

Progetto *"Modellizzazione del trasporto di massa, momento e specie chimiche negli acquiferi degli apparati vulcanici"* (1995-1996). In questo progetto vengono studiati gli acquiferi degli apparati vulcanici dei Colli Albani e dell'Etna.

Ricerca sviluppata in collaborazione con:

- Terza Università, Roma.
- Università degli Studi di Palermo, Roma.

2.2. Laboratorio di Telerilevamento

Le linee di ricerca descritte nel capitolo precedente sono state svolte per l'anno 1996, nell'ambito dei seguenti progetti e collaborazioni.

Sperimentazione di nuovi sensori aerotrasportati

Progetto *"Analisi di dati iperspettrali per applicazioni geo-vulcanologiche"* (1994-1996). Il progetto ha impiegato dati acquisiti da sensori aerotrasportati di ultima generazione (AVIRIS, TIMS, MIVIS) per la definizione delle procedure di calibrazione radiometrica e correzione atmosferica delle immagini in applicazioni quali: mapping litologico, individuazione di anomalie termiche, mappatura delle fratture, stima del flusso di SO₂. Sono state eseguite delle campagne di misura a terra per la misura di spettri e dati atmosferici di validazione. Sono state messe a punto le procedure di calcolo necessarie per il trattamento dei dati, è stata effettuata l'analisi di qualità dei dati telerilevati.

Gli enti nazionali che collaborano a tali progetti sono:

- Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena (OGUM),
- IROE-CNR di Firenze,
- CNR - Progetto L.A.R.A.

Librerie spettrali

Progetto *"Libreria spettrale di litotipi italiani (LILIT)"*. Il Laboratorio di Telerilevamento ha ricevuto un incarico dall'Agenzia Spaziale Italiana per creare la prima banca dati spettrale di materiali geologici del territorio italiano. La costruzione della libreria spettrale è in corso. Sono stati misurati gli spettri di riflettanza di alcune decine di rocce tipiche del territorio italiano; si sta procedendo alla validazione degli spettri tramite le necessarie analisi petrografiche e mineralogiche.

Progetto *"Caratterizzazione spettrale di litotipi antartici e di siti di calibrazione"*. Nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, è stata iniziata la costituzione di una libreria spettrale di litotipi antartici (LILIAN); è stato inviato un ricercatore presso la base italiana a Baia Terra Nova per l'esecuzione di misure in situ e campionamenti. I dati spettrali sono stati analizzati e graficati. Sono in esecuzione le analisi petrografiche di validazione sui campioni raccolti.

Gli enti nazionali che collaborano a tali progetti sono:

- IRRS-CNR di Milano,
- Istituto di Geologia dell'Università di Parma,
- IROE-CNR di Firenze.

Studio delle deformazioni crostali

Progetto *"Individuazione di strutture morfotettoniche attive nella Marsica dall'analisi di dati telerilevati"*. Il progetto riguarda la creazione di elaborazioni di immagini Landsat (coppie stereoscopiche sintetiche, immagini 3D) sui quali vengono applicate tecniche di fotointerpretazione per l'individuazione di probabili strutture sismogenetiche. L'area di studio è la Marsica (Abruzzo), ovvero una zona ad elevata pericolosità, nella quale non sono ancora state individuate tutte le strutture sismotettoniche regionali. Il progetto è ancora in corso; sono state individuate alcune strutture tettoniche e gravitative di versante; il loro rilevamento di dettaglio è stato pianificato per accertarne la attività recente. E' stata individuata una faglia di probabile attività Quaternaria, la cui attività sismogenetica è attualmente in corso di studio.

L'ente nazionale che collabora a tale progetto è:

- Dip. di Scienze della Terra, Università di Roma III.

Telerilevamento dei vulcani dell'Etna e delle Isole Eolie

Progetto "Monitoraggio di fenomeni vulcanici con tecniche di telerilevamento aereo e da satellite integrate con dati geofisici e geologici", (1996-1998). Nell'ambito di questo progetto sono stati utilizzati dati provenienti da diversi sensori (MIVIS, TIMS, Landsat) per l'analisi spettrale dei materiali affioranti e la stima del contenuto di SO₂ nei gas emessi nel plume vulcanico dell'Etna. E' stata messa a punto una procedura per il calcolo, tramite un codice di trasferimento radiativo, della concentrazione di SO₂ a partire da immagini telerilevate da aereo. Le immagini acquisite nell'Infrarosso termico sono state utilizzate per caratterizzare il comportamento termico degli edifici vulcanici. In particolare è stata ottenuta una mappa dettagliata delle fratture calde presenti sul cono della Fossa nell'isola di Vulcano. Per l'Etna è stata generata una mappa di concentrazione della SO₂ nel plume gassoso, relativa al Luglio 1994.

Gli enti che collaborano a tale progetto è:

- IIV di Catania,
- OGUM di Modena,
- CNR - Progetto LARA,
- Dip. di Elettronica dell'Università di Roma "La Sapienza",
- CNR di Pisa, l'Università di Palermo,
- Dip. di Scienze Geologiche dell'Università di Roma "La Sapienza".

2.3. Laboratorio di Geochimica dei Fluidi applicata alla Sismotettonica

Le linee di ricerca descritte nel capitolo precedente sono state svolte nell'ambito dei seguenti progetti e collaborazioni.

Progettazione, installazione e gestione di prototipi di sistema di monitoraggio geochimico (GMS I e GMS II)

La progettazione del Geochemical Monitoring System (GMS I) si è avvalsa della collaborazione di:

- CISE S.p.A., Milano;
- Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Definizione areale della geochimica dei fluidi in aree sismiche e vulcaniche attive

Progetto "Studio della composizione dei gas in esalazione dal suolo e disciolti nelle acque di falda" (1994). Il progetto studia la geochimica dei fluidi in aree chiave dei vulcani Etna e Colli Albani ed altre zone delle Alpi e dell'Appennino.

Nell'ambito del progetto il Laboratorio ha formalizzato una convenzione con:

- Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Progetto "Rapporti tra geochimica dei fluidi e geologia strutturale nelle Alpi", (particolarmente nelle aree delle linee tettoniche delle Giudicarie, del Tonale e dello Zembrù).

Il Laboratorio collabora con:

- Dipartimento Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Padova.

Progetto "Spettrometro di campagna quadripolo-ottopolo", per l'analisi in continuo della composizione isotopica della fase gassosa nella Sicilia orientale.

Il Laboratorio collabora con:

- Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Messina.

Installazione e gestione del Laboratorio di Geochimica dei Fluidi applicata alla Sismotettonica.

Progetto "*Nuova linea di estrazione dei gas dalle acque*" (1995), per la realizzazione di una linea di estrazione di gas all'Università.

Il Laboratorio collabora con:

- Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Progetto "*Nuovi prototipi di Radonometro in continuo*", per assemblare radonometri (spettrometria gamma e a scintillazione alfa), nonché per la calibrazione incrociata di misuratori di Radon.

