiosounding station active at MZS only during summer and various optical sensors for the study of the atmospheric profile. Over the years, the Observatory has implemented monitoring of standard meteorological parameters, at ground level and at altitude, with some other measurements of accumulation, transport and precipitation of snow in particular places of scientific interest. The Observatory acquires data relating to the atmosphere and its interaction with the cryosphere and disseminates them through the website "<http://www.climantartide.it>". It also supports, when necessary, the Operational Meteorology Service of the Antarctic Technical Unit (UTA) of ENEA. During the XXXVI Italian Antarctica Campaign, two AWS, Alessandra (Cape King) and Sveva (Monte Melbourne), needed extraordinary maintenance operations. Daily radiosoundings were routinely launched (00:00 and 12:00 UTC) for the characterization of the atmospheric profile. At OASI laboratories a laser rain gauge, an all sky camera, a Micro-Rain-Radar and the ceilometer Vaisala CL51 were maintained and left working during winter season. Lastly, at the same laboratories, as last year, an MPS TRwS weighting snow gauge was installed for the period November 2020-January 2021 with the relative wind protection for the direct measurement of the amount of snowfall.



L'AWS Sveva sul Monte Melbourne come è stata trovata a inizio Campagna

Osservatorio Meteo-Climatologico Antartico a Concordia *Italian Antarctic Meteo-Climatological Observatory at Concordia*

Prog. OSS-10

Responsabile: Paolo Grigioni, ENEA - paolo.grigioni@enea.it
In Spedizione: Giuseppe Camporeale, CNR - giuseppe.camporeale@cnr.it
Meganne Christian, CNR - christian@bo.imm.cnr.it
Alberto Salvati, WinterOver 16, CNR - alberto.salvati@cnr.it

L'Osservatorio Meteo-Climatologico Antartico a Concordia è un progetto di ricerca su lungo periodo, gestito da personale ENEA, che ha l'obiettivo di fornire un contributo alla comprensione dei cambiamenti climatici, attraverso lo studio della dinamica atmosferica e delle sue variazioni su differenti scale temporali. A Concordia, una stazione meteorologica automatica è in funzione dal 2005; oltre ai parametri meteorologici alla superficie, l'Osservatorio esegue il monitoraggio delle caratteristiche dell'atmosfera lungo il profilo verticale, eseguendo quotidianamente un radiosondaggio. Recentemente ha installato un celiometro per la misura dell'altezza delle nubi. I dati raccolti vanno a costituire una banca dati di lungo periodo resa disponibile anche per studi scientifici interdisciplinari. L'Osservatorio a Concordia fornisce inoltre supporto alle operazioni logistiche, occupandosi della messa in funzione e della manutenzione della strumentazione meteorologica dedicata all'attività di volo, durante la spedizione scientifica italiana.

The Antarctic Meteo-Climatological Observatory in Concordia is a long-term research project, managed by ENEA staff, which aims to provide a contribution to understanding climate change, through the study of atmospheric dynamics and its variations on different time scales. In Concordia, an automatic weather station has been in operation since 2005; in addition to the meteorological parameters on the surface, the Observatory monitors the characteristics of the atmosphere along the vertical profile, performing a daily radiosounding. Recently a ceilometer has been installed to measure the height of the clouds. The collected data constitute a long-term database made available also for interdisciplinary scientific studies. In Concordia the Observatory also provides support for logistical operations, taking care of the commissioning and maintenance of meteorological instruments dedicated to flight activity during the Italian scientific expedition.



Traliccio dell'esperimento di comparazione T/RH della stazione meteorologica "Concordia"



Il Celiometro CL51 protetto dalla scatola in legno

Rete sismografica antartica a larga banda nella regione del Mare di Scotia e aree limitrofe

Antarctic Seismograph Argentinean Italian Network (ASAIN)

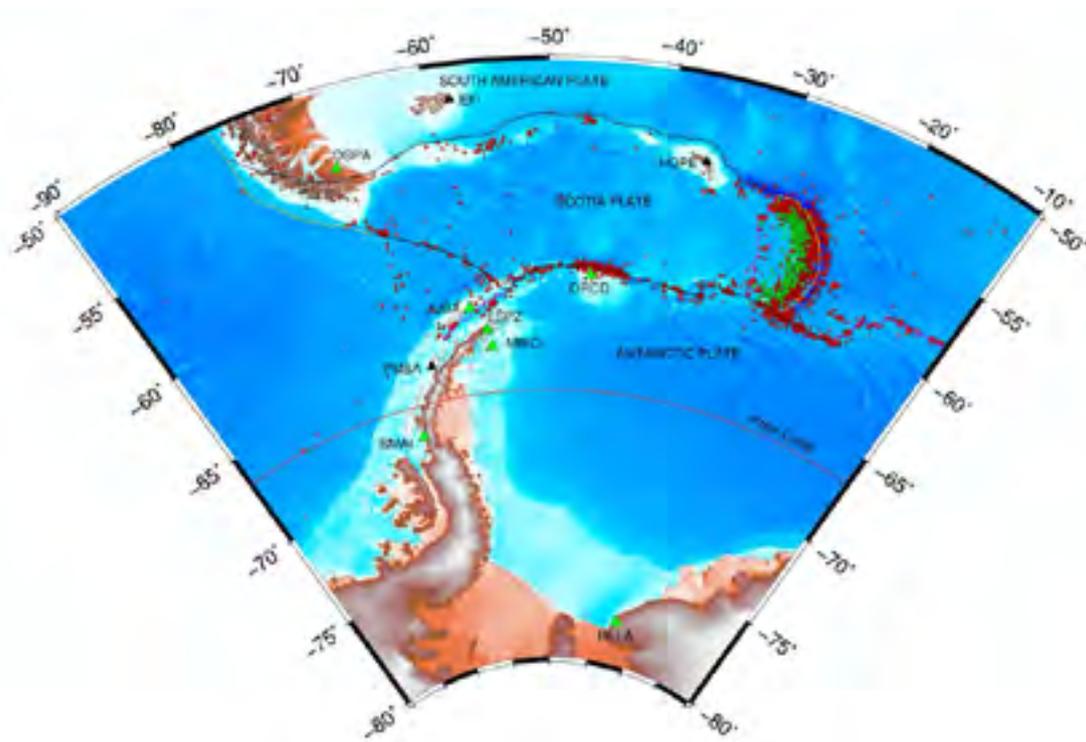
Prog. OSS-11

Responsabile: Milton Percy Plasencia Linares, OGS - mplasencia@inogs.it

In Spedizione: Milton Percy Plasencia Linares, OGS - mplasencia@inogs.it

Diversi programmi nazionali antartici hanno concentrato gli sforzi sullo sviluppo di una rete sismografica regionale per approfondire la comprensione dei processi geodinamici nella regione del Mare di Scotia e della sua evoluzione neotettonica. Il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) e la Dirección Nacional del Antártico (DNA) argentina sostengono la Rete sismografica argentino - italiana in Antartide (ASAIN) fin dai primi anni Novanta. L'ASAIN è costituito da 7 stazioni sismografiche digitali a larga banda installate presso la Base Esperanza (1992), la Base Orcadas (1997), la Base Carlini (2002), la Fattoria Despedida (2002), la Base San Martin (2007), la Base Belgrano II (2009), la Base Marambio (2014). Oltre che per migliorare le mappe sismiche regionali, i sismogrammi ASAIN vengono utilizzati per ricavare modelli regionali di velocità delle onde S, i quali forniscono parametri di input per indagare il meccanismo focale dei principali terremoti regionali attraverso metodi di inversione della forma d'onda. Questo a sua volta contribuirà agli studi delle sorgenti sismiche che aiutano nella determinazione dei confini e dei processi interni delle placche.

Several national Antarctic programs have concentrated efforts on developing a regional seismographic network to further our understanding of geodynamic processes in the Scotia Sea region and its neotectonics evolution. The Italian Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) and the Argentinean Dirección Nacional del Antártico (DNA) support the Argentinean-Italian Seismograph Network in Antarctica (ASAIN) since the early nineties. The ASAIN consist of 7 digital broad-band seismographic stations installed at Esperanza Base (1992), Orcadas Base (1997), Carlini Base (2002), Despedida Farm (2002), San Martin Base (2007), Belgrano II base (2009), Marambio Base (2014). Besides enhancing regional seismicity maps, ASAIN seismograms have been used to derive regional S-wave velocity models, these models provide input parameters for investigating focal mechanism of major regional earthquakes through waveform inversion methods. This will in turn contribute to seismic source studies which help to determine plate boundaries and intra-plate processes.



Mapa della rete ASAIN, i triangoli verdi rappresentano le stazioni ASAIN, triangoli neri stazioni appartenenti alla rete mondiale. Circoli rossi rappresentano la sismicità superficiale (fino a 60 km di profondità) e in circoli verdi sismicità intermedia (> 60 e <300 km)

Osservatorio Lidar a Dome C *Lidar Observatory at Dome C*

Prog. OSS-12

Responsabile: Marcel Snels, CNR-ISAC - m.snels@isac.cnr.it

In Spedizione: Meganne Christian, CNR - christian@bo.imm.cnr.it

Rodolfo Canestrari, INAF - rodolfo.canestrari@brera.inaf.it

L'Osservatorio Lidar a Concordia, Dome C, è attivo dal 2014 e consiste di un Lidar stratosferico, in precedenza operativo a McMurdo (dal 1991 al 2010). Il Lidar invia dei impulsi laser molto brevi (con una durata di circa 5-10 nanosecondi) in atmosfera, fino a quote di 40 km per sondare la presenza di nubi stratosferiche polari (PSC). Queste nubi si formano tipicamente a quote tra 12 e 26 km, quando l'aria è sufficientemente fredda per permettere la condensazione di vapore acqueo, acido nitrico e acido solforico su nuclei di condensazione presenti nell'atmosfera. Questo avviene a temperature inferiori a meno 78 gradi Celsius e perciò principalmente nelle zone polari durante l'inverno e la primavera. Il lidar è dotato di un telescopio che funge come un ricevitore della luce riflessa dalle nubi. Il ricevitore è in grado di misurare il tempo che occorre tra l'invio di un impulso laser e la ricezione del riflesso prodotto dalla nube. In questo modo, data la velocità della luce, si può determinare l'altezza alla quale si trova la nube. Inoltre, il ricevitore misura la polarizzazione della luce riflessa e così può anche ottenere informazioni sullo stato fisico delle particelle della nube. Con una analisi approfondita si può ottenere una classificazione chimico/fisica delle particelle.

