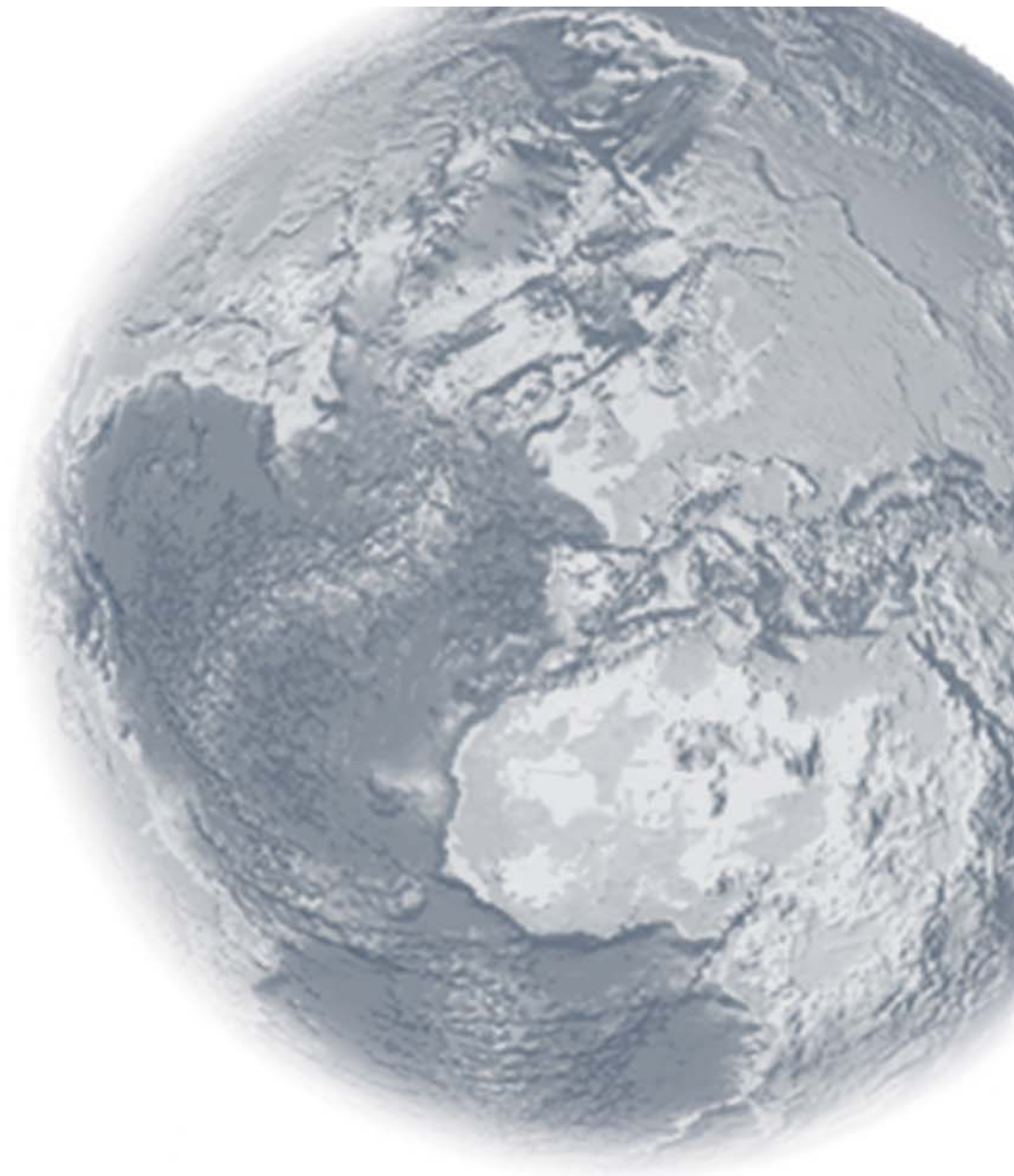


Monografie istituzionali INGV  
Volume VII, 2005

# Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



## Rapporto sull'**A**ttività **S**cientifica 2004 dell'**I**stituto **N**azionale di **G**eofisica e **V**ulcanologia

**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**

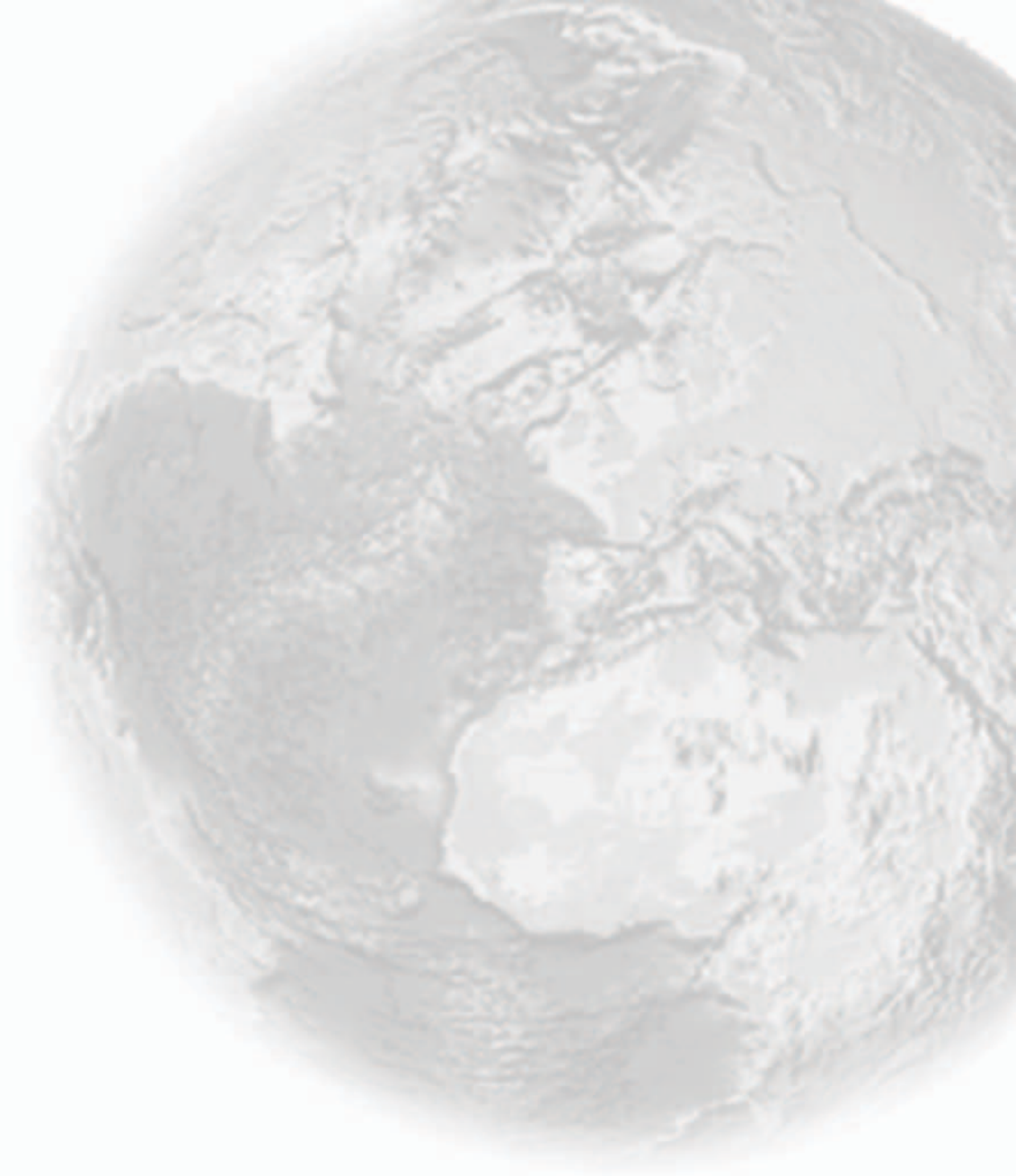
Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma

tel 06518601 • fax 065041181

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)







**Rapporto**  
sull'**Attività Scientifica 2004**  
dell'**Istituto Nazionale di**  
**Geofisica e Vulcanologia**



*Direttore Responsabile:*

Enzo Boschi

*Coordinamento Editoriale:*

Antonio Meloni e Gianluca Valensise

*Redazione Testi:*

Giuseppe Di Capua e Massimo Crescimbene

*Progetto Grafico:*

Laboratorio Grafica e Immagini - INGV Roma

*Progetto Editoriale e Impaginazione:*

Francesca Di Stefano - Laboratorio Grafica e Immagini - INGV Roma

© 2005 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma

Tel. 06/518601 Fax 06/5041181

<http://www.ingv.it>

## Sommario

<b>Relazione introduttiva</b>	IX
<b>Schede per Sezione</b>	29
Sezione di Roma 1	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	31
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	31
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	32
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	35
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	35
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	36
Sezione Roma 2	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	37
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	37
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	37
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	38
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	38
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	39
Sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	41
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	41
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	42
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	42
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	42
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	43
Sezione di Milano	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	45
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	45
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	45
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	47
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	47
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	48
Sezione di Palermo	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	49
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	49
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	50
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	50
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	51
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	51
Sezione di Catania	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	53
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	53
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	54
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	55
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	55
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	55
Sezione Centro Nazionale Terremoti (CNT)	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	57
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	57
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	57
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	58
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	59
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	59
Amministrazione Centrale	
1. Relazione di sintesi del direttore di sezione	61
1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale	61
1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione	61
1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)	62
1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature	62
2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione	62

