PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE

Rapporto sulla Campagna Antartica
Estate Australe 1993 - 94

Nona Spedizione

PROGETTO ANTARTIDE

ANT 94/01

3a OSSERVATORI GEOFISICI E GEODETICI
(Corrisponde al cap. OSSERVATORI, RILIEVI IDROGRAFICI E CARTOGRAFICI del P.E.A.'93
Resp. a Baia Terra Nova:
A. Caramelli (18/10-29/11/93)
A.Gubellini (29/11/93-16/1/94)
Partecipanti alla campagna:
Giorgio Bruzzone, CNR/Istituto Automazione Navale - Genova
Alessandro Capra, Università di Bologna
Antonio Caramelli, Istituto Nazionale di Geofisica - Roma
Francesco Cardillo, CNR/IFA - Roma
Giovanni Carrera, Università di Genova
Massimiliano Cerrone; Istituto Nazionale di Geofisica - Roma
Claudio Giudici, Ministero Difesa - Aeronautica - Roma
Paolo Grigioni, Dipartimento Ambiente, ENEA/CRE Casaccia Roma
Alberto Gubellini, Università di Bologna
Gastone Medici, Università La Sapienza di Roma
Angelo Romito, Ministero Difesa - Aeronautica - Ghedi (BS)
Roberto Sarao, Dipartimento Ambiente, ENEA/CRE Casaccia Roma
Luca Simonetti, Dipartimento Energia, ENEA/CRE Casaccia Roma
Carlo Stocchino, CNR/Area di Ricerca - Genova
Attività presso altre basi o spedizioni antartiche:
Marino Russi, Osservatorio Geofisico Sperimentale - Trieste

3a.1 Osservatori per la geofisica della terra solida

3a.1.1 Geodesia
A. Capra (29/11/93-16/1/94)
A.Gubellini (29/11/93-16/1/94)

L'obiettivo principale di questa Linea di ricerca nella Campagna 1993-94 era la ripetizione delle misure GPS sulla rete geodetica, istituita nella Campagna 1988-89.
La rete è divisa in due ordini: una rete di inquadramento, costituita da 12 vertici, che assolve diverse funzioni, fra cui il monitoraggio di eventuali movimenti tettonici nell'area di Baia Terra Nova, e una rete di dettaglio sul Mt Melboume, costituita da altri 8 vertici, per il controllo delle deformazioni del cono vulcanico.
Le operazioni di misura sono iniziate il 2 dicembre 1993 e sono terminate il 4 gennaio 1994.
I ricevitori GPS disponibili erano sei: quattro Trimble SSE e due Trimble STD. Tuttavia nelle prime sessioni di misura si sono avuti dei problemi, tanto che alcune sessioni sono state successivamente ripetute. É stato verificato che questi problemi erano dovuti al cattivo funzionamento di due ricevitori, un SSE e un STD. Poiché non è stato possibile chiarire le cause di questi inconvenienti, i due ricevitori difettosi sono stati accantonati e il rilievo è stato condotto a termine con gli altri quattro ricevitori.
Le due reti sono state determinate con notevole ridondanza: per la rete di inquadramento sono state misurate 35 baselines indipendenti, contro le 11 necessarie, mentre nella rete di dettaglio, che comprende anche 3 vertici della rete di inquadramento, sono 29 le baselines indipendenti, contro le 10 necessarie. In ogni caso è verificato che da ogni vertice escono

almeno 4 vettori, quando normalmente con 3 vettori si considera più che sufficiente la ridondanza.
Lo schema delle misure, cioè delle baselines indipendenti, è riportato nelle Figg. 3a-1 e 3a-2 rispettivamente per le due reti.
Le sessioni di misura sono state programmate da un'ora e un quarto per le basi più corte (circa 1-4 km) fino a un massimo di 3 ore per le basi più lunghe (circa 50 km).
Un'elaborazione preliminare dei dati ha mostrato che la qualità delle misure è molto buona. Infatti le ambiguità risultano fissate nella maggior parte delle *baselines*. Soltanto in alcune basi lunghe la soluzione è *float*.
La fase di elaborazione dei dati è ancora in corso: in particolare deve essere ancora eseguita la compensazione globale della rete. Tuttavia è possibile anticipare qualche risultato preliminare: le variazioni di lunghezza delle *baselines* rispetto alla Campagna 199091 sono tutte di piccola entità. Alcune però raggiungono valori di qualche centimetro, e soprattutto sono abbastanza concordi