Il Laboratorio collabora con:

- Dipartimento di Ingegneria Nucleare dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

3. Attività di ricerca in collaborazione con istituzioni internazionali

Scambio dati sismologici in tempo reale tra l'I.N.G. e l'USGS di Golden, Colorado. La collaborazione è ufficializzata da un protocollo d'intesa tra i Governi Italiano e Statunitense.

3.1 Laboratorio di Geologia Sperimentale

Le linee di ricerca descritte nel capitolo precedente sono svolte nell'ambito dei seguenti progetti (già descritti anche nel capitolo delle collaborazioni nazionali) e collaborazioni internazionali.

Reologia

Progetto "*Reologia dei magmi e delle rocce in ambiente vulcanico*". (1992-1996). Nell'ambito di questo progetto vengono studiate le relazioni costitutive e misurati i parametri di fluidi geologici quali magmi e sospensioni argillose.

Ricerca sviluppata in collaborazione con:

- Universität Bayreuth, Germania,
- Lancaster University, UK,
- Prof. Frank Spera, UCSB, USA.

Deformazioni gravitative

Progetto "*Deformazione dei rilievi montuosi e vulcanici, con implicazioni sulla pericolosità*" (1992-1996). In questo progetto si prendono in esame le deformazioni gravitative profonde di versante dei rilievi montuosi e vulcanici, ricavando dati salienti per l'analisi della pericolosità geologica.

Ricerca sviluppata in collaborazione con:

- Université de Clermont-Ferrand, Francia,
- Lancaster University, Lancaster, UK,
- Geomar, Germania,
- The Open University, Milton Keynes, UK.

Flusso nei mezzi porosi

Progetto "*Modellizzazione del trasporto di massa, momento e specie chimiche negli acquiferi degli apparati vulcanici*" (1995-1996). In questo progetto vengono studiati gli acquiferi degli apparati vulcanici dei Colli Albani e dell'Etna.

Ricerca sviluppata in collaborazione con:

- Lawrence Livermore Berkeley Lab, USA,
- USGS, Flagstaff, US.

3.2. Laboratorio di Telerilevamento

Le ricerche descritte nel paragrafo 2.1 sono state svolte nell'ambito dei seguenti progetti e collaborazioni internazionali:

Studio delle deformazioni crostali

Progetto *"Seismotectonics of the Albanian Adriatic margin (1996-1999)*. Il progetto si avvale delle tecniche di telerilevamento per la caratterizzazione sismotettonica del margine albanese della placca adriatica. Si tratta di una regione ad alta pericolosità sismica tuttavia poco conosciuta e di difficile accesso per motivi logistici. Le tecniche del telerilevamento sono perciò molto adatte all'indagine morfologica regionale da cui si estrarranno le strutture sismotettoniche. Nel primo anno della ricerca (1996) sono state già individuate alcune aree caratterizzate da intenso sollevamento, indice di una tettonica compressiva attiva lungo il margine adriatico.

Gli enti nazionali e internazionali che collaborano a tale progetto sono:

- Università di Tirana, Albania,
- Université Paris 6, Francia,
- Università di Roma III, Italia.

Progetto *"Remote sensing and GIS for Geochemical Seismic Zonation in the Gargano area (1996-1998)*. Il Laboratorio di Telerilevamento è inserito nel progetto CEE *Geochemical Seismic Zonation* (vedi descrizione del progetto nel seguito) per quel che riguarda l'analisi di dati Landsat e la costruzione di un GIS dedicato. Sono stati acquisiti e digitalizzati i dati cartografici ed è stata impostata la struttura del GIS. Sono stati inseriti anche dati geochimici relativi a due campagne di misura.

Telerilevamento dei vulcani dell'Etna e delle Isole Eolie

Progetto *"Mitigation of volcanic risk by remote sensing techniques"*, (1996-1999). Trattasi di un progetto approvato dalla CEE per lo studio di tecniche di telerilevamento utili alla prevenzione del rischio vulcanico. Le attività relative a questo progetto nel 1996 sono consistite in uno studio preliminare delle procedure di stima della SO₂, basata su precedenti campagne. È stata avviata l'organizzazione delle prossime (1997) campagne di telerilevamento aereo e di misure di controllo a terra nell'area delle isole Eolie e dell'Etna.

Il Laboratorio di Telerilevamento è uno dei partner del progetto CEE coordinato dalla Open University britannica.

Questi studi sono condotti in collaborazione con:

- Open University, UK,
- Dipartimento di Geografia Umana dell'Università dell'Egeo, Grecia,
- Joint Research Centre of the European Community di Ispra
- IIV di Catania,
- OGUM di Modena,
- CNR - Progetto LARA,
- CNR - CSDGA di Pisa.

Rete Sismica Nazionale Centralizzata Digitale

1. Breve profilo della Rete Sismica Nazionale Centralizzata

Il compito dell'osservazione e dell'analisi sistematica dei fenomeni sismici su tutto il territorio nazionale venne assegnato all'Istituto Nazionale di Geofisica fin dalla sua fondazione avvenuta nel 1936.

Fin da quella data, l'obiettivo di onorare questo compito ha fatto sì che nell'ente si sviluppasse specifiche professionalità e indirizzi di ricerca finalizzati ad una sempre migliore conoscenza delle caratteristiche della sismicità del nostro paese. In particolare, per quel che riguarda il settore dell'osservazione e registrazione dei terremoti, furono sviluppate in proprio, in officine meccaniche di precisione, la duplicazione di strumenti di misura all'avanguardia per quel tempo e la progettazione e realizzazione di originali apparecchiature di misura sismometrica.

Nella prima metà degli anni '50 l'Istituto Nazionale di Geofisica disponeva di una rete di controllo di 23 punti di osservazione, dislocati su tutto il territorio nazionale. Tali punti si dividevano in osservatori e stazioni. Gli osservatori erano strutture, presidiate da personale specializzato, ove avveniva la registrazione continua degli eventi sismici ed anche la loro "lettura", ovvero l'interpretazione dei sismogrammi ottenuti. Le stazioni erano siti non presidiati ove erano installati sismometri a registrazione continua su carta. I dati interpretati negli osservatori e le registrazioni provenienti dalle stazioni venivano inviati alla Sede di Roma tramite servizio postale e venivano integrati per la compilazione del bollettino sismico. La localizzazione di un evento poteva quindi essere determinata in modo definitivo soltanto dopo diversi mesi dal suo accadimento. Nel volgere degli anni, nuove stazioni si inserirono nell'elenco dei punti di osservazione.

Il modus operandi fin qui descritto rimase immutato fin verso la fine degli anni '70. A seguito dei terremoti del Friuli (1976) e della Valnerina (1979) divenne evidente la necessità di dotare l'Italia, paese diffusamente sismico, di uno strumento efficace d'informazione ed intervento. Alcune zone colpite dal sisma del 1976 rimasero dimenticate e senza aiuti per alcune decine di ore perché i dati sismici disponibili risultarono scarsi e di difficile elaborazione, non sufficienti cioè a definire immediatamente l'estensione dell'area colpita.