The Lidar Observatory in Concordia, Dome C, has been in operation since 2014 and consists of a stratospheric Lidar, previously operational at McMurdo (1991 to 2010). The Lidar sends very short laser pulses (with a duration of about 5-10 nanoseconds) into the atmosphere, up to altitudes of 40 km to probe for the presence of polar stratospheric clouds (PSC). These clouds form between 12 and 26 km, when the air is cold enough to allow the condensation of water vapor, nitric acid and sulfuric acid on condensation nuclei present in the atmosphere. This occurs at a temperature below 78 degrees Celsius and therefore mainly in the polar regions during winter and spring. The Lidar is equipped with a telescope that acts as a receiver of the light reflected by the clouds. The receiver is able to measure the time it takes between sending a laser pulse and receiving the reflection produced by the cloud. In this way, given the speed of light, the height at which the cloud is located can be determined. Furthermore, the receiver measures the polarization of the reflected light and thus can also obtain information on the physical state of the cloud particles. With an in-depth analysis, a chemical / physical classification of the particles can be obtained.



Lo shelter di Fisica, dove si trova il Lidar

Marine Observatory of the Ross Sea (MORSEa)

The Marine Observatory of the Ross Sea

Prog. OSS-13

Responsabile: Pierpaolo Falco, Università di Napoli Parthenope - pierpaolo.falco@uniparthenope.it

In Spedizione: Pierpaolo Falco, Università Parthenope - pierpaolo.falco@uniparthenope.it

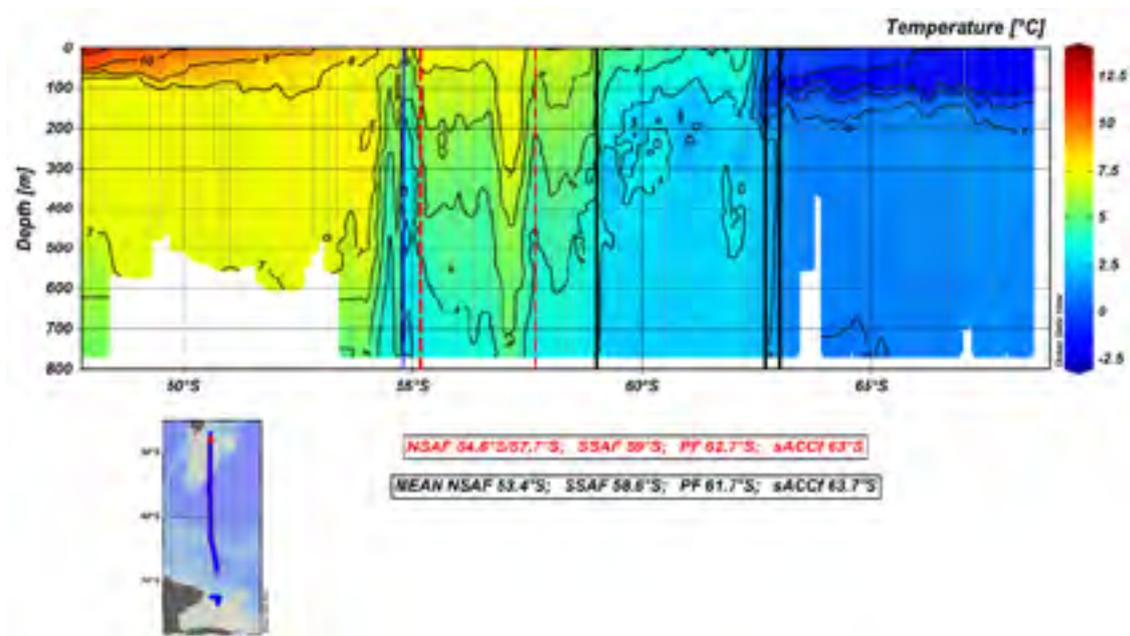
Pasquale Castagno, Università Parthenope - pasquale.castagno@uniparthenope.it

Yuri Cotroneo, Università Parthenope - yuri.cotroneo@uniparthenope.it

Giovanni Zambardino, Università Parthenope - giovanni.zambardino@uniparthenope.it

L'Osservatorio marino del mare di Ross nasce con lo scopo di costruire lunghe serie temporali dei principali parametri oceanografici. Le misure si ottengono mediante strumenti che acquisiscono nel tempo osservazioni a profondità prestabilite. Gli strumenti sono alloggiati lungo cavi che a loro volta sono ancorati al fondo tramite una zavorra e pertanto rimangono in posizione fino a quando non si procede al recupero. Le serie temporali di dati acquisite permettono di descrivere come temperatura e salinità, in primis, possano variare nel tempo e come queste variazioni possano influenzare le masse d'acqua che si formano sulla piattaforma continentale del mare Ross. Queste masse d'acqua sono molto importanti in quanto contribuiscono in modo significativo alla circolazione termoalina globale con effetti che hanno impatto sul clima del nostro pianeta. La possibilità di ottenere misure su un periodo così lungo è garantita solo da una costante manutenzione che deve essere condotta al fine di avere la strumentazione nelle condizioni ottimali di funzionamento. Durante la XXXVI Spedizione, personale tecnico e scientifico è stato a bordo della N/R Laura Bassi per compiere le manutenzioni dei componenti dell'Osservatorio. La strumentazione recuperata è stata preparata per il nuovo ciclo di misure e quindi rilasciata nuovamente in mare.

The Marine Observatory of the Ross Sea was created with the aim of constructing long time series of the main oceanographic parameters. Measurements are obtained by instruments that collect observations at determined depths over time. The instruments are housed along cables which are anchored to the sea bottom by a ballast and therefore remain in position until recovery is carried out. Time series allow to describe how temperature and salinity mainly vary in times and how these variations can influence the water masses which form onto the Ross Sea continental shelf. These water masses are very important as they contribute significantly to the global thermohaline circulation with effects that eventually impact the climate of our planet. The possibility of obtaining measures over such a long period is ensured only by constant maintenance which must be carried out in order to have the instrumentation in the optimum operating conditions. During the 36th Expedition, technical and scientific personnel was on board of the Research Vessel Laura Bassi to carry out the maintenance of the Observatory's components. The equipment recovered was prepared for the new cycle of measures and then released again at sea.



SuperDARN Radar ionosferici HF DCE e DCN a Concordia *SuperDARN HF DCE and DCN ionospheric radars at Concordia*

Prog. OSS-14

Responsabile: Stefano Massetti, INAF-IAPS, stefano.massetti@inaf.it

In Spedizione: personale condiviso

Alberto Salvati, WinterOver 16, CNR - alberto.salvati@cnr.it

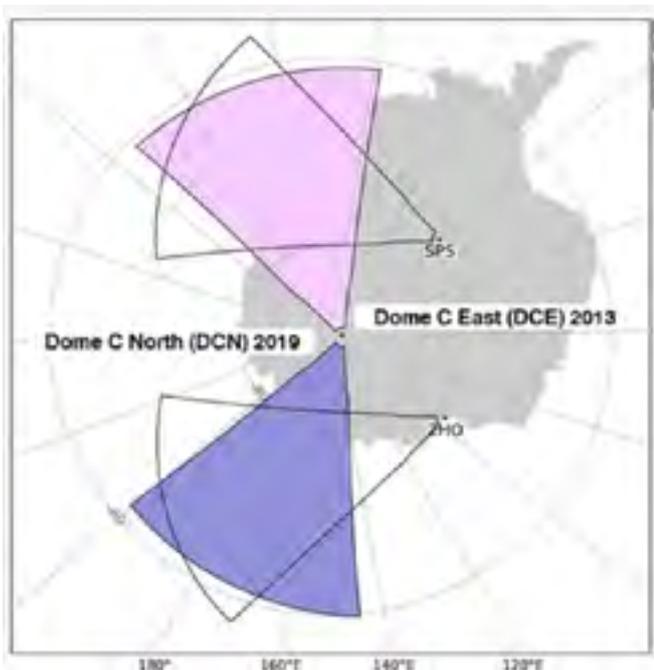
Rodolfo Canestrari, INAF - rodolfo.canestrari@brera.inaf.it

Laura Caiazzo, INFN – Sez. Firenze - laura.caiazzo@unifi.it

Meganne Christian, CNR - christian@bo.imm.cnr.it

I radar ionosferici SuperDARN formano una rete internazionale dedicata allo studio del sistema ionosfera-magnetosfera, nell'ambito della fisica del plasma e delle relazioni Sole - Terra (Space Weather). I radar sono localizzati nella zona aurorale e subaurorale in entrambi gli emisferi. La copertura, già pressoché totale nell'emisfero settentrionale, è stata completata nell'emisfero meridionale grazie all'installazione presso la base italo-francese di Concordia dei radar SuperDARN Dome C East (DCE) nel 2013 e Dome C North (DCN) nel 2019, che costituiscono l'Osservatorio di climatologia spaziale. I dati dei radar vengono distribuiti giornalmente alla comunità scientifica internazionale (attraverso il SuperDarn data mirror del British Antarctic Survey). Il raggiungimento degli obiettivi scientifici dell'Osservatorio beneficia grandemente delle sinergie con l'Osservatorio di alta atmosfera e l'Osservatorio geomagnetico