nell'indicare una possibile, sia pur piccola, dilatazione della rete nella parte a est del Mt Melbourne. Una conferma si potrà avere soltanto quando sarà stata eseguita la compensazione globale della rete. Si prevede anche di compensare nuovamente la rete della Campagna 1990-91 con il nuovo software GP *Survey*.

II programma di questa Linea di ricerca nella presente campagna comprendeva anche la ripetizione delle misure GPS sui punti di controllo del Drygalski. Queste misure, secondo gli accordi presi in precedenza con il Progetto 2a, sono state eseguite da V. Maggi dopo la partenza di Capra e Gubellini. Sono stati misurati tutti i punti di controllo da DRY1 a DRY11, ad eccezione del punto DRY7.

Nel periodo di permanenza a Baia Terra Nova, i partecipanti a questa Linea di ricerca hanno svolto anche alcune attività di supporto e di collaborazione con altre Linee di ricerca.

In particolare, in collaborazione con A. Bondesan, è stato eseguito un rilievo GPS sulla piattaforma di Hells Gate, che ha permesso di misurare, su un arco di 24 ore, l'influenza della marea sulla piattaforma stessa. Malgrado il carattere sperimentale della misura e alcuni errori che sono stati commessi, si sono ottenuti risultati veramente interessanti, che inducono a considerare l'ipotesi di riproporre questo tipo di rilievo in una delle prossime campagne, con un numero maggiore di punti di misura e mettendo a frutto l'esperienza fatta quest'anno.

Sono state inoltre posizionate, sempre con tecnica GPS, una serie di 10 paline nell'area di Frontier Mountain. Le paline erano state precedentemente infisse nel ghiaccio da M. Meneghel, allo scopo di determinare la dinamica dei flussi glaciali, che riveste un ruolo essenziale nel meccanismo di trappola delle meteoriti. Di altre 8 paline non è stato purtroppo possibile eseguire il rilievo per mancanza di tempo.

Sempre a Frontier Mountain è stata determinata la posizione assoluta di 4 punti, che saranno utilizzati da M. Frezzotti per la georeferenziazione di immagini da satellite.

3a.1.2 Geomagnetismo
A. Caramelli (18/10-29111/93)
P. Palangio (17/12/93-7/2/94)

Introduzione

Le osservazioni del campo geomagnetico presso la Base Baia Tema Nova sono iniziate nel 1985 con la I Spedizione italiana in Antartide. Fino al 1990 le misure si sono limitate al periodo di permanenza estiva degli operatori in Base. Nel 1990 è stato installato un osservatorio geomagnetico permanente (SIST1) funzionante tutto l'anno in maniera automatica con alimentazione ed acquisizione dei dati "locale". L'osservatorio è fornito di 1 magnetometro a precessione nucleare per la misura del campo totale e di 1 magnetometro vettoriale per la misura delle 3 componenti del campo nel sistema di riferimento materializzato da 3 sensori ortogonali.