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti	
1. Premessa	63
2. Elenco dei progetti finanziati nel 3° anno di attività (2003-2004)	67
3. Giudizi generali espressi dal Comitato di Valutazione dei progetti GNDT	75
Gruppo Nazionale per la Vulcanologia	
1. Premessa	77
1.1. Funzionamento del GNV	77
1.2. Stato di avanzamento del progetto	78
1.3. Altre attività	78
1.4. Budget di gestione	78
2. Elenco dei progetti finanziati nel 3° anno di attività	79
<b>Schede per Obiettivo Specifico</b>	<b>95</b>
Obiettivo Generale 1: Sviluppo dei sistemi di osservazione	95
1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale	95
1.2. Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive	101
1.3. Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive	107
1.4. Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive	113
1.5. Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani	119
1.6. Osservazioni di Geomagnetismo	129
1.7. Osservazioni di Aeronomia	133
1.8. Osservazioni di Geofisica Ambientale	137
1.9. Rete GPS nazionale	141
1.10. Telerilevamento	145
1.11. Rete sismica sottomarina	153
1.12. Reti informatiche e GRID	157
Obiettivo Generale 2: Attività sperimentali e Laboratori	161
2.1. Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali	161
2.2. Laboratorio di Paleomagnetismo	167
2.3. Laboratori di chimica e fisica delle rocce	173
2.4. Laboratori di Geochimica dei Fluidi	181
2.5. Metodologie e strumenti innovativi per la sismologia	185
2.6. Misure di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree sismiche e vulcaniche	189
Obiettivo Generale 3: Studiare e capire il sistema Terra	195
3.1. Struttura e dinamica dell'interno della Terra - Sismologia	195
3.2. Struttura e dinamica dell'interno della Terra - Geodinamica e Geomagnetismo	203
3.3. Fisica del Vulcanismo	209
3.4. Dinamica del Clima e dell'oceano e sviluppo di modelli numerici	215
3.5. Glaciologia, Paleoclima e Magnetismo ambientale	219
3.6. Fisica della magnetosfera, fisica dell'alta atmosfera e meteorologia spaziale	223
3.7. Calcolo Scientifico Avanzato	227
Obiettivo Generale 4: Comprendere e affrontare i rischi naturali	233
4.1. Pericolosità e Rischio Sismico	233
4.2. Mappe di Pericolosità Sismica	239
4.3. Modellazione fisico-matematica dei processi vulcanici per la valutazione della pericolosità	243
4.4. Rischio da Fattori Ambientali	249
4.5. Degassamento naturale	253
Obiettivo Generale 5: L'impegno verso le istituzioni e verso la Società	259
5.1. Banche dati e cataloghi dei terremoti	259
5.2. Banche dati sull'atmosfera, il clima e l'ambiente	263
5.3. Sistema Informativo Territoriale	267
5.4. Emergenze sismiche	273
5.5. Emergenze vulcaniche	277
5.6. Consulenze e attività in favore di istituzioni	281
5.7. Trattati internazionali	283
5.8. Biblioteche	285
5.9. Formazione e Informazione	289
5.10. Editoria e Web	293
<b>Bibliografia essenziale</b>	<b>297</b>
<b>Parere del Comitato di Consulenza Scientifica</b>	<b>315</b>

Istituto Nazionale di

**Geofisica e Vulcanologia**

**Relazione Introduttiva**







## **Premessa**

Recependo le importanti innovazioni introdotte con il Piano Triennale 2004-2006 dell'INGV, questo Rapporto sull'Attività Scientifica 2004 si presenta completamente rinnovato nella forma e nella sostanza.

Si ricorderà infatti che con il 2003 le attività dell'ente sono state riconfigurate secondo un nuovo schema "per obiettivi" e non più "per strutture". Durante il 2004, primo anno di attività dopo l'introduzione del nuovo schema, questa importante novità ha stimolato diverse riflessioni e iniziative volte ad aumentare il grado di integrazione delle diverse strutture dell'INGV, ad uscire sempre di più da una logica puramente disciplinare e geografica e a puntare con nuova efficacia verso obiettivi tematici progettuali e pienamente nazionali.

Il Rapporto che viene qui presentato riflette sia risultati scientifici e operativi effettivamente raggiunti, sia l'esito di alcune di queste riflessioni.

Una prima importante novità del Rapporto 2004 è che si presenta molto più snello di quelli precedenti. Questo ha costretto i suoi estensori ad un notevole sforzo di sintesi che non mancherà però di rendere la lettura o la consultazione occasionale del documento più agevole e immediata.

Alla luce delle novità istituzionali introdotte con il Triennale 2004-2006, il Rapporto si compone di tre blocchi: i primi due blocchi rappresentano una riproposizione (con alcune modifiche) di quanto già fatto per le rendicontazioni precedenti, mentre il terzo è del tutto nuovo.