Fu così realizzata la Rete Sismica Nazionale Centralizzata che rese possibile l'analisi in tempo reale e congiunta di segnali sismici provenienti da tutto il territorio italiano. Essa divenne lo strumento principe d'informazione per indirizzare l'intervento di protezione civile nei momenti di crisi e per condurre ricerche scientifiche di sismicità del territorio e di prevenzione del rischio sismico.

Sono passati 16 anni dal 1980, anno della tragedia dell'Irpinia che causò oltre 3000 vittime, stesso anno in cui la rete centralizzata cominciò a fornire una valutazione immediata dell'attività sismica in atto per il rapido intervento nelle aree colpite. In questo periodo di tempo la struttura è stata gradualmente potenziata. Inoltre, sono stati aggiunti fondamentali servizi. Allo stato attuale è possibile dare una prima indicazione dell'area colpita dal sisma entro 2-3 minuti dall'evento e una valutazione più precisa entro 15-20 minuti (con un errore che varia da zona a zona tra 1 e 5 km e che dipende dalla diversa distribuzione degli strumenti sul territorio). Alcune caratteristiche e cifre possono fornire un quadro descrittivo della rete odierna:

- attualmente la Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC) è costituita da oltre 90 sensori installati in 80 siti distribuiti su tutto il territorio nazionale;
- le linee telefoniche dedicate di trasmissione dati sono di tipo analogico. Tutti i segnali sono campionati in forma digitale e temporizzati presso la Sede. Il passo di campionamento è di 50 Hz;
- i dati campionati sono elaborati in tempo reale presso il Centro di Calcolo dell'Istituto. Qui è attiva una procedura automatica di riconoscimento dei segnali d'origine sismica di localizzazione automatica realizzata in collaborazione tra ricercatori dell'Istituto e colleghi dello United States Geological Survey;

- è attivo fin dal 1982 un servizio di sorveglianza sismica che opera per 24 ore al giorno e per tutti i giorni dell'anno. Il servizio viene svolto in turnazione da ricercatori e da assistenti tecnici specializzati e coinvolge oltre la metà del personale dell'Istituto. I risultati del sistema automatico d'analisi dei segnali vengono verificati in modo da fornire nel più breve tempo possibile notizie affidabili circa i parametri essenziali (localizzazione, magnitudo, intensità) di qualsiasi evento significativo che si manifesti sul territorio nazionale. Nel corso di quasi 15 anni di servizio, sono stati comunicati alla Protezione Civile e al Ministero dell'Interno notizie tempestive riguardanti decine di migliaia di terremoti più o meno forti avvenuti in Italia;
- le mappe di attività sismica, disegnate grazie all'attività delle rete nazionale, forniscono un dato di base essenziale per gli studi di ricercatori in sismologia appartenenti a vari Enti di ricerca e Università italiane e estere.

2. Il progetto di ristrutturazione, potenziamento e aggiornamento

L'attività di potenziamento della rete non ha mai avuto sosta. Al momento della stesura di questo documento ulteriori stazioni sono in corso di allestimento. Si può ragionevolmente prevedere che alla fine del 2000 la rete, nella sua configurazione definitiva, sarà costituita da 150 sensori distribuiti in 100 sedi diverse; in questa prospettiva è stato elaborato un piano di ristrutturazione della RSNC. Vari elementi concomitanti hanno indotto e contribuito alla definizione del progetto, primo fra tutti, il veloce sviluppo della tecnologia applicata alla rete telefonica italiana. La *Telecom Italia* ha già da tempo annunciato la prossima dismissione dell'esercizio di linee di trasmissione di segnali di tipo analogico, rendendo così improrogabile la trasformazione dell'attuale sistema di trasmissione dei segnali sismici che dovrà passare dalla forma analogica a quella digitale. Ciò ha portato a una revisione progettuale della rete sismica nella sua totalità. Notiamo come primo fattore positivo che una rete digitale, a differenza di quella analogica, è immune da distorsioni e disturbi.

L'attuale sistema d'acquisizione di dati sismici su rete analogica consiste di convertitori digitali a 16 bit che permettono una dinamica di 60 db: ciò significa che il rapporto d'ampiezza tra il segnale sismico più grande rilevabile e il più piccolo è pari a 1000.

Qui introduciamo un elemento che caratterizza fortemente il progetto di ristrutturazione: la possibilità di realizzare a basso costo, presso i laboratori dell'Istituto, un prototipo di acquisitore sismico digitale completo con caratteristiche tecniche d'avanguardia. Tale opportunità è resa possibile dall'impegno costante dei tecnici del laboratorio elettronico che hanno già progettato e realizzato un primo prototipo funzionante di stazione digitale a una componente e stanno iniziando la sperimentazione di una stazione digitale a tre componenti. Nel nuovo acquisitore sarà presente un convertitore a 24 bit che permetterà una dinamica di 120 db.

Un altro elemento, esterno, è costituito dalla possibilità di reperire in commercio sensori a tre componenti con caratteristiche migliori sia per la dinamica che per la linearità della risposta e di costo paragonabile a quello di tre S-13, sensore di tipo meccanico oggi utilizzato per la totalità delle nostre stazioni sismiche ed ormai fortemente limitato per approfondire le conoscenze sismologiche.

Non possiamo poi non menzionare lo sviluppo del mercato e della tecnologia degli elaboratori elettronici, recettori ultimi nella catena di acquisizione. I personal computer stanno velocemente raggiungendo le potenzialità che erano proprie dei minielaboratori, ma a costi molto inferiori, e possono essere impiegati per risolvere parte dei passi necessari all'elaborazione dei segnali sismici. Allo stesso tempo sono stati realizzati nuovi strumenti per lo sviluppo del software che permettono di progettare procedure *portabili*, cioè indipendenti dal tipo di macchina su cui vengono sviluppate.

Ciò premesso, ci siamo posti due obiettivi:

- 1) realizzare una rete sismica che fornisca dati d'alta qualità, aumentandone la risoluzione e la fedeltà dell'informazione, che siano a disposizione dei ricercatori non solo dell'I.N.G. ma di tutta la comunità scientifica;

- 2) assicurare la continuità del servizio di sorveglianza sismica per scopi di Protezione Civile fornendo al personale dell'I.N.G. strumenti aggiornati ed efficaci per l'analisi dei segnali sismici.

La realizzazione della nuova rete sismica digitale procederà per gradi in modo da risolvere i problemi contingenti senza perdere di vista entrambi gli obiettivi esposti. Dovrà essere prevista una fase transitoria durante la quale convivranno due distinti sistemi d'acquisizione, i cui risultati potranno essere confrontati. Il primo sistema costituirà il riferimento per verificare l'affidabilità del secondo.