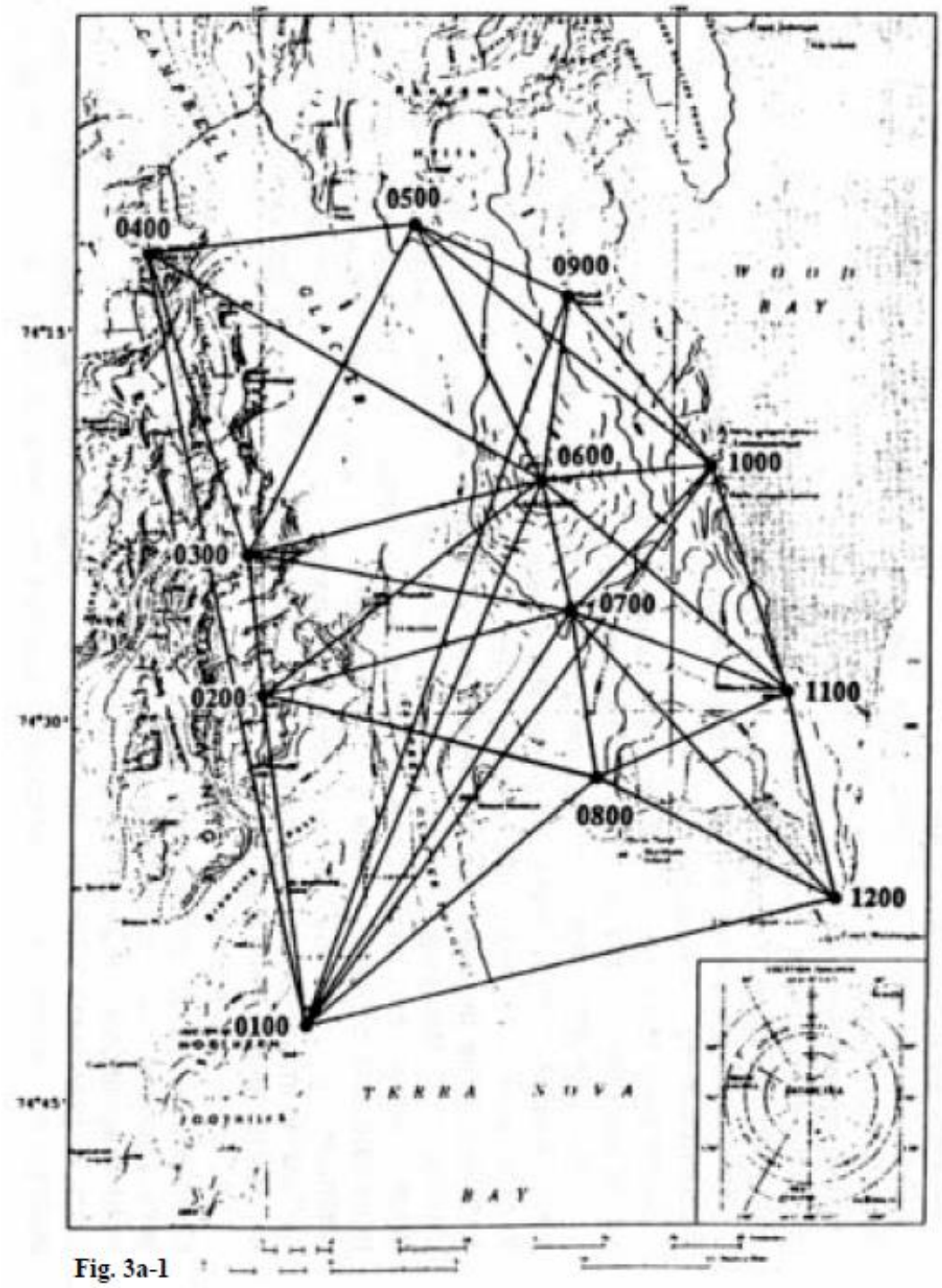

Fig. 3a-1

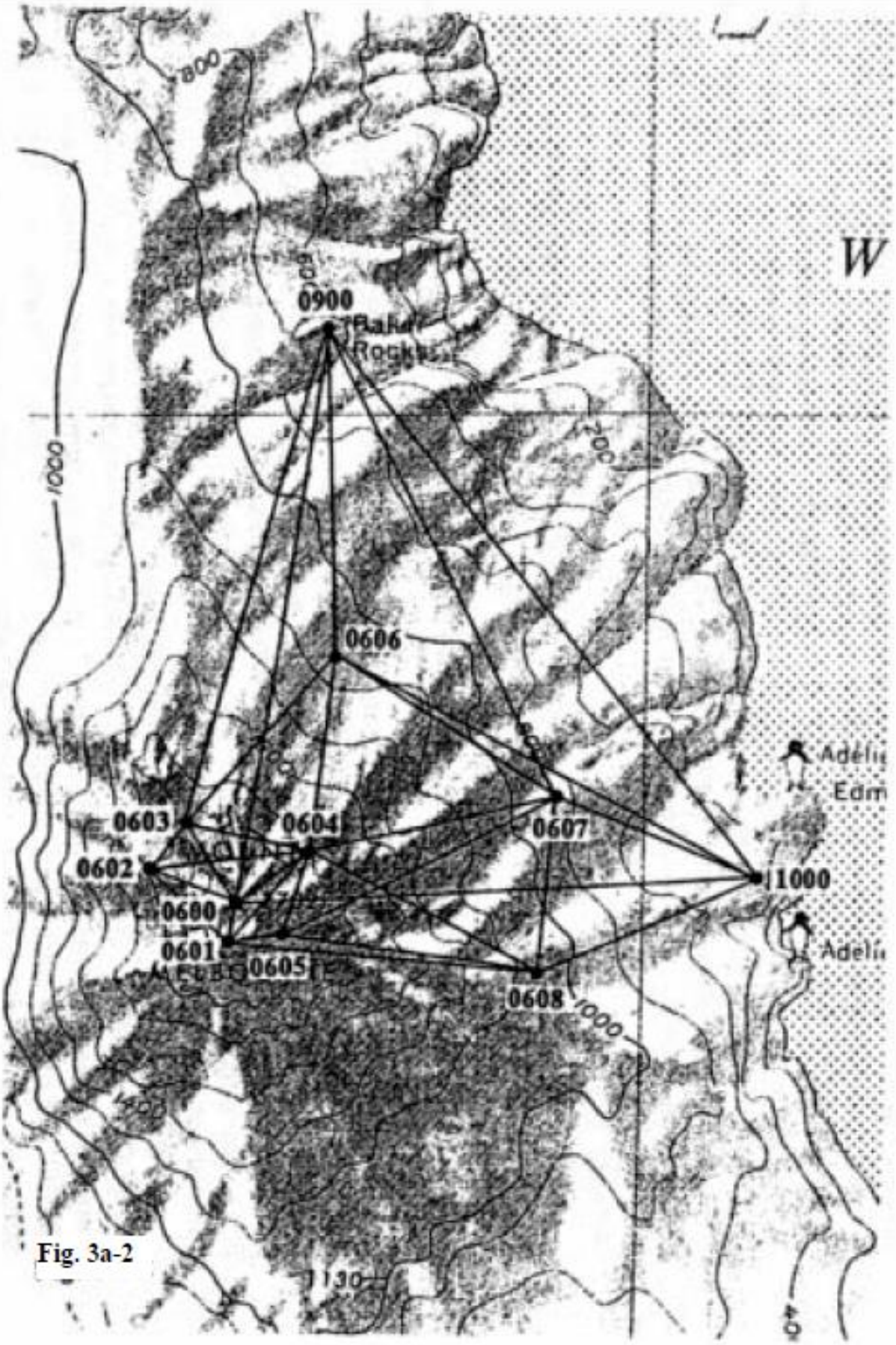
W
0900
Baker
Rocks
0606
0603
0604
0607
0602
1000
0600
0601
0605
0608
Adéli
Edm
Adéli
800
1000
1130

Fig. 3a-2

Dal 1991 è operativo un secondo sistema di misura (SIST2) alimentato dall.AIM (modulo automatico integrato) e collegato con il VAX 3800 della Base. La strumentazione è integrata da un magnetometro triassiale ad elevata sensibilità per condurre indagini sui fenomeni geomagnetici che riguardano i modi di risonanza della cavità Terra-ionosfera e della cavità magnetosferica (radiazione Schumann, micropulsazioni, risonanza Cerencov, ecc.). Questo osservatorio da quest'anno è diventato permanente con acquisizione remota dei dati.
Durante la permanenza estiva vengono eseguite manualmente le misure assolute delle componenti del campo geomagnetico. Queste misure sono necessarie per attribuire il livello di zero agli strumenti che misurano con continuità le 3 componenti del campo.

