

preparazione di un evento sismico. Le rimanenti stazioni di osservazione costituiranno la rete di II ordine e saranno di raffittimento. Queste avranno uno standard di precisione inferiore a 2 cm in planimetria e 3 cm in quota (al 95% di livello di confidenza). Le stazioni di raffittimento saranno misurate sia periodicamente che durante i periodi sismici. Parallelamente sarà iniziato il monitoraggio da satellite SAR delle stesse aree in modo da avere una banca dati di immagini sempre aggiornata. Lo standard di precisione della rete geodetica (anche di II ordine) consentirà di validare le immagini SAR a livello di una frangia (28 mm).

Con la raccolta dei primi dati significativi sarà eseguita una integrazione con le altre metodologie per definire i modelli di deformazione regionale e, quando possibile, locale.

Durante la fase di emergenza saranno subito analizzati i dati provenienti dalle stazioni permanenti per una prima stima delle deformazioni cosismiche piano altimetriche; contemporaneamente verrà pianificata la rivisitazione immediata dei vertici geodetici di II ordine posti in area epicentrale per misurare in dettaglio gli spostamenti del suolo nell'area più prossima alla faglia. Saranno acquisite le immagini da satellite SAR per ricavare interferogrammi differenziali con i quali quantificare il campo di deformazione continua. Saranno utilizzati entrambi i data set per eseguire la modellazione della sorgente sismica e quindi valutare l'evoluzione della deformazione del suolo durante la sequenza sismica in atto.

Saranno prodotte relazioni preliminari tecnico-scientifiche.

1.13. Misure di deformazioni crostali mediante indicatori archeologici costieri (*Progetto antiche strutture costiere romane e preromane come indicatori di tettonica attiva recente*)

Nel 1998 è proseguito lo studio di strutture archeologiche costiere per la valutazione di tettonica attiva recente. Infatti queste strutture, attualmente poste al di sotto o al di sopra dell'attuale livello del mare possono fornirci tali indicazioni, potendo considerarle alla stregua di antichi caposaldi di livellazione e quindi di valutare la entità dei movimenti verticali del suolo in aree di interesse geofisico (Sicilia sud-orientale, Isole Eolie, Puglia, Isole Pontine, Lazio, Campania e Calabria). I risultati vengono compenetrati con dati geodetici disponibili (reti GPS, linee di livellazione, dati mareografici), con dati geologici e geomorfologici subacerei e subacquei. Al momento sono stati conseguiti i primi risultati nelle isole Eolie (Basiluzzo), nelle isole Pontine (Ponza), nella penisola salentina e lungo la costa laziale. È stata conseguita una tesi di laurea. Nell'ambito del progetto sono stati rinnovati due incarichi professionali per ricerca bibliografica geologica, geofisica e archeologica, rilievi geologici e geomorfologici subacerei e subacquei.

1.14. Progetto Raffinamento delle stime del geoide locale per il controllo delle deformazioni verticali in alcune aree italiane

La conoscenza dettagliata del geoide riveste attualmente una grande importanza scientifica e pratica. A tale proposito si deve ricordare, infatti, che vengono attualmente utilizzati due differenti sistemi di altezze nella determinazione della posizione di un punto sulla superficie terrestre. Un sistema di altezze è definito dalla quota ortometrica, la quota definita rispetto al livello medio dei mari (perpendicolare quindi alla superficie equipotenziale media) che ci fornisce la topografia classica, l'altro è la

quota ellissoidica, definita dal sistema GPS rispetto all'ellissoide di riferimento del sistema WGS84.

In Italia la differenza tra ellissoide WGS84 e geoidi (quantificabile nella cosiddetta ondulazione geoidica N) non è affatto trascurabile. Se si osserva infatti la mappa delle ondulazioni geoidiche N per la regione italiana (ITALGEO95) si può notare come tali differenze possano raggiungere anche valori di circa 40-50 m.

Come abbiamo già detto, la conoscenza locale delle ondulazioni geoidiche consente di ottenere la relazione lineare che lega i due diversi sistemi di quote. Tale fatto riveste un'importanza fondamentale in diversi campi sia per scopi di ricerca scientifica che per usi civili, ad es. catastali, o anche militari ecc.; ma l'ambito per noi più importante è che la conoscenza del geoidi in area italiana consente il confronto tra la cartografia classica e quella ottenuta con il GPS. Ciò significa, ad esempio, che è possibile confrontare risultati ottenuti da livellazioni effettuate con metodi topografici classici con livellazioni effettuate con il GPS per il controllo delle deformazioni verticali.

La stima del geoidi locale viene sicuramente migliorata se si hanno a disposizione modelli digitali del terreno di elevata precisione e informazioni sulla densità delle masse superficiali. L'acquisizione e la validazione di DTM (Digital Terrain Model) possono essere utili anche nell'utilizzo di tecniche SAR per lo studio dei campi di deformazione crostale.

Tale progetto di ricerca si inquadra nelle attività di studio che hanno portato alla definizione della convenzione tra Istituto Nazionale di Geofisica, Politecnico di Milano, CNR, Telespazio, Istituto Geografico Militare e Ministero delle Finanze (dip. del Territorio) per l'istituzione dell'International Geoid Service.

1.15. Divulgazione attività scientifica tramite la rete internet e raccolta automatica dei dati macrosismici

Nel corso del 1998 è stato completato l'inserimento in rete internet di notizie e documenti riguardanti l'attività del reparto (<http://ing712.ingrm.it/>). La suddetta pagina è strutturata secondo i principali temi di ricerca: macrosismica, geodesia e gps, tsunami, sismicità e statistica, documenti storici. Completano la pagina ipertestuale una sezione divulgativa relativa al sistema solare e una sezione di raccolta dei dati macrosismici tramite internet. Quest'ultima sezione rappresenta il primo esperimento di raccolta dati macrosismici tramite internet: confidando in una sempre più ampia espansione della rete telematica, è stato messo a punto un metodo di compilazione del questionario macrosismico *on line* con registrazione automatica delle informazioni raccolte. I primi mesi di funzionamento del metodo di raccolta dati mostrano risultati incoraggianti, dimostrando una risposta positiva da parte del pubblico telematico.

2. Collaborazioni con Istituzioni nazionali e internazionali

2.1. Stazione mareografica "Tsunami Warning System"

L'obiettivo principale dell'attività 1998 per quanto riguarda la mareografia è stato senza dubbio la realizzazione della stazione pilota per il sistema di *tsunami warning*, nell'ambito del progetto europeo GITEC-TWO (Genesis and Impact of Tsunamis on the European Coasts). Il compito della

realizzazione e installazione della stazione nelle coste della Sicilia orientale (ad Augusta) è stato affidato all'I.N.G. in collaborazione con l'Università di Bologna. Nel corso dell'anno è stato messo a punto il progetto della stazione, è stato realizzato il software per la gestione della stazione stessa e per la messa a punto dell'algoritmo per l'invio di messaggi di allarme alla Protezione Civile locale. Collaborazioni internazionali sono state intrattenute per la definitiva realizzazione del primo catalogo unificato dei maremoti dell'area mediterranea. In particolare il catalogo è stato realizzato con la collaborazione dell'University of Bergen (Norvegia) e con l'University of Lisbon (Portogallo).