3. Le fasi di attuazione del progetto

In pratica verranno effettuati i seguenti quattro passi:

3.1 Rete Mista a trasmissione Analogica e Digitale (Sistema Temporaneo)

In una prima fase la rete sismica continuerà ad essere costituita essenzialmente da sensori S-13 con segnali trasmessi in forma analogica. Verranno installate alcune stazioni digitali sperimentali indicate nel seguito con la sigla *SDI*, nelle quali si manterranno gli usuali sensori S-13, ma i segnali verranno convertiti in forma numerica direttamente alla stazione. Contemporaneamente sarà sperimentato nella Sede centrale un nuovo software di elaborazione dei segnali sismici e di localizzazione degli eventi.

Tale soluzione deve essere considerata temporanea perché non permette di sfruttare l'intera potenzialità delle stazioni digitali. In pratica, per rendere possibile l'elaborazione congiunta di segnali d'origine diversa col sistema d'acquisizione già da tempo in uso presso l'I.N.G., i dati provenienti dalle stazioni digitali verranno degradati alla dinamica e decimati alla frequenza di campionamento dei segnali provenienti dalle stazioni analogiche.

Nonostante i limiti del *Sistema Temporaneo*, la sua realizzazione appare comunque opportuna per diverse ragioni. In primo luogo è necessario fornire il personale in servizio di sorveglianza sismica di uno strumento unico di analisi di tutti i segnali disponibili nel periodo transitorio in cui parte delle vecchie stazioni saranno ancora operanti e alcune delle nuove stazioni saranno già installate. In secondo luogo sarà possibile confrontare le elaborazioni prodotte dal *Sistema Temporaneo*, che si rifà a procedure già lungamente collaudate, con i risultati ottenuti dal nuovo sistema d'elaborazione di segnali digitali.

Stazione Digitale *SDI*

La Stazione Digitale *SDI* sarà dotata di convertitore analogico/digitale a 24 bit con frequenza di campionamento fino a 100 Hz, con *clock* interno e sincronizzazione esterna connessa a GPS. I segnali verranno inviati su porta seriale RS-232 verso la linea numerica fornita dalla Telecom Italia, in blocchi di un secondo di durata, dotati di *header* per l'identificazione e la definizione delle caratteristiche di stazione. La stazione dovrà inviare sulla linea l'intero flusso dei segnali registrati. Essa non sarà dotata di sistemi di memorizzazione *in loco*. Il riconoscimento dei segnali significativi e la loro elaborazione (moduli software descritti in seguito) verranno effettuati completamente nella Sede centrale e non alla stazione. La stazione potrà essere interrogata direttamente dalla Sede di Roma per la verifica dello stato della stazione e per effettuare test di funzionalità e tarature.

Stato d'avanzamento

È già stato realizzato un prototipo di Stazione Digitale con convertitore a 24 bit. La stazione è dotata di *clock* interno e sincronizzazione esterna basata sull'uso di un GPS. Essa acquisisce segnali da uno o tre canali. Il primo prototipo realizzato acquisisce segnali da un unico sensore. Si sta ora procedendo alla fase di test delle funzionalità del digitalizzatore. In particolare si procederà ad un'analisi delle caratteristiche di stabilità e linearità del convertitore. È già stato progettato ed è in fase di sviluppo un acquisitore a 3 canali. La sua realizzazione sarà

completata nel corso del 1997. Nello stesso anno si procederà all'installazione di 5 stazioni *SDI* sperimentali connesse a sensori S-13.

Connessione CDN

Le stazioni *SDI* saranno collegate alla Sede di Roma con una connessione punto-punto continua numerica detta di tipo CDN. In pratica ci sarà un flusso di dati continuo dalla stazione verso la Sede centrale e il segnale sismico registrato dal sensore verrà completamente inviato agli elaboratori centrali. Allo stesso tempo sarà possibile interrogare la stazione per conoscerne completamente il suo stato.

Software in Sede

Verrà realizzato un *Sistema Temporaneo* automatico d'acquisizione e localizzazione d'eventi sismici. Esso si baserà sui seguenti moduli software:

- A) Modulo d'acquisizione dei segnali prodotti dalla rete a trasmissione analogica (verrà opportunamente modificato il modulo già sviluppato presso l'I.N.G. e attualmente utilizzato per il servizio di sorveglianza sismica). Esso comprende le procedure di localizzazione automatica.
- B) Modulo d'acquisizione dei segnali provenienti dalle stazioni a trasmissione numerica di nuova installazione.
- C) Modulo di sincronizzazione dei segnali provenienti dai due diversi tipi di stazioni sismiche.

Stato d'avanzamento

E' stato ultimato lo sviluppo dei 3 diversi moduli software. Si procederà alla fase di test nei primi mesi del 1997.

3.2 Rete Digitale a segnali continui

Come secondo passo si procederà all'installazione vera e propria di alcune stazioni digitali *SDI*. Esse saranno affiancate da un sistema che è stato ideato per acquisire ed elaborare segnali trasmessi, con continuità, in forma unicamente digitale e che deve essere completamente sviluppato all'interno dell'I.N.G.. Tale sistema si avvarrà di stazioni digitali del tipo *SDI* a una e tre componenti. I sensori S-13 rimarranno utilizzati in molte stazioni, ma i segnali da loro prodotti verranno convertiti in forma numerica direttamente alla stazione. Nelle stazioni di nuova installazione e in alcune delle stazioni già esistenti verranno utilizzati nuovi sensori a tre componenti e a banda larga (LB).

Il tipo di nuovi sensori da utilizzare verrà definito all'inizio del 1998, al momento della messa in opera delle prime stazioni a banda larga.

Si prevede l'installazione di 5 stazioni sperimentali *SDI* nel corso del 1997, utilizzando sensori *S13* o eventualmente sensori LB; verranno poi installati 10 sensori LB nel 1998 e altri 35 sensori LB nel 1999.

Software in Sede

Sarà costituito dai seguenti moduli:

- D) Modulo d'acquisizione dei segnali provenienti da stazioni numeriche a trasmissione continua.
- E) Modulo di riconoscimento della presenza dei segnali significativi.
- F) Modulo di ricerca del tempo d'arrivo delle fasi sismiche.
- G) Modulo d'associazione di fasi in eventi e localizzazione.
- H) Modulo d'allarme.
- I) Modulo di revisione interattiva *off-line* dei dati.

Il sistema sarà sottoposto a test confrontando i suoi risultati con quelli ottenuti dal *Sistema Temporaneo*. Perché il test sia significativo occorrerà inviare a questo sistema, unicamente per la fase transitoria, anche i segnali provenienti da stazioni connesse col

vecchio sistema a trasmissione analogica. In tal modo i due sistemi posti a confronto avranno entrambi la totalità dei segnali. Si dovrà pertanto approntare un ulteriore modulo:

- L) Modulo d'acquisizione e formattazione di segnali trasmessi da stazioni analogiche.