Il primo blocco contiene la relazione introduttiva a cura della direzione dell'ente, corredata di tutte le informazioni, finanziarie e organizzative, che riguardano la vita dell'INGV. Il secondo blocco è dedicato all'illustrazione della struttura dell'ente e in particolare delle sezioni, secondo un modello simile a quello usato negli anni precedenti, ma largamente semplificato. Infine, il terzo blocco illustra le attività svolte e i principali risultati conseguiti all'interno di ciascuno dei 40 Obiettivi Specifici previsti dal Piano Triennale 2004-2006. Per ogni obiettivo vengono elencate anche le pubblicazioni più significative, suddivise tra JCR, ovvero le pubblicazioni su riviste citate nel Journal of Citation Report, e non-JCR, includendo in questa categoria volumi, articoli su libri, rapporti tecnici. A parte vengono poi elencati i prodotti di natura tecnologica e le banche dati eventualmente prodotte o gestite. Infine, per ogni obiettivo vengono elencati i progetti e i finanziamenti che hanno motivato e supportato le attività descritte.

Il Rapporto contiene inoltre un dettagliato resoconto dell'attività dei gruppi nazionali GNV e GNNT. Tuttavia, in considerazione del fatto che il 2004 segna anche la sostanziale conclusione dell'attività dei gruppi, oltre alla lista dei progetti svolti vengono anche riportati i giudizi generali espressi da un Comitato di Valutazione di esperti nazionali ed internazionali sui risultati conseguiti.

Chiude il Rapporto la bibliografia completa delle pubblicazioni 2004. Ogni lavoro è numerato in modo congruente con la numerazione presente all'interno delle schede relative agli Obiettivi Specifici.

## I. L'attuale assetto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

L'attuale assetto dell'INGV è frutto del progressivo consolidamento della riorganizzazione degli enti scientifici nata con il decreto legislativo del 29 settembre 1999, n. 381. Con tale Decreto il Governo ha dato vita al nuovo Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) "... come Ente di ricerca non strumentale, nel quale confluiscono l'Istituto Nazionale di Geofisica (ING), l'Osservatorio Vesuviano (OV), nonché i seguenti istituti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR): a) Istituto Internazionale di Vulcanologia di Catania (IIV); b) Istituto di Geochimica dei Fluidi di Palermo (IGF); c) Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico di Milano (IRRS)."

Il nuovo Ente raccoglie, integra e valorizza le competenze e le risorse intellettuali e materiali dell'Istituto Nazionale di Geofisica, Ente fondato da Guglielmo Marconi nel 1936 e noto alla comunità scientifica e civile per essere la "sentinella" dei terremoti che avvengono in Italia, e di diverse altre non meno "blasonate" istituzioni pubbliche di ricerca operanti in campo geofisico; tra queste spicca l'Osservatorio Vesuviano, che dal 1845 svolge ricerca fondamentale su uno dei vulcani più pericolosi dell'intero pianeta.

Oltre alle attività istituzionali caratteristiche degli enti di provenienza, tra cui ricordiamo la gestione della Rete Sismica Nazionale Centralizzata che in quasi due decenni di attività ininterrotta (fu costituita all'indomani del disastroso terremoto dell'Irpinia del 1980) ha registrato molte decine di migliaia di terremoti, al nuovo Ente sono stati inoltre affidati altri importanti compiti di grande rilevanza sociale nel campo della prevenzione delle calamità naturali. Tra questi compiti rientrano la gestione del sistema ex-Poseidon, una rete di sorveglianza della sismicità e dell'attività vulcanica della Sicilia orientale, e il coordinamento delle attività del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) e del Gruppo Nazionale di Vulcanologia (GNV). Questi ultimi sono organi costituiti nell'ultimo decennio presso il CNR attraverso l'aggregazione di unità di ricerca composte da operatori provenienti da università ed enti pubblici o privati di ricerca e da esperti della materia, con finanziamenti interamente garantiti dal Dipartimento della Protezione Civile per ricerche riguardanti la prevenzione degli effetti dei terremoti e delle eruzioni vulcaniche. Nel nuovo Ente, inoltre, alle tradizionali attività geofisiche sviluppate dall'ING nei settori del geomagnetismo, dell'aeronomia e della geofisica ambientale, si sono aggiunti studi sulle modificazioni del clima e attività di caratterizzazione ambientale anche in ambito marino.

Con la nascita del nuovo Ente viene quindi pienamente recepito lo spirito della legge del 15 marzo 1997, n. 59, attraverso la quale il governo italiano ha ricevuto dal Parlamento una delega per il riordino delle attività di ricerca scientifica e tecnologica. Nelle intenzioni del legislatore tale delega avrebbe dovuto promuovere la soppressione, con contemporaneo accorpamento, di enti di ricerca con finalità omologhe o complementari, al fine di eliminare la duplicazione di risorse rivolte ai medesimi obiettivi; garantire il più razionale utilizzo delle risorse umane e degli impianti tecnologici esistenti, attraverso un aumento della mobilità e un miglioramento nella programmazione delle attività; e ancora, aumentare il grado di autonomia ed efficienza delle strutture scientifiche, rendendo più agevoli consorzi e accordi di programma e favorendo la comunicazione tra realtà operative "di eccellenza". Nel settore delle ricerche in campo geofisico, sismologico e vulcanologico quest'opera di riordino ha portato appunto alla creazione dell'INGV, che nasce come uno dei più grandi raggruppamenti di ricerca geofisica di tutta Europa e forse del mondo. Il nuovo Istituto può contare oggi su una struttura articolata su tutto il territorio nazionale, che raggruppa in un sistema coordinato e integrato 639 dipendenti (di cui 362 tra ricercatori e tecnologi).