SuperDARN is an international network of HF ionospheric radars dedicated to the study of the magnetosphere-ionosphere system, in the framework of plasma physics and Sun - Earth relations (Space Weather). SuperDARN radars are located in the auroral and sub-auroral regions of both hemispheres. The coverage, almost complete in the Northern Hemisphere, was completed in the Southern Hemisphere high latitudes following the installation of Dome C East (DCE), in 2013, and Dome C North (DCN) in 2019, SuperDARN radars at the French-Italian Concordia station. Radar data are daily provided to the international research community (via the SuperDARN data mirror of the British Antarctic Survey)



Campi di vista dei radar DCE e DCN in Adjusted Corrected Geomagnetic Coordinates. Sono riportati anche i campi di vista (FoV) del radar americano di South Pole (SPS) e del radar cinese di Zhong Shang (ZHO). La sovrapposizione dei FoV permette di calcolare il vettore velocità della convezione ionosferica



Attività di manutenzione delle antenne tramite nacelle

PROGETTI A MZS

ICE-VOLC: Esperimenti multiparametrici su Vulcani Antartici

ICE-VOLC: multiparametric Experiment at antarctica VOLCanoes: data from volcano and cryosphere-ocean-atmosphere dynamic

Prog. 2015/AZ2.01

Responsabile: Andrea Cannata, UniCT - andrea.cannata@unict.it

In Spedizione: Riccardo Vagni - riccardo.vagni@ingv.it

Eruzioni recenti da vulcani siti in zone remote (come l'eruzione del vulcano islandese Eyjafjallajokull del 2010) hanno mostrato come anche vulcani remoti e sconosciuti possano minacciare popolazioni grandi e distanti. Nell'ambito del progetto ICE-VOLC (www.icevolc-project.com), sono stati condotti studi multiparametrici sui vulcani Melbourne e Rittmann. Il primo, sito a circa 40 km dalla base italiana MZS, ha generato l'ultima eruzione in un periodo tra il 1862 e il 1922, e mostra oggi attività fumarolica. Il vulcano Rittmann, scoperto durante la IV Spedizione italiana in Antartide e sito a circa 140 km dalla base MZS, mostra anch'esso attività fumarolica. La nostra conoscenza su entrambi i vulcani è davvero limitata. Le ricerche svolte in ICE-VOLC, che hanno integrato i risultati di diverse discipline quali geochimica delle rocce, geochimica dei gas e sismologia, hanno lo scopo di ricostruire la storia eruttiva dei vulcani e di caratterizzare il loro stato attuale.

Records of eruptions from remote volcanoes (such as the 2010 eruption from the Icelandic volcano Eyjafjallajokull, resulting in the largest air-traffic shut-down since World War II) have strongly reminded that even the farthest and least known volcanoes can pose significant hazards to large and distant communities. In the framework of the ICE-VOLC project (www.icevolc-project.com), multiparametric investigations on Rittmann and Melbourne volcanoes have been performed since 2016. Mt. Melbourne, placed at a distance of ~40 km from the Italian MZS, is a large quiescent stratovolcano, whose last eruption probably took place between 1862 and 1922. Melbourne is currently characterized by fumarolic activity. Mt. Rittmann was discovered during the IV Italian Expedition in 1988/89 at ~140 km far from MZS, and shows today fumarolic activity. Our knowledge on both these volcanoes is very limited. The ICE-VOLC investigations, collecting data from different disciplines such as petrology, gas geochemistry and seismology, aim to reconstruct the volcanic histories of the volcanoes, as well as to characterise their actual states.



Stazione sismo-acustica permanente installata sul vulcano Rittmann

Evoluzione spazio-temporale (intra- e inter-annuale) della composizione chimica dell'aerosol nella Terra Vittoria (Antartide) in relazione a processi di trasporto locali e da aree remote

Space-time evolution (intra- and inter-annual) of the chemical composition of the aerosol in Victoria Land (Antarctica) in relation to local transport processes and from remote areas

Prog. 2015/AZ3.01

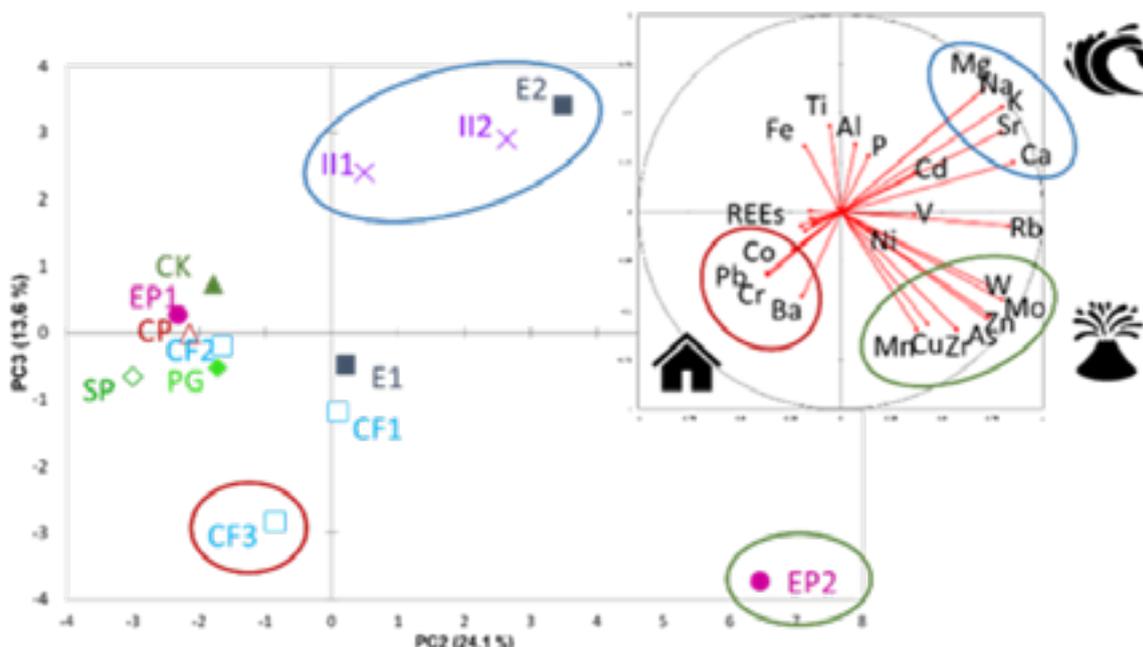
Responsabile: Silvia Illuminati, Università Politecnica delle Marche - s.illuminati@univpm.it

In Spedizione: Giuseppe Camporeale, CNR - giuseppe.camporeale@cnr.it

Daniele Visparelli, ENEA - daniele.visparelli@enea.it

Le deposizioni atmosferiche (deposizioni secche di particelle, umide di neve e cristalli di ghiaccio, occulte da nebbie e foschie) costituiscono il principale processo attraverso cui gli inquinanti atmosferici vengono rimossi e trasferiti negli ecosistemi terrestri e acquatici. L'obiettivo principale del progetto è quello di avviare un'indagine a lungo termine (intra e inter-annuale) al fine di studiare la composizione chimica, l'evoluzione spazio-temporale e le principali sorgenti che contribuiscono alla distribuzione delle deposizioni atmosferiche degli elementi in tracce e dei costituenti maggiori nella Terra Vittoria. La XXXVI Spedizione antartica ha rappresentato la Campagna conclusiva del progetto e ha previsto il recupero dei campionatori passivi installati presso le stazioni dell'Osservatorio Meteo-climatologico per il campionamento invernale. Questo consentirà di ottenere informazioni sulla variazione spaziale e temporale dei flussi deposizionali dei contaminanti e sulle sorgenti emissive a brevi e lunghe distanze.

Atmospheric depositions (typically, dry depositions of particles, wet depositions with snow or ice crystals, occult depositions by fog and mist) are the most important processes through which atmospheric pollutants are removed and transferred to terrestrial and aquatic ecosystems. The main objective of the project is the launch of a long-term (intra- and inter-annual) research to study the chemical composition, the spatial-temporal evolution and the sources contributing to the distribution of the trace elements and major constituents atmospheric depositions in the Victoria Land. The XXXVI Antarctic Expedition was the final Campaign of the project and included the recovery of passive collectors placed on the weather stations of the Meteo-climatological Observatory for winter sampling. This will provide valuable information on the spatial and temporal variation of the depositional fluxes and on the sources of pollutants transported at long and short distances.