2.2. Geodesia

2.2.1 Collaborazione con il DIAR del Politecnico di Milano

Grande importanza scientifica e pratica riveste attualmente lo studio sul geoide. A tale proposito va sottolineato che vengono attualmente utilizzati due differenti sistemi di altezze nella determinazione della posizione di un punto sulla superficie terrestre. Un sistema di altezze è definito dalla quota ortometrica, la quota che ci fornisce la topografia classica, l'altro è la quota ellissoidica, definita dal sistema GPS. La conoscenza locale delle ondulazioni geoidiche consente di ottenere la relazione lineare che lega i due diversi sistemi di quote. Tale fatto riveste un'importanza fondamentale in diversi campi sia per scopi di ricerca scientifica che per usi civili, ad es. catastali, o anche militari ecc.: la conoscenza del geoide in area italiana consente il confronto tra la cartografia classica e quella ottenuta con il GPS. L'International Geoid Service (IGeS) è un ente internazionale creato nell'ambito dell'International Association of Geodesy (IAG) si propone di studiare il geoide nell'area italiana e mediterranea utilizzando misure gravimetriche di superficie. La collaborazione e il supporto che l'ING fornirà all'IGeS avrà delle ricadute importanti; saranno infatti a disposizione del nostro Istituto i valori del geoide gravimetrico per l'area italiana.

F. Riguzzi fa parte del Comitato Scientifico dell'IGeS e ivi rappresenta l'ING.

2.2.2 Collaborazione con l'INFN, il CNRS di Orsay e il CERN di Ginevra

Nel 1998 è continuata la collaborazione con l'INFN di Pisa e il CNRS di Orsay per effettuare rilievi GPS per l'antenna gravitazionale di Virgo (Pisa) e con l'INFN dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso e il CERN di Ginevra per fornire la posizione dei laboratori con il metodo GPS.

2.3. Border Earthquake Assessment

Il progetto BEA, stipulato con il Geophysical Survey of Slovenia, ha l'obiettivo di preparare le condizioni per uno studio degli effetti di un eventuale forte terremoto nell'area di confine italo-slovena.

Lo scopo è quello, utilizzando procedure comuni, sia di raccolta che di analisi dei dati macrosismici, di costruire mappe e scenari "senza frontiere". I dati fin qui raccolti sono confluiti nei rispettivi bollettini macrosismici.

L'area oggetto della ricerca è stata sede di disastrosi terremoti per l'ultimo dei quali (Friuli 1976) non esiste campo macrosismico ufficiale

relativo a tutta l'area di risentimento. Il presente progetto, nato nel 1996, è tutt'ora in corso.

2.4. GITEC

A partire dalla fine del 1992 e fino al febbraio '96, l'U.O. Geodinamica ha partecipato al progetto CEE denominato GITEC (Genesis and Impact of Tsunamis on European Coasts) coordinato dall'Università di Bologna, al quale hanno preso parte numerose nazioni europee quali Italia, Francia, Portogallo, Grecia, Norvegia, Gran Bretagna e Bulgaria. Lo scopo del progetto è stato quello di studiare i meccanismi di genesi dei maremoti e valutare l'hazard lungo le coste europee per la riduzione del rischio. Il progetto ha avuto un suo seguito dal giugno '96 nel nuovo progetto UE GITEC-TWO (Genesis and Impact of Tsunamis on European Coasts - Tsunami Warning and Observations) nel quale l'I.N.G. ha il compito di realizzare il primo sistema italiano di "tsunami warning" nelle coste della Sicilia orientale. L'area prescelta è la zona di Augusta (SR) caratterizzata nei secoli passati da forti terremoti tsunamigenici.

2.5. Paleotsunami

In Gargano, essenzialmente nell'area del Lago di Lesina e delle paludi di Frattarolo (Manfredonia), si sono effettuate due campagne di indagine geologica per lo studio di paleotsunami, in collaborazione con i ricercatori dell'Università di Coventry (UK). Campagne che si sono rivelate interessanti almeno alla luce dei primi risultati, in quanto hanno mostrato, almeno per la zona del lago, la possibilità di escludere la presenza di paleomaremoti rilevanti.

2.6. Geodesia e geofisica

Il progetto TYRGEONET è sorto in collaborazione con diversi Istituti di ricerca sia italiani che esteri quali il CNES (Centre Spatial de Toulouse) Francia e l'IPG (Institut de Physique du Globe) di Parigi (Francia); l'Institut National de la Météorologie di Tunisi (Tunisia); l'Università di Salonicco (Grecia). Lo scopo di tale rete è quello di misurare il campo di deformazione dell'area italiana partendo dalle ipotesi formulate da vari autori sulla apertura del Mar Tirreno. L'area mediterranea presenta una tettonica complessa caratterizzata dalla interazione delle placche africana ed euroasiatica. Dati geofisici e geologici hanno permesso il riconoscimento di strutture deformative nell'area tirrenica che evidenziano la presenza di stress tettonici dovuti a movimenti distensivi ed una rotazione antioraria della penisola italiana. A causa della complessità dei processi tettonici dell'area italiana e delle regioni circostanti, è indispensabile sviluppare l'indagine geodetica lungo due direzioni: da un lato è necessario definire un quadro generale del campo di deformazione attraverso l'istituzione di una rete geodetica a scala regionale; contemporaneamente le indagini localizzate in aree di particolare interesse sismico vanno inquadrare nel panorama più generale della tettonica del Mediterraneo centrale.

Unità Organica Geomagnetismo

Sintesi dell'attività scientifica svolta nel 1998

Introduzione

Anche per il 1998 le attività dell'U.O. Geomagnetismo si articolano su tre rami principali: I) L'acquisizione dati e l'espletamento dei servizi di competenza degli Osservatori geomagnetici. II) Le misure sulle Reti Magnetiche, in particolare la rete italiana nel quadro della ripetizione quinquennale per la pubblicazione delle carte magnetiche d'Italia aggiornate e III) Le attività di ricerca scientifica e tecnologica.

Le attività di ricerca scientifica e tecnologica sono articolate in settori specifici. Questi settori sono ordinati sinteticamente secondo il seguente criterio: le ricerche in geomagnetismo della Terra solida, le relazioni Sole-Terra, le ricerche in paleomagnetismo e magnetismo delle rocce e quelle relative alle innovazioni tecnologiche. Per svolgere le sue attività nel geomagnetismo si sviluppano programmi in collaborazione con altre strutture italiane (Università ed Enti) ed internazionali, nei programmi CEE, e nel Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA).