3.3 Rete Digitale a segnali continui e a *trigger*

Come terzo passo si procederà alla progettazione e sperimentazione di un sistema misto: parte delle stazioni saranno connesse con continuità tramite CDN. Altre stazioni saranno dotate di un algoritmo di riconoscimento del segnale (*trigger*) operante direttamente alla stazione e invieranno i dati solo in caso di necessità. Esse saranno connesse alla Sede centrale col sistema detto ISDN.

Tale sistema verrà progettato e sperimentato nel corso del triennio 1997-1999, ma la sua messa in opera potrà essere realizzata solo successivamente.

Stazione Digitale SD2

Verrà sviluppata una Stazione Digitale dotata di unità di memorizzazione locale. Il riconoscimento della presenza del segnale non verrà effettuato nella Sede centrale di Roma, ma direttamente alla stazione (questo tipo di stazione verrà indicato con la sigla SD2). La logica di funzionamento sarà completamente diversa dalla logica seguita per la stazione SD1. Verrà sviluppato un algoritmo apposito operante direttamente alla stazione che selezionerà i tratti di segnale significativi e li invierà alla Sede centrale. Non sarà più necessario mantenere costantemente aperta la connessione tra la stazione e la Sede di Roma: essa verrà attivata solo in caso di necessità.

Connessione ISDN

Le stazioni SD2 saranno collegate alla Sede di Roma con una connessione di tipo ISDN. In pratica ogni volta che verrà rivelata la presenza di un segnale significativo, la stazione aprirà una connessione con la Sede di Roma e invierà il segmento di dati selezionato. Essa sarà comunque interrogabile dalla Sede per le verifiche di funzionalità e i testi di taratura.

Software alla stazione

La stazione sarà dotata di un'apposita procedura di riconoscimento dei segnali significativi analoga a quella adottata per il modulo E. La procedura deve essere in grado di riconoscere anche la fine del segnale significativo in modo da terminare, quando opportuno, l'invio di segnali.

Software in Sede

Il sistema usufruirà degli stessi moduli software F, G, H, I ed L già sviluppati per il sistema a trasmissione continua dei dati. Il riconoscimento della presenza di segnale significativo (modulo E) verrà effettuato alla stazione. Dovrà essere approntato un modulo specifico per la ricezione in Sede dei segnali inviati dalle stazioni SD2:

- M) Modulo d'acquisizione dei segnali provenienti da stazioni numeriche dotate d'algoritmo di *trigger* locale e connessione di tipo ISDN.

3.4 Completamento della messa in opera dei sensori e *Data Base*

Terminate le fasi di sperimentazione, durante le quali i nuovi sistemi d'analisi e la nuova strumentazione conviveranno con gli strumenti e i metodi tradizionali di elaborazione, si procederà al completamento della messa in opera dell'intera rete a Larga Banda e a trasmissione numerica.

Contestualmente si completeranno le procedure d'elaborazione ed analisi dei dati prodotti dalla rete. I segnali sismici e i dati parametrici relativi ai terremoti registrati verranno organizzati in un *Data Base* relazionale. Verranno installati degli elaboratori con funzione di *server*, affiancati da *juke-box* di dischi ottici, che permetteranno il rapido accesso ai dati sia per scopi di protezione civile sia per analisi di carattere scientifico.

Progetto Argo

Il Progetto Argo nasce dall'esigenza di rinnovare la tecnologia di trasmissione dei segnali della Rete Sismica Nazionale Centralizzata.

La soluzione innovativa consiste nella digitalizzazione dei segnali sismici per eliminare l'inquinamento introdotto dalle linee telefoniche, e nella trasmissione dei dati via satellite. Con l'utilizzo del satellite l'ubicazione dei sensori sismici non è più vincolata dalla presenza di sistemi di comunicazioni terrestri e grazie a soluzioni che prevedono l'utilizzo di elementi fotovoltaici viene garantita la possibilità di stabilire collegamenti di elevata qualità, affidabilità e immediatezza operativa anche in difficili condizioni logistiche.

L'obiettivo principale è quello di realizzare un sistema affidabile ed efficiente per il monitoraggio, la raccolta dati, la visualizzazione e l'analisi in tempo reale di dati sismici e dati geofisici a bassa frequenza per scopi di ricerca scientifica e in cascata per la Protezione Civile.

I risultati consentono di raggiungere una elevata affidabilità nella comunicazione soprattutto grazie alla stabilità delle caratteristiche di correzioni di errore del protocollo di rete utilizzato.

Le attività del Progetto ARGO sono state suddivise come segue:

- 1) Installazione, collaudo e manutenzione delle stazioni remote telemetrate via satellite.
- 2) Installazione e gestione del centro di calcolo e acquisizione dati del progetto ARGO all'Istituto Nazionale di Geofisica.
- 3) Sviluppo e ottimizzazione del software di acquisizione e di monitoraggio della rete satellitare.
- 4) Interpretazione ed archiviazione dei dati sismici acquisiti dalla rete.
- 5) Attività di ricerca scientifica.

Le attività di ricerca scientifica attualmente inserite nel Progetto sono articolate a loro volta in

- a) Analisi del trigger di stazione.
- b) Interpretazione automatica dei sismogrammi acquisiti.
- c) Progetto e realizzazione dell'elettronica di acquisizione e di calibrazione delle stazioni sismiche di ARGO.
- d) Attività nei programmi della CE.

1. Installazione, collaudo e manutenzione delle stazioni remote telemetrate via satellite.

Il Progetto ARGO cura le attività di installazione, collaudo e manutenzione dell'intera rete di raccolta dati satellitare le cui stazioni remote sono dislocate in tutta Italia, più due stazioni in Grecia ed in Spagna. Le attività svolte vanno dalla scelta dei siti per le stazioni, all'espletamento dell'iter burocratico necessario per la realizzazione delle stazioni, alla supervisione dei progetti delle ditte incaricate dei lavori di installazione della parte trasmissiva delle stazioni, alla gestione dei rapporti con la Protezione Civile fino all'installazione, al collaudo e alla manutenzione della parte strumentale delle stazioni dedicata alla raccolta dei dati geofisici.

Con la prima stazione prototipale a Nemi inizia la produzione e la verifica del software di acquisizione, analisi e visualizzazione dei dati acquisiti. Viene risolto in particolare il problema della temporizzazione dei dati sismici trasmessi mediante l'uso di tre diversi riferimenti temporali dati dal segnale DCF acquisito in Istituto, da un orologio di stazione più un orologio di rete estremamente preciso utilizzato per la sincronia delle trasmissioni ed inviato dalla stazione centrale della rete ARGO situata nella Piana del Fucino e gestita dalla società TELESPIAZIO (vedere "ARGO Satellite Seismic Network" Pubblicazione n.572 - Istituto Nazionale di Geofisica). Dopo si è proceduto sia nella realizzazione del sistema elettronico di acquisizione del segnale proveniente dai sensori e del sistema di calibrazione, sia nello sviluppo e nella ottimizzazione del software di acquisizione e controllo della rete satellitare e nella soluzione dei numerosi nuovi problemi di ordine tecnologico e scientifico precedentemente mai affrontati

all'interno dell'Istituto Nazionale di Geofisica (una descrizione generale della rete ARGO è stata recentemente presentata anche alla rivista *Annali di Geofisica* in un lavoro dal titolo "Real Time Monitoring of Seismic Data Using Satellite Telemetry"). Successivamente nel tempo si è resa necessaria la sostituzione del satellite EUTELSAT II con il nuovo satellite ORION. Questa fase, che ha comportato il ripuntamento di tutte le antenne paraboliche già installate e operanti, peraltro non ancora ultimata, segna un ulteriore passo avanti per la diminuzione dei costi di trasmissione e in virtù del fatto che il segnale del nuovo satellite è più potente di quello del precedente. Consente l'installazione di stazioni che assorbono meno potenza dotate di antenne paraboliche di dimensioni più ridotte, ciò che permette ad esempio di pensare a stazioni sismiche mobili telemtrate via satellite.