Analisi delle Componenti Principali applicata al set di dati delle campagne 2017-2018 e 2019-2020

APP – Studio delle proprietà delle precipitazioni antartiche da strumenti installati al suolo

APP - Antarctic Precipitation Properties

Prog. 2015/AZ3.02

Responsabile: Luca Baldini, ISAC-CNR - l.baldini@isac.cnr.it

In Spedizione: Alessandro Bracci, Università di Bologna – ISAC CNR - alessandro.bracci5@unibo.it

Lo scopo principale del progetto APP è lo studio a lungo termine, tramite l'utilizzo di strumenti specifici, della precipitazione nevosa presso la costa antartica, fornendo stime quantitative della precipitazione, approfondendo le conoscenze delle caratteristiche microfisiche degli eventi nevosi, evidenziando le variazioni stagionali e studiando le proprietà di scavenging. Con tale obiettivo, si è allestito un Osservatorio per la precipitazione nevosa presso la stazione italiana di Mario Zucchelli, andando a integrare la strumentazione già presente per le misure meteorologiche con un disdrometro laser OTT-Parsivel e con un radar CWMF a puntamento verticale in banda K, Micro Rain Radar (MRR; Metek GmbH). Il disdrometro permette di rilevare alcune delle caratteristiche microfisiche delle idrometeore, come la dimensione, la velocità di caduta, la distribuzione dimensionale (PSD) al livello del suolo, mentre il radar fornisce misure complementari (profili verticali di spettri di potenza ricevuta dai quali è possibile ricavare profili di riflettività, di velocità media Doppler e PSD) che consentono di mettere in evidenza la struttura verticale degli eventi precipitativi. Per lo studio delle proprietà di scavenging dell'aerosol atmosferico da parte della precipitazione nevosa, sono stati installati, durante la Campagna estiva, due contatori ottici di particelle di aerosol: un LOAC (Light Optical Aerosol Counter; MeteoModem) e un sensore OPC low-cost, OPC-N2 (Alphasense Ltd.). Quest'ultimo è inserito in una suite di sensori chiamata ABBA (Arduino Board Based Air quality monitoring system) ideata e assemblata dal personale della XXXVI Spedizione. La conoscenza delle caratteristiche e delle proprietà microfisiche della precipitazione nevosa al livello del suolo è fondamentale sia per misurare accuratamente l'accumulo di precipitazione, sia per ottimizzare gli algoritmi che stimano la precipitazione e le proprietà di scavenging a scala globale, utilizzando misure da sensori posti su piattaforma satellitare. Il set della strumentazione è stato operativo durante la XXXVI Spedizione antartica. L'uso sinergico dei dati misurati dagli strumenti ha permesso di individuare gli eventi precipitativi nell'estate antartica 2020-2021, di calcolarne il valore cumulato in termini di liquido equivalente, di caratterizzare dal punto di vista microfisico le idrometeore solide, suddividendole in "aggregate" o "pristine" e di calcolare i coefficienti di scavenging della precipitazione nevosa.

The APP project's main purpose is to investigate snowfall over the Antarctic coast, providing quantitative estimates of precipitation, deepening the knowledge of the microphysical characteristics of snow events and their seasonal variability, and studying the below-cloud aerosol scavenging by solid precipitation. To this purpose, a ground-based Observatory for precipitation observation has been set up at the Italian Antarctic station Mario Zucchelli, integrating the instrumentation already present for weather and climate measurements, an OTT-Parsivel laser disdrometer, and a Metek GmbH Micro Rain Radar. The disdrometer can detect the hydrometeors' microphysical features, such as size, falling speed, and particle size distribution (PSD) at ground level. Simultaneously, the radar provides complementary measurements, such as profiles of received power spectra from which profiles of reflectivity, Doppler mean velocity and PSD can be obtained to highlight the vertical structure of precipitation. In order to investigate the removal mechanisms from the atmosphere of aerosol particles driven by solid hydrometeors, in this summer Antarctic Expedition, two OPC's (Optical Particle Counter) were installed: one LOAC (Light Optical Aerosol Counter; MeteoModem) and a low-cost sensor OPC-N2 (Alphasense Ltd.). The latter was part of a suite of sensors called ABBA (Arduino Board Based Air quality monitoring system) that was designed and built by the Expedition staff. The knowledge of the microphysical properties of snowfall is fundamental to accurately measure the accumulated precipitation at the ground-level, optimize the algorithms that estimate large-scale precipitation by using satellite data, and study aerosol scavenging processes. Disdrometer, radar, and OPCs were operational during the XXXVI Antarctic Expedition. Combining their data allowed us to identify the snowfall events in the Antarctic summer 2020-2021, to estimate the cumulative value (in liquid-equivalent) of snowfall, to attain a microphysical characterization of precipitation subdividing the events by the predominant types of particles, and to calculate the scavenging coefficients.

I due OPC, ABBA (sx) e LOAC (dx), installati presso il tetto del container "Eliosismo"



**Rete magnetometrica temporanea per
il monitoraggio longitudinale e latitudinale in Antartide**
*Temporary magnetometer network
for longitudinal and latitudinal monitoring in Antarctica*

Prog. 2016-AZ2.06

Responsabile: Lucia Santarelli, INGV - lucia.santarelli@ingv.it

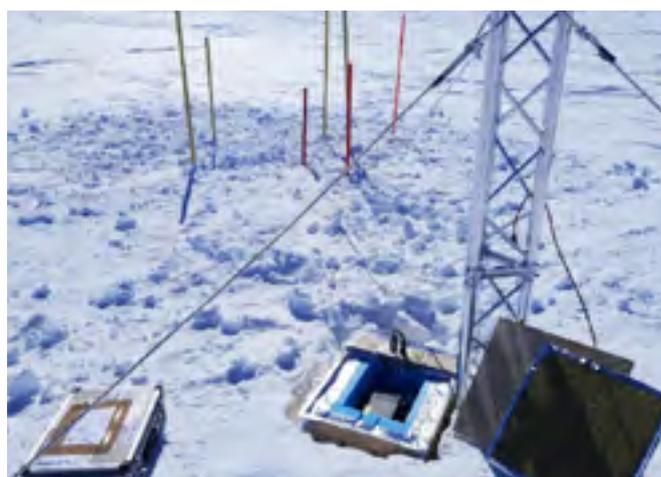
In Spedizione: Paolo Bagiacchi, INGV - paolo.bagiacchi@ingv.it

Il progetto si prefigge come scopo la realizzazione e l'installazione di due nuove stazioni magnetiche remote sul Plateau antartico. I siti scelti per il monitoraggio longitudinale e latitudinale del campo magnetico terrestre in Antartide sono quelli di Talos Dome e Mid Point. Talos Dome, con MZS e con la stazione neozelandese Scott Base (SBA), costituisce una rete lungo il parallelo geomagnetico 80°S, interessante per lo studio della propagazione longitudinale. Mid Point si trova tra la cuspidi polare (in prossimità di MZS) e il polo geomagnetico (in prossimità di DMC), ideale per lo studio della propagazione latitudinale dei segnali nella calotta polare. Dal confronto dei dati di queste nuove stazioni con quelli degli Osservatori permanenti e da satellite è possibile studiare un'ampia gamma di fenomeni legati alla dinamica magnetosferica e all'interazione del campo magnetico terrestre con il vento solare

The project aims to create and to install two new remote magnetic stations on the Antarctic Plateau. The chosen sites for the longitudinal and latitudinal monitoring of the Earth's magnetic field in Antarctica are Talos Dome and Mid Point. Talos Dome, with MZS and with the New Zealand station Scott Base (SBA), structured on a network along the 80 °S geomagnetic parallel, interesting for the study of longitudinal propagation. Mid Point is located between the polar cusp (near MZS) and the geomagnetic pole (near DMC), ideal for studying the latitudinal propagation of signals in the polar cap. By comparing the data of these new stations with those of the permanent Observatories and of the satellites, it's possible to study a wide range of data connected to the magnetospheric dynamics and all the interaction of the Earth's magnetic field with the solar wind.



Sistemazione del sensore nell'alloggio



Posizionamento del nuovo sensore Lemi 046

Interazioni tra permafrost ed ecosistemi in Antartide Continentale (IPECA) *Interactions between permafrost and ecosystems in Continental Antarctica*

Prog. 2018-EZ2.02

Responsabile: Emanuele Forte, Università di Trieste - eforte@units.it

In Spedizione: Paolo Bagiacchi, INGV - paolo.bagiacchi@ingv.it

Alessandro Bracci, Università di Bologna – ISAC CNR - alessandro.bracci5@unibo.it

Secondo quanto evidenziato nei programmi internazionali SCAR e Ant-ERA, lo studio del permafrost in ambiente antartico ha un interesse multidisciplinare dato che diversi cambiamenti ecosistemici polari possono essere ricondotti al cambiamento della temperatura del permafrost o alle variazioni di spessore dello strato attivo, entrambi quali effetti del cambiamento climatico. Questo progetto consta di due moduli di ricerca nel primo dei quali si promuove la continuazione di una delle serie più lunghe del monitoraggio del permafrost (iniziata nel 1996) e dei suoi drivers (radiazione solare, copertura nevosa, temperatura del suolo) per poter dimostrare quali relazioni intercorrono tra gli ecosistemi (vegetali e microbiologici) e lo strato attivo (porzione superficiale del permafrost che scongela stagionalmente). Il secondo modulo prevede invece lo studio mediante tecniche geofisiche di situazioni particolari del permafrost in cui sono presenti brine ipersaline. Successivamente, attraverso apposite perforazioni, si prevede l'estrazione dei campioni di brine incluso il microbiota presente di cui si analizzerà la composizione specifica, i ruoli ecosistemici e il metabolismo del microbiota presente in ambienti considerabili come analoghi e modelli di quelli presenti sul pianeta Marte o in altre situazioni extraterrestri. Allo stesso modo, verrà anche studiata la relazione tra superfici topografiche simili a quelle marziane (ovvero suoli poligonali a cunei di ghiaccio), nonché i processi geomorfologici e gli ecosistemi in esso presenti.

International SCAR and Ant-ERA programs point out that the study of Antarctic permafrost has a multidisciplinary interest because different changes of the polar ecosystems can be related to the variation of the temperature of the permafrost and of the active layer thickness, both proxies of the climate change. The project is divided into two research modules: the first focuses on one of the longest permafrost monitoring series (started in 1996) and on its drivers (solar radiation, snow cover, soil temperature) to demonstrate which is the link between the ecosystems (both vegetal and microbiological) and the active layer (i.e. the shallowest part of the permafrost which melts every year). The second topic is the permafrost characterization by geophysical techniques, especially in areas where there are hyper saline brines. Later on, by dedicated boreholes we aim to sample the brines and their microbiota, which will be analyzed in terms of specific composition, ecosystem role and metabolism in environments which are analogues and models of the ones present on Mars and on other extraterrestrial bodies. Similarly, we will also study topographic surfaces and structures similar to the ones on Mars (like polygonal soils and ice wedges) as well as their geomorphologic processes and ecosystems.