Attività svolta

Nel corso della IX Spedizione antartica sono state effettuate misure del campo geomagnetico in diverse bande di frequenza, e sono stati eseguiti una serie di interventi tecnici per risolvere alcuni problemi inerenti l'alimentazione elettrica dell'osservatorio, il rumore elettromagnetico prodotto dalla Base e la linea di comunicazione seriale tra l'osservatorio e la sala calcolo.
Le attività nell'osservatorio geomagnetico sono iniziate il 22/10/1993 con il trasferimento dei dati, registrati durante l'inverno australe '93, dalle memorie a stato solido dei 2 magnetometri a protoni e del datalogger 21X1 sul personal computer e sul VAX della Base. Si è proceduto al caricamento del software per l'acquisizione dei dati con campionamento a 60 s dei segnali relativi al campo magnetico totale F, e 30 s dei segnali relativi alle componenti X, Y e Z.
L'acquisizione dei segnali a frequenza più elevata è stata effettuata con l'unità a nastro EDR8000 con campionamento a 32 Hz. L'impiego di questo strumento è stato limitato da un guasto al sistema di trascinamento del nastro che ne ha compromesso il funzionamento dal 20/1/93. Da questa data i sensori Metronix sono stati connessi direttamente al VAX con un campionamento ridotto a 1 Hz, pertanto la banda di frequenza esplorata con tale strumento risulta limitata all'intervallo 0.001-2 Hz.
Dal 22/10/93 al 18/2/94 sono state eseguite 70 misure assolute di declinazione ed inclinazione magnetica e sono stati effettuati tutti i calcoli per la determinazione delle basi relative agli elementi H, D e Z.
Tutti i dati registrati durante l'inverno '93 e nel periodo di apertura della Base sono stati elaborati, graficati ed archiviati per essere utilizzati in Italia.
Sono state condotte osservazioni nella banda di frequenze che interessano la risonanza Schumann e le micropulsazioni.
Sono state effettuate correlazioni tra la variazione diurna di alcuni parametri di tali segnali con la variazione diurna della struttura della ionosfera.
Sono state affrontate, con i responsabili della logistica, le tematiche relative all'impatto elettromagnetico della Base sull'osservatorio geomagnetico e alle possibili strategie per minimizzarne gli effetti sulle misure. Nella presente campagna tali effetti sono stati particolarmente deleten nelle misure del campo totale F effettuate con 2 magnetometri a protoni. Sono stati eseguiti interventi tecnici sulle due linee di alimentazione del laboratorio geomagnetico con l'installazione di filtri di rete in cascata; inoltre si è reso necessario realizzare una presa di tema a mare indipendente da quella della Base, che è risultata elettricamente inquinata. Queste operazioni hanno consentito di eliminare del tutto il malfunzionamento dei 2 magnetometri a protoni e dal 29/12/93 i dati registrati non risultano più deteriorati da derive e spikes.
Le indagini nelle bande di frequenza più elevate, al di sopra di 50 Hz, non sono state effettuate a causa del rumore elettromagnetico antropico. L'insieme dei sistemi di generazione e distribuzione di energia elettrica della Base sono responsabili del rumore elettromagnetico in un ampio spettro di frequenze (50-8000 Hz), la cui intensità è di diversi ordini di grandezza superiore all'intensità dei segnali di interesse. Questo rumore viene prodotto principalmente dai dispositivi di potenza non lineari e dai transitori *on-off* ed ha avuto una crescita quasi esponenziale in questi ultimi 3-4 anni, benché la potenza erogata dai generatori "sinusoidali" non abbia subito significativi incrementi.
La distanza del laboratorio geomagnetico dalla Base è di circa 200 metri, tale distanza è molto più piccola della lunghezza d'onda relativa alle frequenze più alte dei segnali di interesse, pertanto nei confronti del rumore, alle stesse frequenze, l'osservatorio si troverebbe nel campo induttivo. Questo significa che l'attenuazione del rumore segue la legge dell'inverso del cubo della distanza, per cui sarebbe sufficiente allontanarsi dalla Base di 2 km per ottenere un'attenuazione del rumore