Inoltre il posizionamento al centro dell'Atlantico del satellite geostazionario ORION offre l'illuminazione degli Stati Uniti e dà l'opportunità di comunicare ed instaurare rapporti di collaborazione e scambio dati con tutta l'area nord americana.

2. Installazione e gestione del centro di calcolo e acquisizione dati del progetto ARGO all'Istituto Nazionale di Geofisica.

Il lavoro svolto nella realizzazione del centro che prevedeva da progetto una ridondanza sia hardware sia software per aumentare la affidabilità complessiva della acquisizione dati continua, è stato ultimato con successo ormai da tempo.

In crescita è ora l'attività gestionale del centro di calcolo a causa del continuo degrado dei componenti e del cablaggio della LAN ed inoltre a causa dell'aumento del numero di stazioni e di dati raccolti dalla rete ARGO.

3. Sviluppo e ottimizzazione del software di acquisizione e di monitoraggio della rete satellitare.

Nel corso degli anni è stato sviluppato il software di acquisizione e di controllo della rete satellitare di raccolta dati del Progetto ARGO. Con competenze prima non disponibili all'interno dell'Istituto Nazionale di Geofisica si è pervenuti a una ricezione del segnale prodotto dai sismometri delle stazioni remote della rete satellitare digitalizzato in stazione, praticamente immune dal rumore elettronico di trasmissione, con una dinamica che dipende sostanzialmente dalla dinamica del campionatore e inviato utilizzando il protocollo di comunicazione a pacchetti X.25 che prevede una alta affidabilità nel controllo degli errori dell'intero processo di trasmissione e ricezione.

Attraverso il software disponibile è ora possibile controllare il flusso di dati trasmesso dai livelli OSI 2 e 3 di trama e pacchetto per una verifica puntuale del corretto funzionamento del link satellitare fino al controllo e alla acquisizione finale a livello di applicazione dei dati sismici o di dati geofisici di altra natura campionati e trasmessi a bassa frequenza (per esempio dati magnetometrici).

4. Interpretazione ed archiviazione dei dati sismici acquisiti dalla rete.

Con lo sviluppo della rete sismica satellitare è in costante aumento la mole dei dati sismici prodotti che è necessario interpretare e studiare ed archiviare in un bollettino sismico i dati raccolti dalla rete ARGO, comprese le due stazioni sismiche di Toledo e Kozani e da alcune stazioni delle reti nazionali di Grecia e Spagna che saranno disponibili con il completamento del progetto CE citato.

5. Attività di ricerca scientifica.

a) Analisi del trigger di stazione

Dall'analisi dei dati sismici della rete satellitare Argo effettuata nel corso di questi anni si è raggiunto un elevato grado di affidabilità per quanto riguarda la discriminazione segnale-rumore e la riduzione dei falsi trigger. Il complesso algoritmo di trigger utilizzato dalla rete Argo è basato sulla individuazione della variazione caratteristica di alcune grandezze fisiche, come l'ampiezza massima del segnale, il rapporto tra media a lungo e breve periodo, la potenza, l'ampiezza spettrale. Una combinazione lineare pesata di tali parametri permette di risalire alla soglia di trigger caratteristica di ogni stazione.

La procedura interattiva attualmente utilizzata è in continua fase di ottimizzazione.

E' previsto uno studio comparato della qualità dei dati prodotti dalle stazioni sismiche connesse dalla rete ARGO, anche in relazione alle stazioni condivise con la Rete Sismica Nazionale Centralizzata.

b) Interpretazione automatica dei sismogrammi acquisiti

E' stato realizzato un software di interpretazione automatica degli eventi sismici in grado di identificare i parametri fondamentali per il calcolo della magnitudo. Il risultato dell'analisi statistica effettuata per controllare l'efficienza del metodo utilizzato è risultato pienamente soddisfacente.

c) Progetto e realizzazione dell'elettronica di acquisizione e di calibrazione delle stazioni sismiche di ARGO.

Mediante la rete ARGO è possibile effettuare in tempo reale la teletaratura di ogni stazione sismica e si possono determinare i parametri caratteristici del sistema rice-trasmissivo con elevata affidabilità.

Per ottimizzare il sistema di teletaratura attualmente impiegato dalla rete di monitoraggio sismico, si vuole studiare una procedura automatica di determinazione ed archiviazione dei parametri di stazione da eseguire periodicamente. La memorizzazione dei dati di stazione dedotti da tali analisi permette di eseguire la deconvoluzione del segnale sismico con dati di stazione aggiornati. In tal modo risulta inoltre possibile effettuare un controllo automatico dello stato dei sensori sismici della rete.

d) Attività nei programmi della CE.

Grazie alla trasmissione satellitare è stato portato avanti il progetto "Southern Europe Network for Analysis of Seismic Data" finanziato dalla Comunità Europea. Gli obiettivi che tale progetto aveva definito nella sua proposta originaria sono stati in gran parte raggiunti o stanno per essere conseguiti. Tra essi vale la pena citare per le loro caratteristiche di proiezione nell'attività futura il database condiviso tra Grecia, Spagna e Italia per lo scambio di dati sismici e l'interfaccia grafica integrata GEOSYS per l'interpretazione, l'analisi, il monitoraggio, il telecontrollo e la teletaratura, e per la consultazione del database europeo. La TELECOM ha offerto la possibilità di mantenere gratuitamente per un anno i collegamenti satellitari con i centri di Grecia e Spagna, per cominciare a sfruttare le potenzialità del database condiviso e l'interfaccia GEOSYS.