Il potenziale di ricerca complessivo della nuova struttura è ulteriormente e fortemente accresciuto da studenti di dottorato, assegnisti, borsisti e incaricati di ricerca impegnati presso le diverse sedi dell'INGV, per un totale di 106 unità. Questo potenziale è tuttavia insufficiente per l'assolvimento dei compiti assegnati al nuovo Ente; si pensi ad esempio alla necessità di monitoraggio e sorveglianza della sismicità estesa a quasi tutto il nostro territorio nazionale e alle numerose situazioni di rischio vulcanico (Etna, Pantelleria, Stromboli, Panarea, Lipari, Vulcano, Campi Flegrei, Vesuvio, Ischia).

Per quanto riguarda le attività più propriamente di ricerca, l'Istituto è impegnato nello sviluppo di numerosi programmi di ricerca avanzata come potrà risultare dall'analisi del presente Rapporto, anche in collaborazione con i più sviluppati Centri di ricerca scientifica del Mondo.

Il progetto di integrazione delle diverse strutture che formano l'INGV è stato incoraggiato dal fatto che esse sono caratterizzate da forti affinità sia sotto il profilo scientifico, ad esempio per quanto riguarda gli obiettivi scientifici di lungo termine e i canali di formazione dei ricercatori, sia sotto il profilo tecnologico, ad esempio nelle scelte che riguardano la strumentazione utilizzata e le reti di monitoraggio e sorveglianza. In ognuna delle strutture confluite convivono strettamente, anche se con proporzioni variabili, attività di ricerca di base e attività di prevenzione, in un meccanismo di supporto reciproco per cui le une promuovono lo sviluppo delle altre e viceversa. Un tipico esempio può essere rappresentato dalla osservazione sistematica e dall'analisi della sismicità nazionale attuale, che se da un lato consente di raffinare le localizzazioni epicentrali, con evidente beneficio per le analisi di pericolosità sismica, dall'altro fornisce dati sempre più accurati per l'indagine della litosfera e della sua evoluzione recente.

Dal punto di vista gestionale, per contro, il processo di fusione delle diverse realtà confluite nel nuovo Ente è risultato lungo e complesso; i responsabili dell'Istituto sono stati chiamati a modificare sensibilmente i criteri di gestione del personale e delle risorse adeguandosi gradualmente al mutato quadro procedurale e la provenienza da strutture anche notevolmente diverse (l'ING, il CNR, l'Osservatorio vesuviano come ente di derivazione universitaria, la struttura gestionale del Sistema "POSEIDON" di emanazione ministeriale) non ha mancato di produrre effetti anche traumatici. Non ha giovato alla razionalizzazione del processo, inoltre, il fatto che la gran parte dei relativi carichi di lavoro è gravata sulla struttura amministrativa dell'ex ING che non si è avuto modo di potenziare adeguatamente.

Le difficoltà sono apparse particolarmente evidenti quando si è trattato di uniformare il trattamento giuridico ed economico di unità di personale provenienti dal comparto - università (NA-OV), da situazioni di lavoro interinale (Sistema "POSEIDON") ovvero dal medesimo comparto - ricerca, ma con trattamenti accessori e dinamiche di carriera sensibilmente diversi (CNR e ING). Tali difficoltà, infine, sono state acuite dall'anomalo ritardo registrato nel rinnovo del

contratto collettivo di lavoro per il quadriennio 1998 - 2001 (sottoscritto all'inizio del 2002) e del contratto collettivo di lavoro per il quadriennio 2002 - 2005 (non ancora sottoscritto).

## II. Processo costitutivo dell'INGV

Il processo di costituzione del nuovo Ente è passato attraverso diverse fasi di riorganizzazione, riassunte dallo schema che segue:

- Con decreto legislativo 29/9/99, n. 381 viene costituito l'INGV.
- Con decreto del presidente del consiglio dei ministri del 17/3/00 viene nominato il presidente dell'INGV.
- Con decreto del ministro dell'università e della ricerca scientifica e tecnologica del 24/7/00 viene nominato il comitato per la redazione dei regolamenti di organizzazione e funzionamento dell'INGV e di amministrazione, contabilità e finanza dell'INGV; il decreto viene notificato agli interessati in data 8/9/00; il comitato ha quattro mesi di tempo a decorrere dalla predetta data per portare a termine il proprio compito, pena il commissariamento dell'Ente, dopo di che si trasformerà in consiglio direttivo dell'Ente.
- In data 26/9/00 il comitato tiene la prima riunione e in data 12/12/00 il comitato perviene all'approvazione degli schemi di regolamento; in data 14/12/00 gli schemi stessi vengono trasmessi al MURST (oggi, MIUR).
- Con nota n. 579 del 20/12/00 il Ministero comunica di approvare i predetti schemi di regolamento.
- In data 20/12/00 il comitato conclude i propri lavori con l'approvazione definitiva dei regolamenti e in data 21/12/00 il presidente procede alla emanazione dei regolamenti; i relativi decreti vengono pubblicati sulla gazzetta ufficiale del 5/1/01, n. 4.
- In data 10/1/01 alla presenza del ministro dell'università e della ricerca scientifica e tecnologica il comitato si insedia in qualità di consiglio direttivo dell'Ente e l'INGV viene ufficialmente costituito.
- In data 18/1/01 è stato nominato il Direttore generale (Decreto Pres. n. 1/01).
- In data 18/1/01 sono state costituite le strutture nelle quali si articola l'Ente (Delibera CD n. 1/01).
- In data 16/2/01 sono stati nominati i Direttori delle strutture (Delibera CD n. 3/01).
- In data 19/4/01 sono state definite le deleghe ai Direttori delle strutture (Delibera CD n. 5/01) e i Direttori delle Sezioni di Milano, Palermo e Catania e dei Gruppi nazionali sono stati nominati Funzionari delegati (Delibera CD n. 12/01).
- In data 19/4/01 sono stati nominati il Collegio dei revisori dei Conti (Delibera CD n. 10/01) e il Comitato interno di valutazione scientifica (Delibera CD n. 9/01); quest'ultimo Comitato è stato modificato in data 27/6/01 (Delibera CD n. 25/01).
- In data 23/5/01 è stato nominato il Comitato di consulenza scientifica (Delibera CD n. 19/01).
- In data 7/11/01 è stato nominato il Collegio di valutazione e controllo strategico (Delibera CD n. 33/01).
- In data 20/12/01 sono state determinate le indennità spettanti al Presidente e ai componenti degli organi collegiali (Delibera n. CD 40/01), salvo che per CIV.
- In data 7/11/01 è stato approvato il Regolamento del personale (Delibera CD n. 31/01).
- In data 27/6/01 è stato approvato il primo Piano triennale di attività (2001 - 2003) (Delibera CD n. 30/01).
- In data 20/12/01 è stato approvato il primo Progetto esecutivo annuale (2002) e il primo Bilancio di previsione (per l'esercizio finanziario 2002) (Delibera CD n. 39/01).
- In data 6/3/02 sono stati costituiti i collegi di struttura nell'ambito dei Gruppi Nazionali (Delibera CD n. 4.2.1.02).
- In data 28/3/02 si è provveduto a riorganizzare la Sezione di Catania, nominandone il nuovo Direttore (Decreto Pres. n. 40/02).
- In data 22/5/02 sono state determinate le indennità spettanti ai componenti del CIV (Delibera CD n. 4.3.2.02).
- In data 22/5/02 è stato riformulato il regolamento del personale sulla base delle osservazioni del MIUR (Delibera CD n. 4.1.2.02).
- In data 22/5/02 è stato approvato il primo Conto consuntivo (dell'esercizio finanziario '01) e il primo Rapporto sull'attività svolta (nel 2001) (Delibera CD nn. 5.1.2.02/A e 5.1.2.02/C).
- In data 5/6/02 è stata definita la pianta organica "iniziale" dell'INGV (Delibera CD n. 6.3.3.02/A).
- In data 24/7/02 sono state determinate le indennità spettanti ai Direttori delle Sezioni (Decreto Pres. n. 148 bis/02).
- In data 31/7/02 sono state determinate le indennità spettanti ai responsabili delle unità funzionale e di progetto (Delibera CD n. 6.8.4.02).
- In data 31/7/02 sono stati nominati: la Commissione del Fondo Assistenza al Personale, il Comitato per le Pari Opportunità e i Rappresentanti dei lavoratori per la Sicurezza (Delibere CD nn. 6.6.4.02, 6.7.4.02 e 6.5.4.02).

Da quanto sopra sinteticamente riepilogato si evince come gli adempimenti necessari per la piena attuazione del decreto costitutivo, e quindi, per l'entrata in funzione del nuovo Ente, si sono protratti fino all'estate del 2002. Solo allora si è finalmente conclusa la lunga fase di passaggio dai precedenti ordinamenti al nuovo unitario assetto ordinamentale.

Il processo di fusione delle diverse realtà confluite nell'INGV è risultato, in effetti, lungo e complesso; i responsabili dell'Istituto sono stati chiamati a modificare sensibilmente i criteri di gestione del personale e delle risorse adeguandosi gradualmente al mutato quadro procedurale, nonché la provenienza da strutture anche notevolmente diverse (l'ING, il CNR, l'Osservatorio Vesuviano come Ente di derivazione universitaria, la struttura gestionale del Sistema "POSEIDON" di emanazione ministeriale), non ha mancato di produrre effetti anche traumatici. Non ha giovato alla razionalizzazione del processo, inoltre, il fatto che la gran parte dei relativi carichi di lavoro è gravata sulla struttura amministrativa dell'ex-ING che non si è avuto modo di potenziare adeguatamente.