Negli ultimi anni stato allestito un sito Internet per l'U.O. di Geomagnetismo nel sito dell'ING. Le pagine (sempre in sviluppo) coprono parte delle attività dell'U.O.. Sono state inserite sezioni dalle quali è possibile avere direttamente dati forniti dalle attività di servizio dell'U.O. Geomagnetismo, come la visualizzazione dei dati dell'Osservatorio di L'Aquila o gli indici K dello stesso osservatorio. È stato inoltre sviluppato del software con il linguaggio JAVA che permette di visualizzare i dati degli osservatori nelle pagine Web del sito Internet dell'Istituto.

1.1 Gli osservatori e la Rete geomagnetica

Per assicurare l'obiettivo della registrazione continuativa delle variazioni temporali delle componenti del campo magnetico terrestre a lungo termine, negli Osservatori magnetici, si effettuano l'acquisizione automatica dell'intensità del campo e delle sue componenti, e le misure assolute di calibrazione.

L'Aquila è l'Osservatorio principale ove sono in funzione un variografo fotografico e due variometri automatici digitali con acquisizione diretta e collegamento in linea telefonica con Roma. L'Osservatorio di L'Aquila è inoltre centro di riferimento per le tarature di strumenti per gli utenti italiani e centro di realizzazione, sperimentazione e controllo di nuova strumentazione magnetica. Le operazioni in loco sono curate da personale dell'Istituto ivi residente. Castello Tesino (TN) è un Osservatorio non presidiato. Per le registrazioni digitali viene utilizzato un fluxgate in assetto automatico. In questo Osservatorio vengono effettuate regolari visite da parte di personale specializzato che esegue misure assolute di norma una volta al mese. Gibilmanna (PA) è l'Osservatorio dell'I.N.G. per la Sicilia. Per il geomagnetismo questo Osservatorio è considerato secondario e in attesa

di spostamento a causa di disturbi causati dalla vicina linea ferroviaria elettrificata Messina-Palermo.

Con i dati degli Osservatori vengono pubblicati l'Annuario, contenente le medie orarie, mensili ed annuali dei valori assoluti degli elementi D, H, Z, i Bollettini mensili degli indici K, caratterizzanti l'attività magnetica e la classificazione delle variazioni rapide (solo per l'Osservatorio di L'Aquila), nonché i bollettini quadrimestrali delle ore 02 UT che forniscono i valori istantanei delle 3 componenti e il valore del campo totale, in giorni selezionati. Le pubblicazioni in oggetto sono regolarmente aggiornate.

Una Rete Magnetica è un insieme di località sulle quali periodicamente personale specializzato effettua misure assolute delle tre componenti del campo magnetico che vengono utilizzate per studi di modellizzazione matematica del campo, cartografia e variazione secolare. In Italia la Rete fondamentale è costituita da 106 stazioni; la periodicità fondamentale di ripetizione è quinquennale, tra un anno di riferimento ed il seguente vengono effettuate le misure di campagne.

1.2. La ricerca scientifica

Indagini ambientali: Tecniche di esplorazione del sottosuolo con l'impiego di metodi magnetici vengono impiegate per accertare la presenza di oggetti metallici magnetizzati sepolti. In particolare queste indagini sono state rivolte alla ricerca nel sottosuolo di fusti interrati di natura metallica su richiesta del Nucleo Operativo Ecologico dei Carabinieri utilizzando diversi tipi di magnetometro. Questo tipo di studi ha consentito ai ricercatori di acquisire maggiore esperienza in questo particolare settore e di raggiungere risultati sempre più interessanti sia per fornire risposte precise ai richiedenti sia per poter crescere scientificamente nel settore ancora allo stato sperimentale.

Variazione secolare: Vengono costruiti modello spazio-temporali sia polinomiali che in armoniche sferiche a differenti scale spaziali. I coefficienti vengono selezionati con metodi di analisi robusta. A seguito del lavoro avviato nel 1996 sulla scoperta di un jerk (cioè una rapida variazione nella pendenza della curva della variazione secolare) in Europa in corrispondenza del 1991, si è proceduto con l'analisi dei dati di 74 osservatori distribuiti su tutto il globo confermando l'esistenza del fenomeno su scala globale con caratteristiche peculiari.

Modellazione matematica del campo: Oltre alle tecniche tradizionali che vengono applicate sui dati ottenuti con le Reti effettuate nel 1995 per la rappresentazione del campo geomagnetico, per la penisola italiana e per la rete magnetica albanese, è stato proposto un metodo integrale a inversione matriciale per la stima dei coefficienti dello sviluppo in armoniche sferiche su calotta sferica. L'analisi su calotta sferica è stata estesa anche come metodo di rappresentazione del campo locale di gravità, permettendo di formulare le espressioni dell'ondulazione del geoide e le componenti della deflessione della verticale in armoniche sferiche frazionarie. Altri modelli sono stati sviluppati per la stima della profondità del basamento magnetico.

Analisi non lineare: Analisi non lineari, di tipo frattale nello spazio e di tipo caotico nel tempo sono state applicate sui dati di variazione secolare del campo geomagnetico. Si è individuata una forte componente caotica nell'evoluzione del campo geomagnetico durante gli ultimi 150 anni e una

possibile frattalità del potenziale al confine mantello-nucleo, che, a sua volta, corrisponderebbe ad una frattalità della stessa topografia alla separazione tra le due zone interne alla Terra. Le possibili conseguenze sono attualmente in fase di studio. Un altro metodo di analisi di superfici frattali è stato rivisitato e perfezionato.

Rotazione Terrestre: È stato studiato il ruolo dei forti terremoti nelle variazioni della rotazione terrestre per definire l'importanza della sismicità globale nell'eccitazione della nutazione libera della Terra (Chandler wobble) e nelle variazioni secolari del polo di rotazione terrestre. Sono stati presi in considerazione anche i fenomeni asismici come spostamenti di masse lungo le zone di subduzione. I risultati mostrano che il trend prodotto da questi fenomeni è dello stesso ordine di grandezza delle variazioni indotte dai terremoti ed è orientato in direzione opposta. Almeno nell'arco degli ultimi venti anni i terremoti ed i fenomeni asismici, associati al zone di subduzione attive, si annullano a vicenda, producendo un effetto cumulativo nullo sulle variazioni del moto del polo terrestre solo su brevi scale di tempo.

Tettono-elettromagnetismo: Il fine di queste ricerche è nel voler contribuire, con una dettagliata raccolta di dati, alla migliore conoscenza delle possibili relazioni fra la geodinamica e gli effetti magnetici ed elettromagnetici ad essa associati. È proseguito lo studio dell'effetto sismomagnetico nell'area dell'Aquilano con l'acquisizione dati dai 4 magnetometri a protoni installati in questi ultimi anni con campionamento temporale costante. È proseguita inoltre fino metà 1998 l'acquisizione di dati magnetotellurici presso la stazione di Colle Meluccio in Abruzzo, l'unica stazione MT a funzionamento continuativo in Italia per un lungo periodo.