Situazione al 30 ottobre 1996

	Sigla	C	Loc. di trasmissione	Coordinate del Sito	Stato	PIC ID	Conf.	Amp	T	Sens.
1	Roma	Z	Roma		Coll./op.	171	IS1/2			
2	Nemi	Z	Nemi	j=41.7194 l=12.7142 h=562	Coll./op.	0	IS1	80	*	S13
3	GA2	Z	Arcavacata	j=38.016900 l=12.829400 h=1200	Coll./op.	1	IS1			Mark
4	BNI *	Z	Bardonecchia	j=45.052139 l=06.677662 h=1395	Coll./op.	3	IS1	292		S13
	BNI	N	Bardonecchia		Coll./op.	4	IS1	292		S13
	BNI	E	Bardonecchia		Coll./op.	5	IS1	292		S13
5	CTI *	Z	Castel Tesino	j=46.047602 l=11.650391 h=1165	Coll./op.	10	IS1	230		S13
	CTI	N	Castel Tesino		Coll./op.	11	IS1			
	CTI	E	Castel Tesino		Coll./op.	12	IS1			
6	CKI *	Z	Cairo Monten.	j=44.419728 l=08.278748 h=351	Coll./op.	7	IS1	77		S13
7	BOB *	Z	Coli	j=44.767004 l=09.448206 h=930	Coll./op.	13	IS1			
8	FG5 *	Z	Foggia (Orsara)	j=41.28388 l=15.27055 h=660	Coll./op.	15	IS1			S13
9	FVI *	Z	Forni Avoltri	j=46.593806 l=12.780764 h=1030	Coll./op.	16	IS1			
10	GIB *	Z	Gibilmanna	j=37.989455 l=14.026886 h=1000	Coll./op.	17	IS1			S13
11	LCI *	Z	Lecce	j=40.333889 l=18.112223 h=49	Coll./op.	19	IS1	148	*	S13
12	MSI *	Z	Messina	j=38.203388 l=15.55584 h=60	Coll./op.	20	IS1			
13	MT7	Z	Montecchio	j= l= h=	Coll./op.	31	IS1	165		S13
14	MGR *	Z	Morigerati	j=40.137612 l=15.554840 h=260	Coll./op.	21	IS1			
15	SAL	Z	Salò	j=45.607494 l=10.526222 h=70	Coll./op.	29	IS1			S13
16	DOI *	Z	S.D. Macra	j=44.503560 l=07.245389 h=1015	Coll./op.	30	IS1			
17	MU7	Z	Muro Lucano	j= l= h=	Installata	22	IS1			
	MU7	N	Muro Lucano	Manca cassetta Enel		23				
	MU7	E	Muro Lucano			24				
18	ORI *	Z	Oriolo Calabro	j=40.063513 l=16.449236 h=375	Installata	25	IS1			
19	IN7	Z	Introdacqua	j= l= h=	Traliccio		IS1			
20	BDI *	Z	Bagni di Lucca	j=44.062387 l=10.596988 h=900	Spostare	2	IS1			
21	PZI *	Z	Palaz. Acreide	j=37.055405 l=14.946683 h=690	Spostare	27	IS1			
22	VAI *	Z	Varese	j=45.868581 l=08.769638 h=1200	Lavoraz.		IS1			
23	CA7	Z	Carpegna	j= l= h=	Da instal.		IS1			
24	LP7	Z	Lampedusa	j= l= h=	Da instal.					
25	TRI *	Z	Trieste	Sarà sostituita da Reggio Calabria						
26		Z	Modena	j= l= h=	Telecom		IS1			
27		Z	Padova	j= l= h=	Telecom		IS1			
28		Z	Prato	j= l= h=	Telecom		?			
29	KZN	Z	Kozani	j=40.306666 l=21.770833 h=900	Coll./op.	98	IS1			S13
30	BNI *	Z	Bardonecchia	j=45.052139 l=06.677662 h=1395	Coll./op.		IS1	292		VBB
31	TLD	Z	Toledo	j=39.545833 l=04.348333 h=938	Coll./op.	99	IS1			S13

* Stazioni condivise con RSN

Frequenza di taglio del passa basso 6 Hz con 2 poli

Il lavoro svolto negli ultimi anni ha permesso di arrivare alla attuale situazione caratterizzata da un numero di stazioni collegate in crescita e, dalla prima ed unica stazione di prova di Nemi, si può ora incominciare a parlare di una rete di monitoraggio sismico distribuita sull'intero territorio nazionale telemetrata via satellite. Oggi vengono quotidianamente ricevuti i segnali di 22 stazioni (vedere la tabella delle stazioni collegate allegata) delle quali 11 sono state già collegate a sensori del tipo Teledyne S-13, e due (Bardonecchia e Castello Tesino) sono attrezzate con una terna di sensori dello stesso tipo. La configurazione finale del progetto

prevede 26 stazioni collegate dislocate in tutta Italia, alle quali vanno aggiunte le due stazioni del progetto CE citato di Toledo (Spagna) e Kozani (Grecia).

Nella versione originaria del progetto CE queste due stazioni più la stazione di Enna dovevano essere attrezzate con sensori VBB e stazioni Quanterra gestiti dal gruppo MEDNET in collaborazione con il progetto POSEIDON e con la rete americana IRIS. Le difficoltà incontrate dal gruppo MEDNET nell'adattamento della modalità trasmissiva delle stazioni Quanterra al protocollo di trasmissione della rete ARGO hanno fatto optare, a causa della rigida tempistica imposta dal progetto CE, per l'equipaggiamento temporaneo delle stazioni di Toledo e di Kozani con sismometri a corto periodo Teledyne S-13. Di conseguenza queste due stazioni sono al momento omogenee ed integrate alla rete sismica satellitare ARGO.

In collaborazione con il gruppo di GEOMAGNETISMO di questo Istituto è stata attivata con successo la trasmissione continua dei dati magnetometrici della stazione geomagnetica di Castello Tesino, utilizzando la parte di canale satellitare di stazione dedicata alla trasmissione di dati a bassa frequenza. Ciò significa che sullo stesso canale ed allo stesso costo vengono trasmessi sia i dati dei sismometri sia quelli del magnetometro della stazione. Sebbene la attuale fase di sperimentazione di questo nuovo tipo di trasmissione dati abbia suggerito di proseguire nella registrazione dei dati magnetometrici su cassetta, la ricezione continua dei dati ha permesso il monitoraggio del corretto funzionamento della stazione geomagnetica di Castello Tesino ed un più pronto intervento in caso di guasti. Si sta valutando oggi l'installazione di una nuova stazione condivisa con il gruppo di GEOMAGNETISMO sull'isola di Lampedusa.

La crescita del numero di stazioni collegate su territorio nazionale ed extra-nazionale impone uno sforzo logistico e tecnico per l'installazione e la manutenzione delle stazioni collegate alla rete satellitare parimenti crescente.

Allo stesso modo in aumento è lo sforzo necessario per la gestione del centro di calcolo ed acquisizione della rete, per il raffinamento del software e dell'hardware esistente e per il pieno sviluppo delle potenzialità di una rete ad alto contenuto tecnologico come la rete satellitare ARGO.

Da ultimo, ma non da trascurare, l'aumento del numero delle stazioni collegate provviste di sismometri coincide con un aumento di produttività della rete nei naturali termini rappresentati dal prodotto finale aspettato da una rete di monitoraggio sismico: una quantità crescente di dati sismici che chiama urgentemente ad una interpretazione.