### III. Gli organi dell'INGV

Con l'adozione dei provvedimenti elencati nel paragrafo precedente si è definito, tra l'altro, il quadro degli organi dell'Istituto previsti dal Decreto legislativo n. 381/99 e dal Regolamento di organizzazione e funzionamento.

Nel 2004, l'organigramma è stato il seguente.

#### Organi di Indirizzo

##### *Presidente*

- prof. Enzo Boschi

##### *Consiglio Direttivo*

- prof. Enzo Boschi, presidente
- prof. Edoardo Del Pezzo, geofisico straordinario dell'INGV - designato dagli Organi direttivi di OV, IIV, IGF, sistema Poseidon
- prof. Stefano Gresta, professore associato di geofisica della terra solida UNI-CT - designato dal Ministro degli Interni
- dott. Antonio Meloni, dirigente di ricerca INGV - designato dagli Organi direttivi di ING e IRRS
- dott. Antonio Navarra, dirigente di ricerca INGV - nominato dal MIUR
- dott. Raffaele Pignone, responsabile ufficio geologico regione Emilia Romagna - nominato dalla Conferenza Stato-Regioni
- prof. Renato Sparacio, ordinario di scienza delle costruzioni UNI-NA (Federico II) - nominato dal MIUR

Nel corso del 2004, tuttavia, il mandato quadriennale del Consiglio direttivo è pervenuto a scadenza; mentre quello del Presidente è stato tempestivamente rinnovato per un altro quadriennio (DPCM del 7/5/04), per quello dei componenti del Consiglio non è stato adottato ancora alcun provvedimento da parte del Ministero vigilante. Nel frattempo, con D.L. 31/1/05, n. 7 (art. 2, comma 3), il MIUR è stato autorizzato a ricostituire con proprio decreto il Consiglio direttivo dell'INGV, composto da n. 4 componenti, oltre al Presidente, dei quali n. 2 designati dal MIUR, n. 1 designato dal Presidente del Consiglio dei Ministri e n. 1 designato dalla Conferenza Stato - Regioni.

#### Organi Consultivi

##### *Comitato di Consulenza Scientifica*

- prof. Enzo Boschi, presidente
- dott. Giovanni Chiodini, dirigente di ricerca dell'INGV (Sezione di Napoli - Osservatorio vesuviano)
- dott. Angelo De Santis, dirigente di ricerca dell'INGV (Sezione di Roma 2)
- dott. Gianluca Valensise, dirigente di ricerca dell'INGV (Sezione di Roma 1)
- prof.ssa Lucia Civetta, ordinario nell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"
- prof. Mauro Rosi, associato presso l'Università degli Studi di Pisa
- prof. Aldo Zollo, associato presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II"

#### Organi della Gestione

##### *Direttore generale*

- dott. Cesidio Lippa

##### *Collegio di Istituto*

- prof. Enzo Boschi, presidente
- dott. Cesidio Lippa,
- dott. Tullio Pepe, direttore amministrativo
- dott. Massimo Cocco, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore della sezione Roma 1
- dott. Bruno Zolesi, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore della sezione Roma 2
- dott. Alessandro Amato, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore del Centro Nazionale Terremoti - Roma
- dott. Giovanni Macedonio, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore della sezione di Napoli - Osservatorio vesuviano
- dott. Alessandro Bonaccorso, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore della sezione di Catania
- dott. Rocco Favara, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore della sezione di Palermo
- dott. Massimiliano Stucchi, dirigente di ricerca dell'INGV, direttore della sezione di Milano

#### Organi di Controllo

##### *Collegio dei Revisori di Conti*

- dott. Dante Piazza, dirigente del Ministero dell'Economia e delle Finanze, designato dal Ministero stesso, presidente
- dott.ssa Ida Mercuri, dirigente del MIUR, designata dal MIUR, membro effettivo
- dott. Antonio Valeo, dirigente del MIUR, designato dal MIUR, membro effettivo
- dott. Luciano Criscuoli, direttore generale del MIUR, designato dall'INGV, membro effettivo
- dott. Sergio Pasquantonio, consulente aziendale, designato dall'INGV, membro effettivo
- rag. Alberto Paesano, direttore amministrativo contabile del Ministero del Ministero dell'Economia e delle Finanze, designato dal Ministero stesso, membro supplente del dott. Gattulli

- dott.ssa Patrizia Scarchilli, funzionario del MIUR, designato dal MIUR, membro supplente della dott.ssa Mercuri e del dott. Valeo
- dott.ssa Giulietta Iorio, funzionario del MIUR, designata dall'INGV, membro supplente del dott. Criscuoli e del dott. Pasquantonio