di 3 ordini di grandezza. Questa è l'unica soluzione adottabile per risolvere il problema e consentire, quindi, di effettuare misure anche nella banda 50Hz-8kHz. Le misure nella banda Schumann e nella banda delle micropulsazioni sono risultate leggermente inquinate anche dal rumore sismico di fondo e dal vento, per attenuare l'inconveniente è stato necessario montare i sensori Metronix su supporti di neoprene per l'assorbimento delle vibrazioni.
Il 4/2/94 è stato caricato sul SIST1 il software per l'acquisizione dei dati durante l'inverno '94 con campionamento di X, Y e Z ogni 4 minuti e F ogni 16 minuti. È stato inoltre avviato sul VAX della Base il processo di acquisizione dei dati del SIST2 con campionamento a 1 s di X, Y, Z, Xm, Ym e Zm.

Risultati scientifici

I dati registrati presso l'osservatorio geomagnetico vengono impiegati nello studio della variazione diurna polare, delle micropulsazioni a lungo periodo, delle variazioni secolari e degli effetti del ciclo solare sulla magnetosfera. L'influenza del ciclo solare sul sistema di correnti elettriche che fluiscono nella ionosfera polare e che sono responsabili della variazione diurna del campo geomagnetico, è uno dei temi che è stato possibile sviluppare grazie alla disponibilità di 7 anni di dati relativi alle variazioni temporali del campo polare.
Un altro tema di ricerca riguarda l'influenza dei fenomeni geomagnetici sui modi di risonanza della cavità Terra-ionosfera. Questo sistema fisico può essere considerato come un guscio sferico isolante limitato da due superfici elettricamente conduttrici: la Terra e la ionosfera. La cavità Terra-ionosfera si comporta come un sistema risonante la cui frequenza fondamentale è di circa 8 Hz. Sulla superficie terrestre è misurabile una radiazione di fondo continua dovuta ai modi di oscillazione della cavità, nota come "radiazione Schumann".
Nelle aree polari, lontane dalle sorgenti eccitanti naturali ed artificiali, è possibile osservare, in particolari circostanze, anche segnali di origine esterna alla Terra, nella banda di frequenze che interessano i modi di oscillazione della cavità. Questi segnali hanno origine nella "struttura di potenziale aurorale". Questo viene prodotto, nelle aree polari, dall'interazione del vento solare con il campo magnetico terrestre e subisce una notevole modulazione dall'orientazione del campo magnetico interplanetario "congelato" nel vento solare.
La struttura di potenziale aurorale è in gran parte esterna alla ionosfera, pertanto i segnali elettromagnetici generati in questo sistema vengono riflessi nello spazio interplanetario. Una piccola parte di questi segnali riesce a superare la ionosfera, attraverso meccanismi di risonanza onda-particella e possono essere misurati a terra.
Nella fascia oraria compresa tra le 09.30 e le 12.30 (LT) si è osservato un notevole aumento dell'energia elettromagnetica nella banda ULF/ELF. Questo fenomeno appare correlato con anomalie nella struttura della ionosfera evidenziate dai sondaggi ionosferici eseguiti nella presente campagna. I dati relativi al vento solare misurati da satellite consentiranno di definire meglio il fenomeno osservato.