Anche precaria è attualmente la composizione del centro di acquisizione e di calcolo, costituito da una rete LAN vecchia nei componenti e da rifare, da un insieme di calcolatori e dischi ormai obsoleti per i quali da tempo è scaduta ogni manutenzione. Segnaliamo qui brevemente che per ragioni di mercato è più conveniente l'acquisto ed il rinnovo integrale dei calcolatori utilizzati piuttosto che attivare un nuovo contratto di manutenzione su materiale ormai da anni fuori produzione.

Rinunciare ora alla sostituzione del centro di calcolo, nonché alla stabilizzazione dell'organico precario e alla sua necessaria integrazione significa assumersi la responsabilità del collasso di questa linea di ricerca tecnologica e scientifica in grado ora di effettuare un vero salto di qualità e per la quale tanto sforzo, anche economico, è stato speso negli anni passati.

Progetto Mednet

Il Progetto MEDNET consiste di una rete di sismografi a banda larghissima (*very-broadband*) installati in Paesi dell'area mediterranea. La parte del progetto relativa all'installazione di strumentazione in Paesi in via di sviluppo rientrava nel quadro dei programmi di ricerca Plato-1 supportati dall'ICSC-World Laboratory (Losanna). Gli obiettivi scientifici del Progetto sono legati al miglioramento delle conoscenze dei fenomeni geodinamici e sismologici del Mediterraneo. La sismologia ha infatti particolare rilevanza nell'area mediterranea, dove il verificarsi di forti terremoti in paesi densamente popolati è responsabile di danni ed innumerevoli vittime. Con il Progetto MEDNET l'Istituto Nazionale di Geofisica ha inoltre inteso contribuire ai progetti mondiali di miglioramento qualitativo e quantitativo della strumentazione sismica globale con una rete composta da stazioni *broad-band* ed estesa a tutto il bacino Mediterraneo. Il progetto attualmente gestisce 18 stazioni (installate in 12 Paesi) e un centro di raccolta, archiviazione e distribuzione dei dati ubicato a Roma. Le stazioni sismografiche sono di norma gestite interamente dall'I.N.G. (14 operative, 1 in progetto). In altri 3 casi, invece, la gestione della strumentazione e del flusso di dati viene condotta in collaborazione con altri programmi sismografici (Università di Trieste e Osservatorio Geofisico Sperimentale; il progetto francese GEOSCOPE; il progetto tedesco GEOFON). La collaborazione con altre istituzioni nazionali ed estere operanti nell'ambito sismografico (come l'ENEL, il progetto della Sicilia orientale POSEIDON, il progetto americano IRIS, lo United States Geological Survey) prevede inoltre accordi riguardanti la raccolta e distribuzione dei dati e la consulenza su tematiche tecniche. Il Progetto MEDNET, coinvolgendo 12 Paesi diversi — di lingue, religioni e culture profondamente differenti — rappresenta senz'altro la più importante iniziativa internazionale in ambito sismologico nel Mediterraneo, una regione nella quale il limitato sviluppo delle osservazioni scientifiche ad alto livello non è certo dovuto a mancanza di possibili obiettivi di interesse. Questa attività pone dunque l'I.N.G. in posizione di grande rilievo in campo internazionale — con una visibilità accresciuta dalla partecipazione a pieno titolo ai maggiori organismi internazionali di scambio dati sismometrici digitali (in Europa, ORFEUS; globalmente, Federation of Digital Seismographic Networks).

I contatti di ricerca allacciati durante l'esperienza del progetto MEDNET sono stati utilizzati per allargare il campo della cooperazione scientifica anche a tematiche di ricerca più direttamente inerenti alla mitigazione del rischio sismico. Un esempio è costituito dal Workshop MEDI-SIS tenutosi presso l'I.N.G. a Roma, nel giugno del 1996, per discutere di possibili nuovi progetti di collaborazione tra partner europei e mediterranei nel campo della ricerca connessa all'occorrenza dei terremoti. Il workshop, supportato dalla Commissione Europea, dal CNRS-INSU francese e dal MURST italiano, ha visto oltre 80 partecipanti provenienti da 17 Paesi Euro-Mediterranei. L'iniziativa ha rappresentato la prima occasione di discussione, in ambito così vasto, di tematiche di collaborazione sismologica e ha coinvolto una vastissima comunità scientifica che comprendeva geologi, sismologi, ingegneri e ha mostrato il ruolo preminente dell'I.N.G. nel coordinamento della ricerca in ambito internazionale in questa regione. Le risoluzioni adottate dal workshop pongono le basi per numerosi progetti futuri.

Controllo delle esplosioni nucleari

Sintesi dell'attività scientifica svolta nel 1996

I negoziati che si sono svolti presso la Conferenza del Disarmo di Ginevra durante i due ultimi anni sono giunti alla firma del trattato per la proibizione totale delle esplosioni nucleari, anche se per l'entrata in vigore del trattato è ancora necessaria la sua ratifica da parte di un notevole numero di Stati. I negoziati sono stati accompagnati e favoriti da riunioni di esperti, tra le quali quelle di un Gruppo di Lavoro operante presso la Conferenza del Disarmo dal 1976 (il GSE). In questo ambito, l'I.N.G. ha sistematicamente fornito consulenza al Ministero degli Affari Esteri con la partecipazione alle riunioni formali e a tutte le attività sperimentali svolte dal GSE.

Nel 1996 l'I.N.G. ha inviato propri rappresentanti alle riunioni del GSE nelle quali sono stati trattati temi strettamente collegati alla stesura del testo del trattato in questione, quali la definizione della rete di monitoraggio geofisico preposta al controllo della sua osservanza e le funzioni del Centro Internazionale Dati su cui devono convergere tutti i dati della rete stessa. Sempre nel corso del 1996, l'I.N.G. ha partecipato per conto del Governo Italiano all'esperimento globale di scambio dati denominato GSETT-3, nel quale si svolgono tutte le funzioni del sistema di monitoraggio previsto dal trattato recentemente firmato.

In dettaglio, la partecipazione al GSETT3 ha comportato:

- a) la costituzione di un Centro Dati Nazionale che provvede a raccogliere, memorizzare ed elaborare i dati del sistema sperimentale di monitoraggio;
- b) la messa a disposizione dei dati delle due stazioni sismiche a larga banda dell'Aquila e di Villa Salto, facenti parte della rete *MedNet* gestita dall'ING;
- c) il contributo alla valutazione sismologica dell'esperimento attraverso:
 - il periodico invio dei dati della Rete Sismica Nazionale relativi agli epicentri localizzati nell'area mediterranea centrale,
 - la compilazione e l'invio di appositi questionari,
 - la partecipazione all'iniziativa chiamata *EUROBULL* per la compilazione di un bollettino sismico europeo ad alta affidabilità e completezza da usarsi per la verifica della qualità dei risultati ottenuti mediante la rete di controllo internazionale.