Induzione elettromagnetica nell'interno della Terra. Gli obiettivi perseguiti in questo ambito sono: I) la diagnosi della struttura geotettonica sotto il Mar Tirreno e l'approfondimento delle conoscenze sulla conducibilità in aree con crosta sottile e mantello superiore di tipo oceanico con l'ampliamento delle conoscenze sull'anomalia geotermica occidentale (Lardarello/Travale), II) lo studio della variazione di resistività elettrica del sottosuolo e della possibile attinenza ai fenomeni di microsismicità registrati nella regione a nord-ovest della Boemia (Rep. Ceca). Sono stati preparati due rapporti tecnici valutativi con alcuni risultati preliminari che mettono in relazione i risultati elettromagnetici ottenuti con la natura sismogenetica dell'area. Una migliore definizione dell'assetto strutturale conduttivo a sud della fascia dell'Italia centrale recentemente studiata.

Le relazioni Sole-Terra: Per contribuire ad una migliore conoscenza delle interazioni tra vento solare, magnetosfera e ionosfera, si è proseguito nell'elaborazione dei dati sia dalle stazioni italiane che da stazioni antartiche. L'indagine è stata indirizzata ai fenomeni delle pulsazioni magnetiche che sono stati studiati in varie bande. Particolare enfasi è stata data allo studio degli effetti del passaggio della nuvola magnetica interplanetaria (evento del 10-11 Gennaio 1997) che è stata oggetto di studi coordinati in ambito internazionale. I dati provenienti dalle stazioni italiane ed antartiche hanno mostrato fluttuazioni simili suggerendo che l'impulso di vento solare associato al passaggio della nuvola abbia innescato oscillazioni risonanti nella cavità magnetosferica. Sono state effettuati studi

sulla probabilità di distribuzione delle fluttuazioni del campo magnetico terrestre su breve scala temporale registrate a Baia Terra Nova in Antartide. Il risultato di questa analisi ha portato alla conclusione che la distribuzione delle fluttuazioni in zona polare, su breve scala temporale, non è gaussiana nei periodi disturbati mostrando delle strette analogie con la distribuzione seguita dai parametri del vento solare. Analoghe considerazioni sono state effettuate su dati riometrici registrati anch'essi presso la base antartica italiana. Il loro confronto con i dati magnetici mostra una maggiore casualità e irregolarità seguendo le caratteristiche tipiche di un rumore colorato. Nell'ambito dello studio delle sorgenti esterne del campo geomagnetico è stata affrontata la ricostruzione delle strutture di correnti presenti sul piano equatoriale utilizzando i dati raccolti dal satellite AMPTE/CCE-CHEM per due differenti livelli di attività di disturbo geomagnetico ($AE < 100$ nT e $100 \text{ nT} < AE < 600$ nT).

Nuova tecnologia: Sono stati realizzati diversi dispositivi per misure geomagnetiche: a) Un sensore flux-gate triassiale elicoidale, b) Un sensore flux-gate triassiale toroidale dell'elevata sensibilità (0.001 nT) ed una estesa banda passante, c) Un sensore flux-gate biassiale toroidale ad altissima stabilità termica, d) Un sistema originale per il condizionamento dei segnali analogici dei magnetometri flux-gate (amplificazione multiparametrica). In particolare sono stati realizzati per l'immediata utilizzazione: A) Due magnetometri con i sensori flux-gate triassiali toroidali per gli osservatori di C. Tesino e L'Aquila. B) Un magnetometro con il sensore flux-gate biassiale autorientante per il progetto Geostar. C) Un magnetometro a protoni, installato presso l'osservatorio astronomico di Colle Urania (Teramo), nell'ambito di un progetto di sismo-magnetismo. Il magnetometro a fluxgate biassiale per la stazione bentina, nell'ambito del progetto CEE GEOSTAR, è stato inoltre adattato e controllato con diversi test di laboratorio.

Paleomagnetismo e Geodinamica Negli ultimi anni si sono conclusi studi sulle rotazioni tettoniche post-Messiniane al margine adriatico dell'Appennino marchigiano e romagnolo che dimostrano che la curvatura odierna dell'Appennino settentrionale è stata acquisita per un processo oroclinale, e la revisione dei dati paleomagnetici rilevanti per la ricostruzione dell'evoluzione geodinamica neogenica e quaternaria della penisola italiana. Si sono concluse inoltre le misure paleomagnetiche sui sedimenti di età Tortoniano-Messiniano del bacino di Amantea (Calabria). I risultati acquisiti sono importanti per la comprensione delle modalità di traslazione e rotazione del blocco calabro-peloritano. Sono stati inoltre avviati studi di paleomagnetismo e geodinamica nei sedimenti, di età compresa tra il Messiniano ed il Pleistocene, del margine sudoccidentale della Sicilia.

Magnetostratigrafia: Si è concluso lo studio della magnetostratigrafia della sezione di Pietrasecca, quale possibile sezione-tipo per il passaggio Tortoniano/Messiniano. Nuovi dati di stratigrafia magnetica ottenuti ai margini della conca aquilana hanno permesso di fornire un primo vincolo cronologico alla deposizione delle 'Brecce Mortadella', che costituiscono un diffusissimo deposito continentale Pleistocenico delle dorsali carbonatiche abruzzesi. È stata inoltre investigata una successione di loess affiorante nella parte più meridionale del Plateau cinese con la duplice finalità di approfondire lo studio delle proprietà magnetiche di questo particolare sedimento e di investigare l'evoluzione climatica di questa regione, nel corso degli ultimi 150 mila anni. I risultati di questo studio hanno ulteriormente

evidenziato le potenzialità del paleomagnetismo per studi di carattere climatico-ambientale sottolineando che l'evoluzione climatica di questa regione, e quindi il sistema di circolazione monsonica, è variata in stretta connessione con l'evoluzione climatica globale. Sono proseguite le indagini magnetostratigrafiche effettuate nell'area di Roma al fine di porre dei vincoli stratigrafici all'evoluzione tettonica di quest'area nel corso dell'ultimo milione di anni.

Anisotropia magnetica delle rocce. Sono proseguiti gli studi di anisotropia della suscettività magnetica e della rimanenza in sedimenti marnosi e argillosi per la ricostruzione e il confronto tra *fabric* magnetico totale delle rocce (evidenziato dall'analisi dell'anisotropia della suscettività magnetica) e *fabric* della sola frazione ferromagnetica (dall'analisi dell'anisotropia della rimanenza). Tali studi sono allo studio della deformazione in formazioni argillose neogeniche e quaternarie e all'analisi del rapporto tra mineralogia e *fabric* magnetico di un sedimento. Sono state studiate le successioni terrigene cenozoiche della Fossa Sarda, ove l'analisi dell'anisotropia della suscettività magnetica (AMS) ha permesso di mettere in evidenza diverse fasi tettoniche che si sono succedute durante il Terziario. Si è inoltre effettuato uno studio geofisico interdisciplinare tra analisi di anisotropia della suscettività magnetica, di break-out in pozzi profondi e di meccanismi focali al margine adriatico dell'Appennino Centro-Settentrionale, allo scopo di ricostruire l'evoluzione del campo di stress tramite il confronto tra deformazione plio-pleistocenica (evidenziata dallo studio delle anisotropie magnetiche) ed il campo di stress attuale (come determinato da analisi su break-out e meccanismi focali).