Esempio di plot di monitoraggio della vegetazione a Finger Point

PROGETTI A CONCORDIA

OPTAIR – Proprietà ottiche di polveri eoliche in Antartide *OPTAIR – Optical Properties of Airborne Dust in Antarctica*

Prog. 2016-AC2.03

Responsabile: Marco Alberto Carlo Potenza, Università di Milano - marco.potenza@unimi.it
In Spedizione: Laura Caiazzo, INFN – Sez. Firenze - laura.caiazzo@unifi.it

OPTAIR è un progetto multidisciplinare nato per lo studio delle proprietà ottiche di polveri eoliche a Concordia e per determinare su base sperimentale le relazioni tra le proprietà ottiche di particelle sospese in aria e deposte al suolo. A novembre 2018 è stato installato uno strumento permanente, seguito da un altro installato in dicembre 2019, per la misura di singole particelle in aria durante tutto l'anno. Vengono studiate correlazioni con i dati dello strumento LIDAR operativo a Concordia e raccolta la neve, su base regolare, in sinergia con il progetto SIDDARTA in vista della caratterizzazione nei laboratori europei. I dati saranno messi in relazione con i dati presi in aria e con le misure LIDAR. L'impatto del progetto sarà di ottenere su base sperimentale le proprietà ottiche delle polveri in aria e di conseguenza la loro influenza sul clima passato e presente. OPTAIR è basato sull'utilizzo di un nuovo metodo di scattering di luce, detto Single Particle Extinction and Scattering (SPES). Lo strumento è stato progettato e realizzato appositamente per produrre dati utili ai modelli numerici per il calcolo del trasporto della radiazione solare in atmosfera, un problema ancora aperto per quanto riguarda l'effetto delle polveri. Durante la XXXVI Campagna è stata fatta manutenzione ordinaria ed è stata avviata una campagna diagnostica su di un problema al primo strumento installato. L'attività verrà proseguita dal personale invernante, dopo aver ricevuto alcuni componenti dall'Italia a fine Campagna. OPTAIR sta producendo dati sulle proprietà ottiche di polveri eoliche con precisione e accuratezza senza precedenti da novembre 2018. In aggiunta, l'impatto sulle attività e le risorse di Concordia è minimo, rendendolo un buon candidato come strumento permanente.

OPTAIR is a multidisciplinary project aimed at studying the optical properties of airborne particles at Concordia and to assess on an experimental basis the relationships among the optical properties of particles suspended in air and deposited on ground. A permanent instrumentation has been installed in November 2018 for measuring single airborne particles overall the year, followed by a second in December 2019. The deposited snow will be collected on a regular frequency, in collaboration with the SIDDARTA project. Correlations with the data from the permanent LIDAR are under study. The snow will be accurately characterized in European laboratories and put in correlation with data from airborne particles and LIDAR measurements. The impact of the project will be to obtain on an experimental basis the optical properties of airborne dust and to assess the impact on past and present climate. OPTAIR is centred on the use of a novel light scattering method, the Single Particle Extinction and Scattering (SPES). The instrument has been specifically designed and realized to produce data to feed the numerical models describing the radiation transfer through the Earth's atmosphere, an issue still open for what concerns the effects of dust. During the XXXVI Campaign maintenance has been done on the existing instrumentation and preliminary diagnostics for a fault in the former instrument has been started, to be continued by the winterover personnel after delivering some components from Italy. OPTAIR is producing data for the optical properties of Aeolian dust with unprecedented precision and accuracy since November 2018. Moreover, the impact on the Concordia activity and resources is minimum, making it a good candidate for a permanent instrument.



OPTAIR_WM2, in funzione da maggio 2020 presso lo shelter ATMOS

SIDDARTA - Identificazione della fonte della polvere (minerale) per AntaRcTica

SIDDARTA - Source IDentification of (mineral) Dust to AntaRcTica

Prog. 2016-AC2.04

Responsabile: Silvia Nava, Univ. di Firenze e INFN – Sez. Firenze - nava@fi.infn.it

In Spedizione: Laura Caiazza, INFN – Sez. Firenze - laura.caiazza@unifi.it

Il progetto SIDDARTA ha lo scopo di identificare le principali aree di provenienza delle polveri minerali che raggiungono Dome C. Questo è rilevante nello studio delle attuali variazioni di circolazione atmosferica nell'Emisfero Sud come possibile conseguenza delle variazioni climatiche e nel migliorare l'interpretazione dei record che provengono dallo studio delle carote di ghiaccio. Poiché l'accumulo di neve annuo sul Plateau Antartico è molto basso, è difficile identificare un andamento stagionale delle polveri depositate sulla neve. Per tale ragione, questo progetto si propone di caratterizzare il particolato atmosferico, campionando quindi l'aerosol con appositi campionatori installati a Dome C. Data la modesta quantità di particolato presente nel plateau antartico, il campionamento viene effettuato su base mensile. Oltre a questo, il progetto include la raccolta di campioni di neve superficiale (3 campioni ogni mese) e a diverse profondità (fino a 5 m).

SIDDARTA project aims to identify the main areas of origin of the mineral dust that reaches Dome C. This is relevant in the study of the current variations in atmospheric circulation in the Southern Hemisphere as a possible consequence of climatic variations and in improving the interpretation of the records which come from the study of ice cores. Since the annual snow accumulation on the Antarctic Plateau is very low, it is difficult to identify a seasonal pattern of dust deposited on the snow. For this reason, this project aims to characterize the atmosphere particulate matter, thus sampling the aerosol with special samplers installed at Dome C. Given the modest amount of particulate present in the Antarctic plateau, sampling is performed on a monthly basis. In addition, the project includes the collection of surface snow samples (3 samples each month) and snow pit samplings (up to a depth of 5 m).



Raccolta di neve superficiale con Falcon da 50 mL nella "clean area" (a circa 150 m dallo shelter ATMOS)

Bromo e mercurio, cicli e processi di trasporto nel Plateau antartico

Bromine and mercury, transport cycles and processes in the Antarctic Plateau

Prog. 2016/AC2.05

Responsabile: Andrea Spolaor, CNR-ISP - andrea.spolaor@cnr.it
In Spedizione: Laura Caiazzo, INFN – Sez. Firenze - laura.caiazzo@unifi.it

Le reazioni del mercurio in atmosfera possono modificare la sua speciazione e la sua forma chimica rendendolo più solubile, biodisponibile e quindi potenzialmente più pericoloso per l'ecosistema polare. L'obiettivo del progetto è di continuare le misurazioni di Hg in atmosfera e, unitamente alle concentrazioni di Br presenti nel manto nevoso, capire i processi che portano alla deposizione e remissione del mercurio sia a livello stagionale che giornaliera nel plateau Antartico. La chimica del Br è molto attiva in aree costiere, in particolare nelle zone di formazione di ghiaccio marino, dove si ha la maggior produzione di radicali Br, che hanno un ruolo centrale nel regolare la deposizione del Hg. Il progetto si pone lo scopo di comprendere come i processi di trasporto di masse d'aria verso l'interno del continente, originatesi in aree costiere e arricchite in radicali del Br, contribuiscono alla distribuzione e deposizione del Hg nel continente Antartico.

Reactions in the atmosphere can change the chemical form of mercury making it more soluble, bioavailable and potentially more dangerous for polar ecosystems. The objective of this project is to continue the measurement of mercury together with bromine and other halogens presents in the snow pack to understand better the deposition and re-emissions processes that occur on a daily and seasonal basis on the Antarctic plateau. We hope to start to evaluate the processes governing the transport of air masses versus the interior of the continent, the hypothetical fractionation of Br compared to its abundance in seawater, and how these processes contribute to the deposition and distribution of Hg further inland in the Antarctic continent. These measurements will enhance our ability to understand the geochemical cycles of mercury in polar environments where the chemistry of Br seems to be a key component.



Banchini per la raccolta di precipitazioni nevose giornaliere, posizionate a circa 200 m di fronte allo shelter ATMOS

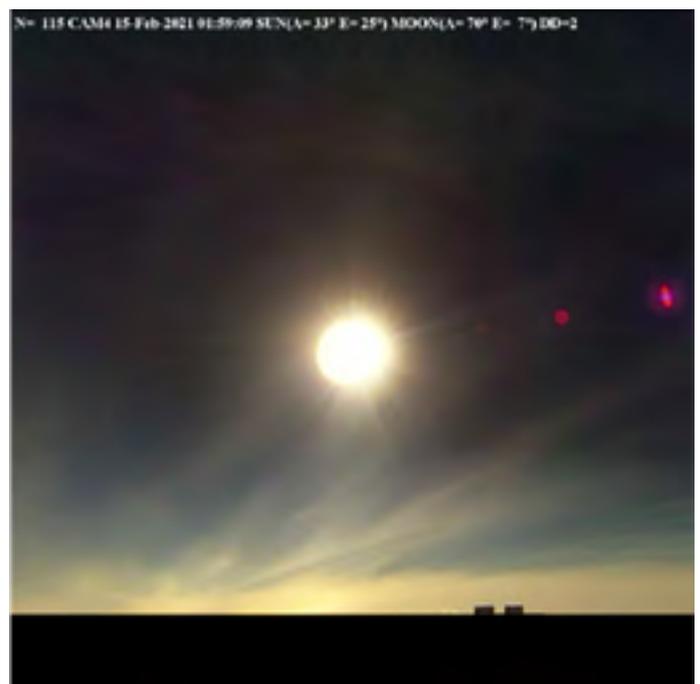
FIRCLOUDS - Esperimento di chiusura nel lontano infrarosso per le nubi antartiche *FIRCLOUDS project (Far Infrared Radiative closure experiment for antarctic Clouds)*

Prog. 2016/AC3.03

Responsabile: Gianluca Di Natale, INO-CNR - gianluca.dinatale@ino.cnr.it
In Spedizione: Alessandro Bracci, ISAC-CNR - alessandro.bracci@isac.cnr.it
Rodolfo Canestrari, INAF - rodolfo.canestrari@brera.inaf.it

I cirri svolgono un ruolo chiave nel bilancio radiativo terrestre (ERB), come dimostrato da molti studi, in quanto modulano la radiazione proveniente dal Sole e quella termica emessa dalla Terra a seconda delle loro proprietà ottiche e micro-fisiche. Il loro contributo è particolarmente rilevante nella porzione dello spettro nel lontano infrarosso (FIR) (sopra i 15 micron di lunghezza d'onda), che rappresenta la banda più energetica con oltre il 50% del flusso termico emesso. Nelle regioni polari, il contributo nel FIR può essere anche maggiore arrivando fino al 60% per via delle condizioni estremamente secche e delle temperature fredde. Tuttavia, si riscontra ancora una carenza di misure di radianza spettralmente risolte nel FIR, sia dai siti satellitari che da quelli da terra. Le regioni polari rappresentano un luogo ideale dove studiare le nubi di ghiaccio poiché la bassa umidità permette di sondare la parte superiore della troposfera dove si formano i cirri. In particolare, Dome-C è situato 3,233 km sopra il livello del mare, quindi vicino alla parte alta della troposfera in quanto in Antartide la tropopausa inizia a circa 7 km di quota. Lo studio di questo tipo di nubi ci dà l'opportunità di comprendere meglio i meccanismi che regolano gli scambi energetici tra il nostro pianeta e lo spazio e di migliorare la nostra conoscenza riguardo i cambiamenti climatici.

Cirrus clouds play a key role in the Earth Radiation Budget (ERB), as proven by many studies, since they modulate the incoming solar radiation and the outgoing thermal radiation emitted by the Earth depending on their optical and micro-physical properties. Their contribution is particularly relevant in the Far Infrared (FIR) portion of the spectrum (above 15 micron of wavelength), which represents the most energetic band with more than 50% of the thermal outgoing flux. In the polar regions, the FIR contribution can be higher, and it may be as large as 60% because of the extremely dry conditions and cold temperatures. Nevertheless, there is a lack of spectrally resolved radiance measurements in the FIR, both from satellite and ground-based sites. Polar regions represent an ideal location where ice clouds can be studied since the low humidity allow to probe the upper part of the troposphere where cirrus clouds form. Particularly, Dome-C is placed at 3,233 km above the sea level and hence close to the upper troposphere as in Antarctica tropopause starts at about 7 km of height. Studying these type of clouds gives us the opportunity to better understand the mechanisms regulating the energy exchanges between our planet and space and to improve our knowledge about the climate changes.



Immagini degli aloni solari prodotti dai cristalli di ghiaccio in sospensione ottenute dall'HALO-CAMERA nei giorni 14 e 15 Febbraio 2021

WHETSTONE - Cosa determina la composizione isotopica della precipitazione in Antartide?

WHETSTONE-What determines the isotopic composition of Antarctic precipitation?

Prog. 2018/FC3.03

Responsabile: Giuliano Dreossi, (contratto CNR) - iodio9@yahoo.it

In Spedizione: Laura Caiazzo, INFN – Sez. Firenze - laura.caiazzo@unifi.it

La piena comprensione delle risposte del sistema climatico alle forzanti naturali e antropiche deve necessariamente basarsi su una profonda conoscenza del clima del passato. Tra i proxy climatici più usati ci sono gli isotopi stabili di ossigeno e idrogeno nelle carote di ghiaccio: questo potente strumento ha permesso di ricostruire le variazioni di temperatura negli ultimi otto cicli climatici. Un nuovo e ancor più esteso archivio climatico (che raggiungerà 1.5 milioni di anni) verrà estratto nei prossimi anni nell'ambito del progetto Beyond Epica, a circa 40 km da Concordia. Per calibrare il termometro isotopico e interpretare i record paleoclimatici da carote di ghiaccio, finora è stata usata una correlazione spaziale tra la temperatura locale e il segnale isotopico della neve superficiale, ma la temperatura può solo in parte spiegare le variazioni della composizione isotopica. Avere la possibilità di studiare in dettaglio la composizione isotopica dei singoli eventi nevosi, coadiuvata da un potente set di strumenti meteorologici oggi disponibili (sia dati strumentali che da modelli), è il punto di partenza per capire pienamente cosa determini il segnale isotopico negli archivi glaciali. La Base Italo-Francese di Concordia, ubicata a Dome C, è molto vicina al sito di carotaggio di EDC e dista solo pochi chilometri da quello scelto per BE-OI; per queste ragioni, lo studio della composizione isotopica delle precipitazioni giornaliere, che è stato portato avanti con continuità dal 2008, rappresenta un momento cruciale verso la piena conoscenza di come lo strumento isotopico debba essere usato per ricostruire il clima del passato.

The full comprehension of the responses to natural and anthropogenic forcing of the climate system in the future has necessarily to be based on a deep understanding of the climate of the past. Among the most used climate proxies stand oxygen and hydrogen stable isotopes in polar ice cores; this powerful tool has allowed us to reconstruct temperature fluctuations over the past eight climate cycles. A new, even more extended climate archive (reaching 1.5-million years) is expected to be retrieved in the next years in the framework of the Beyond Epica project at Little Dome C, about 40 km away from Concordia. In order to calibrate the isotope proxy for interpreting the paleoclimate records from ice cores, a spatial correlation between local temperature and the isotopic signal of surface snow samples has normally been used, but temperature can only explain a part of the snow isotopic composition variations. Having the possibility to study in details the isotopic composition of single snow events, together with a powerful set of meteorological tools (both instrumental and models) available nowadays, is the starting point to really understand what controls the isotopic signal in glacial archives. The French-Italian Concordia base, located at Dome C, is very close to the EDC drilling site and only few kilometers away from the one chosen for BE-OI; for this reason, the study of the daily precipitation isotopic composition, which have been carried out continuously since 2008, represents a crucial step toward the complete understanding of how the isotopic tool needs to be used for reconstructing the climate of the past



Raccolta del campione di deposizione nevosa da uno dei due banchini



Prelievo di una piccola carota di neve per la misura della densità della neve

STEAR - Scambio da stratosfera a troposfera nella Regione Antartica *STEAR - Stratosphere-to-Troposphere Exchange in the Antarctic Region*

Prog. 2018/FC3.05

Responsabile: Davide Putero, CNR - d.putero@isac.cnr.it

In Spedizione: Meganne Christian, CNR - christian@bo.imm.cnr.it

Laura Caiazza, INFN - laura.caiazza@unifi.it

L'obiettivo principale del progetto STEAR è quello di fornire una valutazione degli eventi di scambi stratosfera-troposfera (STE) in Antartide. Il nostro sito di riferimento è la stazione Concordia (DMC), situata nel plateau Antartico orientale. Qui verrà installata nuova strumentazione per le misure di berillio-7 (7Be), con lo scopo di fornire, per la prima volta a DMC, misure continue per tutta la durata del progetto. Le misure di 7Be permetteranno di identificare l'occorrenza di eventi di STE, e di caratterizzarne il ciclo stagionale. Inoltre, verrà studiato l'impatto degli eventi di STE su: (i) variabilità di ozono superficiale e troposferico, e (ii) nitrati atmosferici e deposizione sullo snowpack. Saranno utilizzati alcuni modelli Lagrangiani, con lo scopo di meglio identificare e descrivere il flusso complesso delle masse d'aria stratosferiche nella troposfera Antartica.

The STEAR project focuses on providing an assessment of stratosphere-to-troposphere exchange (STE) events in Antarctica, by adopting an integrated approach based on a suite of "core" observations at Concordia station (DMC), a site well representative of the eastern Antarctic plateau. In particular, with the purpose of constraining the occurrence of STE events down to the Antarctic surface, for the first time at this location, we will install a new high volume aerosol sampler for Beryllium-7 (7Be) measurements by a high-resolution gamma ray spectrometer. The availability of 7Be measurements will allow to detect the occurrence of specific STE events, as well as to characterize their seasonal cycle. Furthermore, it will greatly help towards a better assessment of the role of STE to: (i) near-surface and tropospheric ozone (O3) variability, and (ii) atmospheric nitrate and its deposition onto the snowpack. We will also deploy some Lagrangian models to better identify and describe the complex flow of stratospheric air masses deep into the Antarctic troposphere.



Campionatore GIANO per il campionamento di PM10



ECHO-PM di riserva per campionamento di PM10



DC6
WINTER OVER 2010

ALEXANDRE BAMBINI
MONSANO 15174 Km
WINTER OVER 2010

Moi & Foxy
0-1 million km

DANIELE KARLACEK DC6
MUGGIA 15380 Km
WINTER OVER 2010

RISPETTA LE ROSE
RAPALLO 15424 Km

KRÁLOVÉ 15792 Km
DRENZO MEGGIO WD 2010

TRISTAN DA CUNHA 7155 Km

ALLERIES 15537 Km
VAL DI NOV - TRENTINO

Principauté de Monaco
Km 15365

ALLEROT 15753 Km
Sylvain Lafont Wo 2010

ANGOULÊME 15605 Km

SENGIOLINI 15405 Km

BADI 16126 Km

TOULOUSE 16580 Km

OLORON S/MER 16764 Km

ABRUZZO DI ROMA Km 15983

TRIESE 16130 Km

BALAZA 16130 Km

1585 Km

DOUSSARD 15632 Km
PAINTESNOUËZ

LE MEE SUR SEINE 16031 Km

Proca et Page Km 15406

Gruppo Scout Antares Fossat Km 16137

MESSINA 14514,30 Km

CONCARNEAU 16130 Km

YCOUANGES / YONNE 15885 Km

PADOVA 15405 Km
CRESPINO 15360 Km

VITERBO 15138 Km

NANGIS 16165 Km

LEPREZIL 15817 KMS

STANO 14973 Km



Divulgazione

Divulgazione

Come far conoscere al grande pubblico i segreti che l'Antartide svela e che troppo spesso la scienza custodisce nel chiuso dei laboratori di ricerca o negli ambiti ad essa dedicati, e come fare per attrarre l'attenzione su quelle tematiche, a volte difficili, e stimolare nelle persone il desiderio di saperne di più? Sono le domande che motivano ogni attività di divulgazione e che stimolano anche in noi il desiderio di sperimentare nuovi modelli e nuovi strumenti di comunicazione per raggiungere un pubblico sempre più vasto.