Mineralogia magnetica e magnetismo ambientale. Sono stati condotti studi di dettaglio sulle proprietà magnetiche dei solfuri di ferro ferromagnetici, con particolare riguardo alla greigite (Fe_3S_4). Lo studio intrapreso ha posto in evidenza i parametri magnetici più significativi per individuare la presenza di tali minerali in una roccia. La greigite è infatti particolarmente frequente, come principale portatore di magnetizzazione naturale rimanente, nei sedimenti italiani recenti formati in ambiente riducente, ed ha proprietà magnetiche poco conosciute ed estremamente importanti per una corretta interpretazione dei dati derivanti da studi paleomagnetici.

Il laboratorio è inserito in un progetto di cooperazione europea per la realizzazione di una rete di laboratori di paleomagnetismo tra vari paesi (Inghilterra, Olanda, Svizzera, Austria, Germania, Italia, Francia e Spagna), finalizzata alla messa a punto di un protocollo concordato di analisi nel campo del magnetismo ambientale e per l'avvio di una serie di ricerche indirizzate allo studio delle relazioni tra clima (sia attuale che passato) e proprietà magnetiche dei suoli e dei sedimenti, nonché delle potenzialità dei metodi del magnetismo ambientale per la rilevazione e la caratterizzazione della modalità di dispersione degli agenti inquinanti nell'ambiente naturale.

Unita' Organica Aeronomia

Sintesi delle attività scientifiche

Introduzione

Il termine Aeronomia fu introdotto per la prima volta da Chapman nel 1932 per indicare quella parte della Geofisica che studia i fenomeni chimici e fisici della atmosfera terrestre ad una quota superiore ai 30 km. Tradizionalmente nell'Istituto Nazionale di Geofisica le attività scientifiche svolte dall'U.O.A. hanno riguardato principalmente la Fisica della ionosfera e le sue applicazioni alla radiopropagazione; recentemente l'interesse scientifico si è orientato anche a studi sistematiche ambientali inerenti le interazioni tra media ed alta atmosfera.

1. Servizio ionosferico nazionale e previsioni ionosferiche

L'Istituto Nazionale di Geofisica è attualmente l'unica istituzione scientifica in Italia che compie misure continue e sistematiche dei fenomeni ionosferici attraverso i due Osservatori Ionosferici di Roma e Gibilmanna (PA). I risultati di queste osservazioni, ottenuti attraverso un complesso lavoro di interpretazione delle registrazioni, sono pubblicati su bollettini mensili ed annuari inviati regolarmente al World Data Center (Boulder, Co.-USA) e a diverse istituzioni internazionali, e contribuiscono in modo fondamentale alla sinottica ionosferica del pianeta. Infatti la stazione ionosferica di Roma, frequentemente citata nella letteratura scientifica internazionale, è attiva dal 1949, ovvero possiede oltre cinque cicli solari di osservazioni continue che consentono studi di variazioni a lungo termine del campo ionosferico. La stazione ionosferica di Gibilmanna trae la sua importanza dalla sua posizione geografica, rappresentando l'osservatorio ionosferico a più basse latitudini dell'area Europea. Recentemente, un terzo Osservatorio ionosferico è stato installato a Bala Terra Nova (1993), nella base italiana in Antartide, per l'osservazione e lo studio dei complessi fenomeni fisici dell'atmosfera ionizzata a latitudini polari.

La stazione Ionosferica di Roma è stata equipaggiata nel 1997 con una nuova ionosonda digitale DPS4 (Lowell University, Massachusetts, USA) corredata da un nuovo e complesso sistema di antenne riceventi, per l'installazione della quale è stato necessario un pesante supporto oltre che tecnologico anche logistico da parte dell'U.O.A.. Test di laboratorio sono tuttora eseguiti per il controllo dell'apparato sperimentale del DPS4 e correlazioni statistiche sono state fatte tra le misure ottenute con la DPS4 e la precedente ionosonda per la verifica della attendibilità del dato osservato. La DPS4 installata a Roma fa parte di un recente network di stazioni ionosferiche on-line distribuite sul globo terrestre e raggiungibili via internet. Tale strumento consente non solo la interpretazione automatica degli ionogrammi e la inversione ad altezze vere del profilo di densità elettronica ma anche una serie di attività sperimentali quali ad esempio la misura dei venti termosferici, di deriva del plasma ionosferico ed il digital beamforming grazie al sistema ricevente multiantenne. Le misure ionosferiche della stazione di Roma sono visibili in tempo reale nella pagina internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica (Fig.1). La DPS4 è anche provvista di uno speciale software per l'analisi dei dati eventualmente già interpretati e per la loro archiviazione.