Nostro compito è far conoscere il PNRA e spiegare ai cittadini e agli studenti, ma anche ai possibili decision maker, perché l'Italia investe importanti risorse economiche e professionali in un continente così remoto e ostile, e raccontare le attività scientifiche che vi si svolgono con l'indispensabile supporto tecnico-logistico che impegna ogni anno una nutrita squadra di tecnici in un contesto estremo e complesso come è l'Antartide.

Sull'altro fronte, invece, promuoviamo l'aggiornamento professionale di quanti si interfacciano con il pubblico, fornendo materiale informativo. Negli anni abbiamo dato l'opportunità di vivere la spedizione anche ad alcuni giornalisti selezionati attraverso un bando di reperimento pubblico. Purtroppo, la pandemia da Covid-19 ha imposto forti limitazioni e per la XXXVI spedizione è stata interrotta questa buona prassi.

Un nostro target privilegiato sono le scuole, in quanto principale luogo di incontro con i giovani. Il rapporto diretto con i dirigenti scolastici e con i docenti ci consente di sperimentare l'efficacia di prodotti e strumenti innovativi per la didattica. E, all'ormai conclamato successo del **progetto AUSDA (Adotta Una Scuola dell'Antartide)**, che consente alle scuole che ne fanno richiesta di seguire un percorso didattico che si conclude con un collegamento in videoconferenza con il personale presente in una delle stazioni italiane in Antartide, si è affiancata quest'anno la sperimentazione di una mostra virtuale on-line, **"Antartide: 35 anni di missione italiana nel continente estremo"**: La Mostra ha permesso, superando le limitazioni imposte dalla pandemia, la sperimentazione con alcune scuole primarie di primo grado di un percorso didattico realizzato con un approccio multidisciplinare finalizzato alla partecipazione all'**Antarctic Australian Festival–Penguin Project** organizzato dalla Mawson's Huts Foundation ad Hobart in Australia.

La mostra **"Antartide. 35 anni di missione italiana nel continente estremo"**

Come da alcuni anni a questa parte, il PNRA ha partecipato anche alla XXXIV edizione di Futuro Remoto, l'evento espositivo organizzato presso la "Città della Scienza" di Napoli. L'evento che doveva tenersi dal 20 al 29 novembre 2020 è stato prorogato fino a luglio 2021 per dare l'opportunità a più utenti di visitare gli spazi nel rispetto delle regole di sicurezza per il contenimento del contagio da Covid-19.

Per l'occasione è stata allestita una mostra che celebra 35 anni di missioni italiane nel continente estremo. Per superare le restrizioni alla mobilità dettate dalla pandemia che hanno imposto una sensibile riduzione del numero di visitatori, è stato deciso, in collaborazione con l'ente organizzatore, di realizzare un tour multimediale e immersivo fruibile da remoto. Grazie alle tecnologie ICT, è stata data la possibilità a tanti giovani di entrare virtualmente nelle sale della

"Città della Scienza" di Napoli e di provare un'esperienza di realtà virtuale stando comodamente a casa o a scuola. Collegati alla sala espositiva tramite una piattaforma per la didattica a distanza, gli studenti hanno visitato virtualmente le sale accompagnati da un esperto, che passo dopo passo ha mostrato, commentato e spiegato il materiale esposto. Essendo il tour realizzato in modalità sincrona, gli esperti hanno interagito in tempo reale con gli studenti e hanno risposto in diretta alle tante domande scaturite.

L'aver dato la possibilità di fare un tour virtuale accessibile da pc, tablet e smartphone ci ha permesso di raggiungere un numero di visitatori nettamente superiore alle attese. È stato possibile:

- superare la barriera dovuta alla capienza della location che avrebbe imposto una turnazione temporale e quindi un limite agli accessi;
- rispettare la distanza fisica dei visitatori dal luogo espositivo, che avrebbe limitato l'area geografica d'interesse;
- aumentare la durata temporale dell'esposizione, che avrebbe costretto a limitare il numero massimo di visitatori. Si consideri che a ogni tour sono riusciti a partecipare in collegamento da remoto circa 130 ragazzi di scuole secondarie di primo grado.

Il 27 novembre è stato organizzato anche un evento live con la stazione Concordia. La videoconferenza ha dato al pubblico l'opportunità di visitare virtualmente la stazione in Antartide e di interagire con lo staff logistico e scientifico della campagna estiva 2020 -2021. L'evento ha avuto un notevole seguito anche sui social con 465 visualizzazioni sul canale YouTube dedicato. La registrazione degli eventi on-line consentirà di capitalizzare le esperienze, in quanto saranno messe a disposizione per una fruizione asincrona su un canale youtube dedicato, accessibile dal sito web www.italiantartide.it.



34ª EDIZIONE
un viaggio tra scienza e fantascienza
FUTUR@TOMER



I Media

Nonostante le problematiche legate alla pandemia da Covid-19 abbiano, in questo ultimo anno, catturato quasi totalmente l'attenzione mediatica, lo svolgimento della XXXVI spedizione ha comunque destato interesse, e sebbene organizzata in modalità emergenziale l'argomento è stato seguito e trattato più volte dai media nazionali.

L'analisi della rassegna stampa quotidiana che l'ENEA fa sui principali canali di comunicazione a tiratura nazionale e locale, carta stampata, radio, tv e web, ha rilevato che da ottobre 2020 a ottobre 2021 i temi legati alle attività del PNRA in Antartide sono stati trattati 577 volte, con una frequenza maggiore nei giorni prossimi alla partenza e al rientro della spedizione, in occasione di eventi legati alla sostenibilità ambientale e alla salvaguardia del pianeta e nei momenti in cui eventi meteorologici estremi hanno stimolato domande su problematiche globali, a cui anche la ricerca in Antartide sta cercando risposte.

I comunicati stampa emanati dagli enti attuatori della spedizione hanno stimolato nei giorni successivi al lancio la richiesta di interviste e collegamenti radio/televisivi e la pubblicazione di articoli su carta stampata e su web.

Ad attirare l'attenzione mediatica sono state sia le attività legate alla logistica della spedizione, sia i risultati delle attività scientifiche portate avanti nel Continente. L'attività ha coinvolto soprattutto il personale in spedizione e negli articoli le citazioni direttamente riconducibili alle stazioni Concordia e Mario Zucchelli e alla nave rompighiaccio Laura Bassi sono state così distribuite:



❑ Oltre 40 citazioni inerenti le attività svolte presso la Stazione Concordia:

- articoli su carta stampata dei maggiori quotidiani e Magazine (Il Corriere, La Repubblica, Il Messaggero, Il Resto del Carlino, La Stampa, Il Secolo XIX, Il Mattino, Focus, etc...);
- interviste e video collegamenti con importanti trasmissioni televisive (RAI-Elisir e Tg Leonardo, Mediaset-L'Arca di Noè e Studio Aperto, TV2000-Il Mondo insieme; servizi in vari TG nazionali e regionali, etc...);
- mostre ed eventi di vario tipo (Mostra "Futuro Remoto" c/o Città della Scienza di Napoli in collegamento con l'Ambasciata del Messico; vdc con Ambasciata italiana in Australia nell'ambito dell'Antarctica Day; vdc con i Rotary Club di Milano e Firenze, con Ferrara Film Festival e con European Researcher Night, etc...);

❑ Oltre 10 citazioni inerenti le attività svolte presso la Stazione MZS:

- 7 articoli su carta stampata su quotidiani e Magazine (La Repubblica, il Messaggero, Il Secolo XIX, L'Arena, Nuova Venezia, etc...);
- 3 interviste e video collegamenti con importanti trasmissioni televisive e la partecipazione in studio di un collega dell'Unità Tecnica Antartide (RAI-Geo&Geo, Rainews24 e Rainews-Futuro24);

❑ Oltre 30 citazioni inerenti le attività svolte con la Nave Laura Bassi:

- 26 articoli su carta stampata dei maggiori quotidiani e Magazine (Il Corriere, La Repubblica, Il Messaggero, Il Sole 24 Ore, La Stampa, Il Secolo XIX, Il Mattino, Il Riformista, Il Piccolo di Trieste, Novi List Croazia, etc...);
- 5 interviste e video collegamenti con importanti trasmissioni televisive (RAI-Linea Blu, Tg Leonardo e servizi in vari TG nazionali e regionali, etc...).



Il progetto AUSDA

La modalità emergenziale in cui è stata organizzata la 36ª spedizione italiana in Antartide per far fronte all'emergenza sanitaria, ha fortemente condizionato anche le attività del progetto AUSDA. Purtroppo la maggior parte delle videoconferenze programmate con la stazione Mario Zucchelli sono state annullate, ma grazie alla disponibilità dei colleghi del 16° e 17° Winter Over a Concordia e dell'equipaggio della nave rompighiaccio Laura Bassi siamo riusciti comunque a soddisfare tutte le richieste. Nonostante le difficoltà iniziali, l'attività AUSDA è stata molto attiva fino alla chiusura della programmazione didattica, fissata a giugno 2021, e ha visto la partecipazione di scuole di ogni ordine e grado di diverse città.

A causa dei lockdown le scuole hanno vietato l'ingresso in aula al personale non docente, bloccando di fatto i seminari in presenza erogati da nostro personale. Ma, grazie alla disponibilità delle piattaforme per la formazione a distanza, è stato possibile sperimentare con successo la realizzazione di seminari on-line. L'erogazione di seminari on-line in modalità sincrona, ha permesso di raggiungere nello stesso momento più classi, ampliando così la platea degli studenti raggiunti.

La registrazione degli eventi on-line consentirà di capitalizzare le esperienze, in quanto saranno messe a disposizione su un canale youtube dedicato, accessibile dal sito web www.italiantartide.it.

Alle videoconferenze realizzate con i ricercatori e i tecnici della stazione Concordia hanno partecipato 26 scuole, tra primarie di primo grado, Università di Milano e Università di Hobart in Tasmania, mentre a quelle organizzate con la nave da ricerca Laura Bassi hanno partecipato 4 scuole di diverso ordine e grado.



Il film documentario “Antartide – alla scoperta della base Concordia”

Alberto Salvati, ingegnere elettronico e informatico, presente a Concordia durante il 16° Winter Over nell'inverno 2019-2020, ha realizzato un film documentario molto interessante sulla stazione dal titolo “Antartide – alla scoperta della base Concordia”, che è stato utilizzato a supporto delle attività AUSDA e messo a disposizione degli studenti come strumento formativo sulla piattaforma youtube al canale <https://www.youtube.com/watch?v=5fm8TW8QLGw>. Il filmato ha riscosso un notevole successo, tanto che in breve tempo ha ricevuto 17.683 visualizzazioni.

Antarctic Australian Festival – Penguin Project

L'Antarctic Australian Festival è un festival biennale giunto alla sua seconda edizione, organizzato dalla Mawson's Huts Foundation a Hobart (Australia) per celebrare e far incontrare tour operator, scienziati e istituzioni scientifiche che lavorano in Antartide.

Purtroppo le limitazioni imposte dalla crisi pandemica da Covid-19 hanno fatto slittare, prima al 2020 poi all'estate 2022, l'edizione programmata per il 2019. Questo ha fatto sì che alcune iniziative siano state avviate e poi sospese.

Tra queste vi è quella dedicata alle scuole dei paesi aderenti al Trattato Antartico, il Penguin Project. Le scuole che hanno aderito all'iniziativa sono state chiamate a realizzare un percorso didattico multidisciplinare sui temi legati all'Antartide e ad elaborare i concetti appresi partecipando alla realizzazione di un'area espositiva in cui saranno mostrate le sagome di cartone degli oltre 8000 pinguini di Adelie colorati e inviati dagli studenti di tutto il mondo.

L'Unità Tecnica Antartide dell'ENEA ha invitato a partecipare 11 scuole primarie di primo grado. Ognuna ha ricevuto 50 pinguini di cartone che i giovani studenti hanno dipinto a loro piacere. I lavori sono stati inviati a Hobart, dove saranno esposti nel corso del Festival insieme alle altre migliaia di pinguini provenienti da scuole di tutto il Mondo.

L'iniziativa a cui hanno partecipato con entusiasmo oltre 1000 alunni, può essere annoverata tra le attività che mettiamo in campo per sperimentare nuovi metodi di apprendimento. Infatti, gli alunni, dopo aver seguito alcune lezioni sul tema “Antartide”, sono stati invitati a utilizzare il disegno come metodo per consolidare ed elaborare le nozioni apprese, mostrando maggior interesse per l'argomento se trattato con un approccio multidisciplinare.



Antarctica Day: “Celebrating Antarctica: climate change, biodiversity, and science”

Anche quest’anno il PNRA ha partecipato all’“Antarctica Day”, l’evento viene celebrato il 1° dicembre di ogni anno per ricordare la firma del Trattato Antartico avvenuta nel 1959.

Quest’anno l’Ambasciata italiana in Australia, in collaborazione con l’Australian National University-Climate Change Institute, l’Ambasciata di Francia in Australia e l’Alto Commissariato britannico in Australia, ha organizzato il webinar “Celebrating Antarctica: climate change, biodiversity and science”, che si è tenuto il 1° dicembre 2020. Durante l’evento esperti in varie discipline si sono confrontati sul tema dei cambiamenti climatici e sull’impatto che hanno nella regione antartica e sulla sua biodiversità, presentando anche le azioni messe in campo per fronteggiarli e proteggere il continente.

Per il PNRA sono intervenuti lo station leader di Concordia Ing. Rocco Ascione dell’ENEA e il Direttore dell’Istituto di Scienze Polari del CNR Prof. Carlo Barbante.

L’evento, a cui avrebbero potuto partecipare in presenza un massimo di 250 persone, è stato seguito in streaming da oltre 650 persone e si è collocato tra le attività di sensibilizzazione e promozione della Pre-COP26, in vista della conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici COP26, che si terrà a Glasgow dall’ 1 al 12 dicembre 2021.



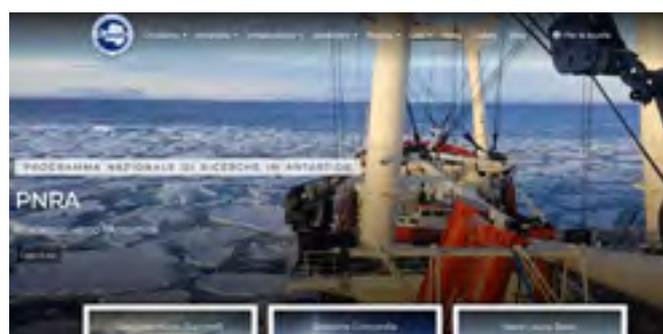
I social e il sito web

A supporto delle attività di divulgazione manteniamo costantemente aggiornati il sito web www.italiantartide.it, il sito pnra.aq e la pagina facebook [@italiantartide](https://www.facebook.com/italiantartide).

www.italiantartide.it è il sito web gestito dall’Unità Tecnica Antartide dell’ENEA. E’ stato sottoposto ad un’operazione di restyling nel 2020: racconta soprattutto la spedizione in corso e registra oltre 1000 accessi al giorno.

www.pnra.aq è il portale del PNRA, gestito dal CNR in collaborazione con ENEA. On-line da maggio 2020, è una vetrina delle attività scientifiche, logistiche e internazionali dell’Italia in Antartide: registra circa 800 accessi al giorno.

La pagina facebook [@italiantartide](https://www.facebook.com/italiantartide) è gestita dall’Unità Tecnica Antartide dell’ENEA. E’ il luogo dove condividiamo con quanti ci seguono l’evoluzione delle attività logistiche e scientifiche in Antartide e le curiosità legate alla vita quotidiana presso le stazioni. Registra oltre 19.000 follower.





Contributi fotografici



Copertina
"Aurora a Concordia"
Autore: M. Buttu ©PNRA-IPEV



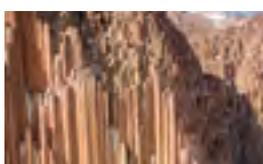
Nave Laura Bassi
Autore: R. Scipinotti ©PNRA



Iceberg
Autore: B. Pagnanelli ©PNRA



Sotto il pack
Autore: P. Kuklinsky ©PNRA



Rocce antartiche
Autore: B. Pagnanelli ©PNRA



Parete di ghiaccio
Autore: fototeca ©PNRA



Grotta nel Vulcano
Autore: R. Vagni ©PNRA



Arrivo in Base
Autore: fototeca ©PNRA



Rete
Autore: F. Borgognoni
©PNRA/IPEV)



Colonia di Pinguini
Autore: A. Beltrame ©PNRA



Panoramica
Autore: F. Borgognoni
©PNRA/IPEV)



Frattura nel pack
Autore: A. Beltrame ©PNRA



Catabatico in arrivo
Autore: fototeca ©PNRA/IPEV



In attesa dell' Hercules C-130
Autore: P. Cavoli ©PNRA



Stazione MZS
Autore: R. Scipinotti ©PNRA



Test anti Covid: controllo campioni
Autore: fototeca ©PNRA



Sunset a Concordia
Autore: M. Buttu ©PNRA/IPEV



Campo remoto
Autore: M. Ferrazzoli ©PNRA



Panoramica MZS
Autore: fototeca ©PNRA



Nave Laura Bassi
Autore: R. Scipinotti ©PNRA



Laboratori a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Campagna oceanografica
Autore: R. Scipinotti ©PNRA



Laboratori a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Campagna oceanografica
Autore: P. Falco ©PNRA



Laboratori a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Campagna oceanografica
Autore: P. Falco ©PNRA



Ampliamento locali Mensa e Bar a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Nave Laura Bassi
Autore: R. Scipinotti ©PNRA



Ampliamento locali Mensa e Bar a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Campagna oceanografica
Autore: R. Scipinotti ©PNRA



Ampliamento locali Mensa e Bar a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Concordia
Autore: M. Buttu © PNRA-IPEV



Ampliamento locali Mensa e Bar a MZS
Autore: P. Petrucci ©PNRA



Concordia
Autore: B. Healey ©ESA-PNRA-IPEV



Lavori Acquario a MZS
Autore: R. Maso ©PNRA



Concordia
Autore: A. Salvati ©PNRA-IPEV



Lavori Acquario a MZS
Autore: R. Maso ©PNRA



Sotto il pack
Autore: P. Kuklinsky ©PNRA



Sotto il pack
Autore: P. Kuklinsky ©PNRA



La ricerca a Concordia
Autore: fototeca ©PNRA-IPEV



La strada di casa
Autore: fototeca ©PNRA-IPEV



Colonia di Pinguini
Autore: A. Beltrame ©PNRA



Iceberg sul mare di Ross
Autore: fototeca ©PNRA



Pack ice
Autore: Enrico Sacchetti





www.pnra.aq - www.italiantartide.it