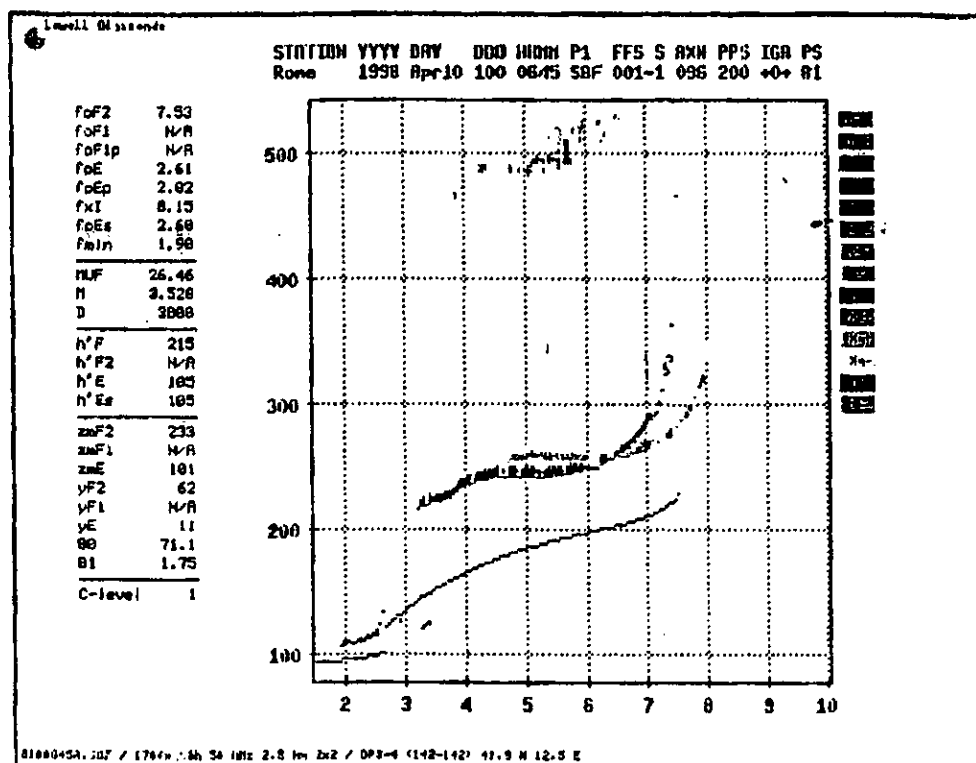


Figura 1. Esempio di ionogramma verticale prodotto presso l'Osservatorio ionosferico di Roma con la nuova digisonda DPS4. Nella colonna a sinistra del plot sono riportati i valori autoscalati dei parametri fisici caratteristici degli strati ionosferici. La traccia nera sul plot definisce il profilo verticale di densità elettronica ottenuto sempre automaticamente sulla base dei parametri ottenuti con il sondaggio. Questo prodotto è disponibile in tempo reale sul nodo Internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica.

Le osservazioni ionosferiche collezionate negli osservatori sono utilizzate non solo per scopi di ricerca scientifica ma anche per la produzione di diagrammi di previsione per la radiopropagazione ad onda corta via ionosfera. L'U.O.A. pubblica mensilmente, e con due mesi di anticipo, previsioni per la propagazione ionosferica a lungo termine utili alla pianificazione dei radiocollegamenti ad onda corta. Le previsioni, presentate in forma grafica, hanno validità nell'area mediterranea e vengono inviate regolarmente al Ministero della Difesa, al Ministero dell'Interno e alla Protezione Civile. In particolare, il Ministero della Difesa è divenuto negli ultimi anni il maggiore utente del servizio di previsioni ionosferiche, soprattutto in coincidenza dei sempre più numerosi impegni delle Forze Armate italiane in zone al di fuori dei confini nazionali. Una continua assistenza nella pianificazione dei radio collegamenti HF è stata infatti fornita sia all'Ispettorato Trasmissioni dell'Esercito che alla Marina Militare in occasione delle recenti operazioni di pace. Il metodo di previsione ionosferica è basato su modelli fisico-empirici regionali. Per previsioni relative a collegamenti a lunga distanza o per previsioni a corto termine si utilizzano invece metodi basati su modelli globali od elaborati ad hoc.

Per le previsioni ionosferiche a corto termine e per le previsioni di particolari disturbi quali ad esempio il SID (sudden ionospheric disturbance) nell'area mediterranea, l'U.O.A. collabora con il CNET-France-Telecom (Lannion-Francia), fornendo le osservazioni delle frequenze di plasma ionosferico su base giornaliera.

Per quanto riguarda le previsioni ionosferiche a cortissimo termine o "day-to-day forecasting", l'U.O.A. collabora con il centro europeo costituito recentemente presso il RAL (Rutherford-Appleton Laboratory-England) e con lo Ionospheric Prediction Service Australiano inviando in tempo reale alcuni parametri di sondaggio ionosferico sulla base dei quali opportuni modelli sono in grado di fornire mappe delle condizioni ionosferiche sulla regione Europea disponibili su internet.

2. Studi e applicazioni nell'ambito del modellamento del campo ionosferico regionale e planetario.

Negli ultimi anni sono stati sviluppati particolari algoritmi per il modellamento regionale dei parametri ionosferici. Tali studi si sono inseriti all'interno dei progetti COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) finanziati dalla Comunità Europea. Lo scopo del progetto recentemente concluso, denominato PRIME (Prediction and Retrospective Ionospheric Modelling over Europe), è stato quello di approfondire la conoscenza del comportamento nello spazio e nel tempo del plasma ionosferico a medie latitudini, per valutarne gli effetti sui sistemi in uso per telecomunicazioni radio. Il progetto COST251-IITS (Improved quality of service in Ionospheric telecommunication System planning and operation), attualmente in atto e che coinvolge l'U. O. A. non solo come attività di ricerca ma anche di coordinamento scientifico tra le università e istituti dei paesi europei partecipanti, sottolinea la necessità di sviluppare ricerche sugli effetti della ionosfera sulle radiocomunicazioni intese, non semplicemente, come pianificazione dei collegamenti HF ma comprendente un range di applicazioni che va dai sistemi satellitari GPS, radar transorizzonte, radar altimetri ed altri strumenti geodetici fino al complesso insieme di fenomeni dello spazio circumterrestre definito come "Space Weather".

Il contributo scientifico dell'U.O.A. a questo progetto ha riguardato nel periodo 1997/98 non solo la consueta attività sperimentale e di misura per il continuo aggiornamento della recente Banca Dati Ionosferici Europea costituita presso l'ICTP (International Center of Theoretical Physics) di Trieste consultabile via internet, ma anche una serie di ricerche teorico sperimentali finalizzati allo sviluppo di modelli per previsioni a medio/lungo termine dei parametri ionosferici per regioni comprendenti la alte latitudini ove i fenomeni ionosferici sono notoriamente più complessi e connessi più o meno direttamente allo spazio interplanetario (ISIRM, Improved Simplified Ionospheric Regional Mapping e SWILM, Space Weighted Ionospheric Local Modelling). Mentre l'ISIRM costituisce una evoluzione del precedente modello SIRM già applicato nel Computer Program dell'azione COST238 PRIME, il nuovo modello SWILM si basa su una originale metodo matematico che utilizza la tecnica di moltiplicatori di attenuazione per determinare con buona accuratezza il valore aspettato di una grandezza ionosferica.

Sempre nell'ambito del progetto COST251-IITS, e' stato iniziato nel 1997 e sviluppato nel 1998 uno studio in collaborazione con l'Universita' di Rennes (Francia) e con il CNET-Telecom di Lannion (Francia) per la simulazione di sondaggi ionosferici obliqui utilizzando le tecniche di ray-tracing sulla base dei profili di densita' elettronica modellati dal PRIME. I buoni risultati preliminari di questa ricerca hanno mostrato che, attraverso le simulazioni ottenute comparate con misure sperimentali del sistema "Scipion" (Francia), e' possibile determinare quali tipi di correzione sono necessari ai profili verticali per ridurre l'errore nella determinazione del target. Sviluppi molto interessanti riguardano l'utilizzo dei sopradetti modelli di ray-tracing per applicazioni radar in HF.

Sono inoltre proseguiti nel 1998 gli studi iniziati nel 1997 riguardanti la morfologia dell'alta atmosfera e le interazioni Sole-Terra iniziate negli anni precedenti nel campo delle TIDs (Travelling Ionospheric Disturbances) e nel campo delle AGWs (atmospheric gravity waves).

Un risultato particolarmente importante e' stato conseguito nello studio della morfologia dello strato ionosferico F₂ definendo una funzione che ne descrive la probabilita' di occorrenza. Tale funzione, perfezionata e verificata nel 1998, e' stata adottata dall'International Reference Ionosphere (IRI), uno dei modelli internazionalmente piu' usati ed accettati, e sara' inserita nel relativo software program.

Campagne speciali di sondaggio ionosferico verticale ad alta frequenza di ripetizione sono state condotte nel 1998 al fine di studiare in dettaglio la variabilita' interoraria delle condizioni ionosferiche. Tali campagne sono state coordinate con simili misure eseguite in Germania in collaborazione con l'Universita' di Bonn.

Sono in fine state utilizzate e perfezionate le tecniche di modelling sviluppate per l'Europa per la descrizione del campo ionosferico regionale comprendente zone di bassa latitudine. In particolare questo studio, in collaborazione con il CRIRP (China Research Institute of Radiowave Propagation), ha determinato l'introduzione di una funzione ad hoc per la descrizione delle frequenze di plasma in una "zona di transizione" tra le medie e le basse latitudini in grado di assicurare la continuita' del campo ionosferico. Questo studio e' stato condotto nell'ambito della cooperazione scientifica Italia-Repubblica Popolare Cinese, promossa dal Ministero degli Affari Esteri.

3. Misure e ricerche sperimentali nell'alta atmosfera e nella ionosfera con tecniche radio

Nel campo della fisica dell'alta atmosfera, le grandezze caratteristiche di interesse non possono generalmente essere misurate in situ, soprattutto quando le misure richieste debbono essere continue e sistematiche. Tali parametri sono generalmente ricavati da misure radioelettriche (ampiezza, fase, spostamento Doppler ecc.) di segnali radar o apparecchiature riceventi passive di stazioni e osservatori a terra. A questo proposito negli Osservatori di Roma e Gibilmanna sono stati installati particolari strumenti che, insieme alle tradizionali misure delle caratteristiche ionosferiche necessarie nel campo delle telecomunicazioni, permettono: 1) lo studio della bassa ionosfera attraverso l'osservazione dell'altezza delle superfici di isodensita' elettronica misurata con ricevitori sintonizzati su stazioni Omega nel campo delle frequenze VLF; 2) lo studio dell'atmosfera ionizzata, intesa in senso globale, attraverso la misura del contenuto colonnare di elettroni, TEC (Total

Electron Content), tramite ricevitori NNSS (*Navy Navigation Satellite System*). Questi due tipi di osservazioni sono completate con un altro sistema HF-Doppler (realizzato nel laboratorio dell'U.O.A.) per la misura della velocità di deriva del plasma ionosferico che permette una maggiore comprensione dei fenomeni dinamici. Da tali misure è possibile dedurre informazioni sulla propagazione delle onde atmosferiche di gravità confrontandole con altre misure simultanee quali i sondaggi ionosferici ad elevata ripetizione, misure di TEC e VLF.

Avendo poi a disposizione la nuova digisonda DPS4, è stato anche iniziato uno studio che utilizza le sky-map prodotte e relative alle sorgenti Doppler a cui sono associate le velocità effettive del plasma ionosferico. Studi preliminari per lo sviluppo di modelli fisico matematici di queste misure sono stati affrontati nel 1998.

Per quanto concerne l'individuazione e la convalidazione di una metodologia per la valutazione del TEC in tempo quasi reale, è stato recentemente approvato e finanziato dal CNR un progetto di ricerca che vede la collaborazione dell'Istituto per lo studio delle Onde Elettromagnetiche del CNR, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e del Centro Internazionale di Fisica Teorica (ICTP). È noto come nella radiopropagazione tra il Cosmo e la Terra, tra satelliti e la Terra e tra satelliti e satelliti la presenza di un plasma, seppure debolmente ionizzato quale è la ionosfera, induce tutta una serie di effetti quali la scintillazione, il ritardo di fase o la polarizzazione che risultano ai fini applicativi come degli errori provocati dalla ionosfera stessa. Tali applicazioni riguardano ad esempio le radiocomunicazioni, i sistemi di posizionamento dinamici e l'altimetria da satellite così come le correzioni ionosferiche delle misure VLBI. La valutazione e la correzione di questi effetti prevede appunto la conoscenza del TEC, che essendo funzione di molte variabili quali la radiazione solare ionizzante, il vento neutro, i campi elettrici, la composizione chimica della parte neutra etc., presenta non facili problemi di previsione nella sua variabilità geografica e temporale. Sino ad oggi sono stati prodotti metodi di previsione che danno una valutazione di un comportamento medio del parametro TEC, basati su misure in genere limitate nel tempo e ampiamente disomogenee nello spazio, quindi del tutto insoddisfacenti dal punto di vista della valutazione degli effetti sopra citati. Nel presente progetto di ricerca viene proposta una serie di campagne di misura e di analisi retrospettive ove vengono confrontate misure di TEC ottenute attraverso sistemi satellitari GPS e sistemi satellitari NNSS e misure da ionosonda che, applicate a modelli di profilo di densità elettronica, forniscono una valutazione molto precisa del contenuto elettronico sino all'altezza del picco massimo di densità. Tenuto conto della esistenza presso l'ING di apparati ricevitori GPS, la metodologia e il know how acquisito in questa ricerca permetterà nel prossimo futuro di avviare misure sistematiche di TEC direttamente ed autonomamente nell'ING stesso a costi minimi.

4. Misure di ozono ed aerosol nella stazione LIDAR di L'Aquila (SLAQ)

Dall'inizio degli anni '90 l'U.O.A. è attiva nella misura di profili di ozono stratosferico a medie latitudini e nello studio dei modelli di cambiamento globale in collaborazione con l'Università degli Studi di L'Aquila. Lo scopo comune è stato lo sviluppo di strumenti per il monitoraggio e lo studio della concentrazione di ozono e di altri costituenti atmosferici utilizzando la tecnica LIDAR (*Ligth Detection And Ranging*). La SLAQ, situata nei pressi dell'Osservatorio Geofisico di Preturo dell'ING.,

dispone di due sistemi LIDAR: un sistema DIAL (Differential Absorption Lidar) per la misura di profili di ozono in stratosfera ed un secondo sistema utilizzato principalmente per il monitoraggio degli aerosol di origine vulcanica. Il sistema DIAL permette di ottenere profili della concentrazione di ozono nell'intervallo di quota compreso tra 15 km e 45 km ad intervalli di quota pari a 300 m.

Con il secondo sistema della SLAQ si eseguono essenzialmente misure di Backscattering Ratio, una grandezza legata otticamente alla presenza in stratosfera di aerosol di origine vulcanica. I profili di Backscattering Ratio possono essere ottenuti nell'intervallo di quota compreso tra 10 km e 35 km con una risoluzione di 300 m. I due sistemi hanno funzionato simultaneamente dalla metà del 1991 in concomitanza con l'eruzione del vulcano filippino Pinatubo verificatasi tra il 12 e il 16 giugno 1991. Tale evento ha permesso di condurre lavori di ricerca mirati principalmente al monitoraggio degli aerosol che si sono formati in stratosfera come conseguenza dell'eruzione, e allo studio dell'influenza che essi hanno sulla concentrazione di ozono e sul bilancio radiativo dell'atmosfera (Fig. 2). Dal 1992 la stazione ha partecipato a diverse campagne nelle quali sono state effettuate misure in concomitanza di overpass sulla stazione di strumenti trasportati in orbita da satelliti quali il SAGE II e lo UARS e dalla navetta spaziale Shuttle. In tale ambito la stazione ha avuto il riconoscimento della comunità scientifica internazionale come stazione a terra per la validazione di misure effettuate dagli strumenti installati su di essi.

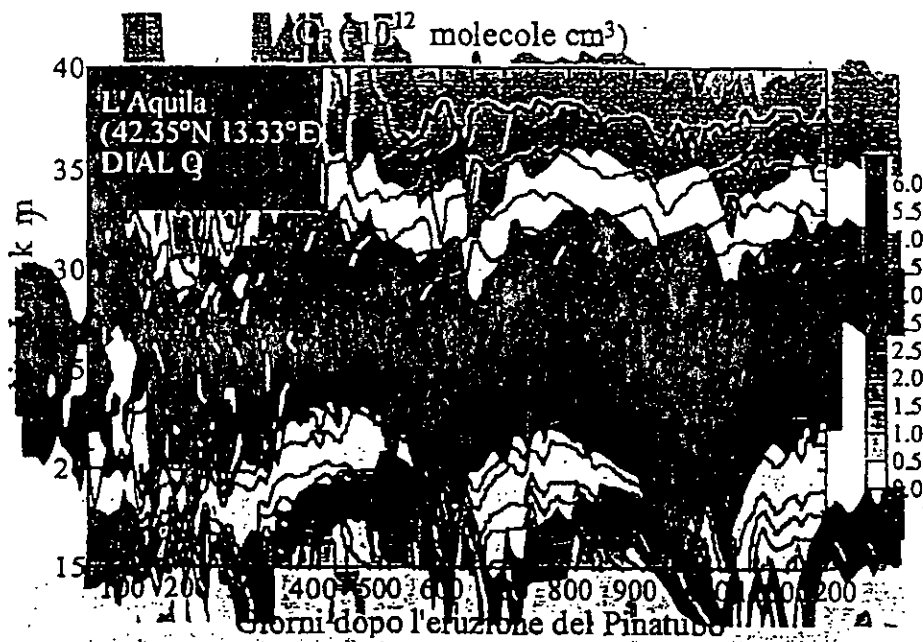


Figura 2 Evoluzione temporale dei profili Dial di ozono nell'intervallo di quota 15-40 km. La scala temporale parte dall'inizio di agosto 1991 e termina a settembre 1994.

Come completamento dell'attività di ricerca svolta a L'Aquila, la SLAQ ha partecipato a campagne di misura artiche nelle quali sono stati sviluppati, in collaborazione con università e enti di ricerca europei, sistemi LIDAR per effettuare misure alle alte latitudini dell'emisfero Nord. Il primo LIDAR, installato a Sodankyla in Finlandia nell'inverno 1991-92 durante la campagna EASOE, era un sistema DIAL per misure di ozono sviluppato in collaborazione con il CNRS francese. Successivamente è stato sviluppato sempre a Sodankyla, nell'ambito del progetto SESAME, un sistema per la misura delle nubi stratosferiche polari allo scopo di studiarne i meccanismi di formazione e le caratteristiche chimico-fisiche. L'importanza di tale ricerca è legata al ruolo che tali nubi hanno nella chimica dell'ozono polare (buco di ozono). Nel corso del 1997 si è iniziato l'ulteriore sviluppo dei due sistemi LIDAR della SLAQ allo scopo sia di raffinare le misure sia di ampliare la tipologia delle stesse. A tale scopo gli apparati di ricezione dei sistemi LIDAR della SLAQ sono stati potenziati con un nuovo telescopio composto da quattro specchi parabolici di 50 cm di diametro con il prelievamento dei segnali per mezzo di fibre ottiche posizionate sul fuoco degli specchi. Tale sistema di ricezione è posto in un container dell'ING collocato presso la SLAQ. Per questo nuovo LIDAR nel futuro sarà necessario sviluppare l'intero sistema di ricezione dopo gli specchi. Ogni canale di ricezione, per un totale di quattro canali, uno per ogni singolo specchio, dovrà essere dotato di fibra ottica con accoppiati ottici, chopper meccanico, elettronica di sincronismo tra laser ed acquisizione, ottiche di collimazione e filtraggio ottico dei segnali (lenti, filtri interferenziali, fotomoltiplicatori + alimentatori), ed elettronica di fotoconteggio. In tal modo il sistema sarà di estrema versatilità dato che i quattro canali di ricezione potranno essere utilizzati in varie combinazioni tra di loro per raccogliere un singolo segnale o segnali LIDAR con differenti lunghezze d'onda simultaneamente. Ciò potrà servire inoltre per un ulteriore sviluppo della misura DIAL di ozono utilizzando la tecnica dello scattering Raman indotto dalla radiazione laser sulle molecole di azoto presenti in atmosfera. In tal modo l'intervallo di quota della misura di ozono sarà ulteriormente ampliato e si potranno ottenere profili di ozono con una precisione maggiore anche in presenza di un grosso quantitativo di aerosol vulcanici dato che il segnale Raman retrodiffuso è solo in minima parte influenzato da questi ultimi. Con questo sistema si cercherà di sviluppare anche la misura di profili di densità e di temperatura nell'intervallo di quota compreso tra 30 km e 90 km di quota. Tale LIDAR installato nel container eventualmente potrà anche essere utilizzato per una partecipazione più diretta alle campagne di misura alle alte latitudini che nel futuro verranno effettuate dalla comunità scientifica europea. Nel corso del 1997 è stato inoltre portato avanti lo sviluppo del LIDAR per la misura di aerosol stratosferici rendendolo utilizzabile anche per la misura di profili di concentrazione di costituenti metallici atomici presenti in mesosfera tramite la tecnica dello scattering risonante. Questo tipo di misure, che attualmente allo stato preliminare ha già dato i primi risultati per quanto riguarda la misura di profili di sodio, oltre a dare informazioni sulla composizione e sulla dinamica dell'atmosfera ad alta quota, 80-110 km, sono in netta connessione con quelle di profili di densità di elettroni presenti in ionosfera che vengono effettuate dall'osservatorio ionosferico.

In diretta connessione con l'attività scientifica, nel 1997 la SLAQ è stata impegnata, e lo è tuttora, nel progetto europeo SAONAS (Stratospheric Aerosols and Ozone Experiment) e nella campagna POAMAS (Particles and Ozone in the Antarctic, Midlatitude, and Arctic Stratosphere) inserita nell'ambito del programma nazionale italiano per l'Antartide. Nell'ambito di