*Comitato interno di valutazione scientifica*

- prof. Adam M. Dziewonski di Harvard University - Dept. Earth & Planetary Sciences, coordinatore
- prof. Michele Dragoni dell'Università degli Studi di Bologna - dipartimento di Fisica - settore geofisica
- prof. Reinhart Leitingner di Universitat Graz - Institute fur Meteorologie und Geophysik
- dott. Roberto Azzolini, dirigente di ricerca del CNR
- dott. Vincenzo Lo Moro, dirigente di ricerca dell'ISTAT

*Collegio di valutazione e controllo strategico*

- dott. Giuseppe Cossari, Dirigente del MIUR, con funzioni di Presidente
- dott. Olimpio Cianfarani, Dirigente tecnologo dell'ISTAT
- dott. Luciano Lucchetti, Funzionario del MIUR

#### **IV. Gli obiettivi dell'INGV per il triennio 2004 – 2006**

Nella seduta del 30/9/'03 il Consiglio Direttivo dell'INGV, sentito il Collegio di Istituto, ha definito gli obiettivi programmatici generali per il primo anno del triennio di riferimento (2004 - 2006). Ha quindi identificato un certo numero di temi di ricerca e li ha poi riassunti in cinque Obiettivi Generali, a loro volta suddivisi in ventitre Obiettivi Specifici. In questo modo la programmazione periodica dell'INGV è stata riconfigurata globalmente, rendendola più aderente alla nuova realtà organizzativa dell'ente e recependo allo stesso tempo la terminologia introdotta dal MIUR. Questo schema è stato successivamente utilizzato per la elaborazione del Piano Triennale 2004-2006 e per la programmazione di tutte le attività previste. Si osservi che nel corso del 2004 lo schema è stato parzialmente rielaborato per tener conto sia delle novità di carattere istituzionale (si veda la successiva sezione VII.), sia per tener conto dell'evoluzione delle attività dell'INGV.

##### **1. Sviluppo dei sistemi di osservazione**

- 1a. Metodologie di sorveglianza sismologica
- 1b. Metodologie geofisiche per la sorveglianza e lo studio delle aree vulcaniche attive
- 1c. Geomagnetismo e Aeronomia
- 1d. Geofisica ambientale
- 1e. Metodologie geochimiche
- 1f. Sistemi osservativi geodetici
- 1g. Telerilevamento
- 1h. Rete sottomarina multidisciplinare integrata
- 1i. Reti informatiche e GRID

##### **2. Attività sperimentali e Laboratori**

- 2a. Laboratorio per le metodologie geologiche innovative
- 2b. Laboratorio di Paleomagnetismo
- 2c. Laboratorio di chimica e fisica delle rocce
- 2d. Laboratori di Geochimica dei Fluidi
- 2e. Laboratorio di storia dei fenomeni naturali

##### **3. Studiare e capire il Sistema Terra**

- 3a. Struttura e dinamica dell'Interno della Terra
- 3b. Scienze dell'Atmosfera, del Clima e dell'Ambiente
- 3c. Calcolo scientifico avanzato

##### **4. Comprendere e affrontare i rischi naturali**

- 4a. Pericolosità e Rischio sismico
- 4b. Pericolosità e Rischio vulcanico
- 4c. Rischio da Fattori ambientali

##### **5. Impegno verso le Istituzioni e la Società**

- 5a. Banche dati
- 5b. Consulenza scientifica
- 5c. Formazione e Informazione

## V. La realtà operativa dell'INGV

Durante il 2004 l'INGV si è articolato nelle seguenti Strutture (Delibera CD n. 1/01 del 18/1/01):

- Amministrazione Centrale
- Centro Nazionale Terremoti
- Sezione di Roma 1
- Sezione di Roma 2
- Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano
- Sezione di Milano
- Sezione di Catania
- Sezione di Palermo

A tali strutture si sono aggiunti il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) e il Gruppo Nazionale per la Vulcanologia (GNV).

Oltre che presso le sedi proprie delle Strutture, le attività si sono svolte presso le seguenti sedi distaccate:

- Rocca di Papa (personale afferente all'Amministrazione centrale)
- L'Aquila (personale afferente alla Sezione di Roma 2)
- Gibilmanna - PA (personale afferente al CNT)
- Pisa (personale afferente a più Strutture)
- Arezzo (personale afferente alla Sezione di Roma 1)
- Bologna (personale afferente a più Strutture)
- Lipari (personale afferente alla Sezione di Catania)
- Grottaminarda - AV (personale afferente al CNT, nell'ambito del Progetto "PROSIS" finanziato dal MIUR)
- Portovenere - SP (personale afferente alla Sezione di Roma 2)

Infine, alcune unità di personale hanno prestato servizio presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, il MIUR, la Regione Marche, e le Università di Genova, Siena e di Napoli ("Federico II").

Segue il dettaglio dell'organizzazione interna e consistenza delle Strutture INGV.

### SEZIONE DI ROMA 1 - "SISMOLOGIA E TETTONOFISICA"

**Direttore:** Dott. Massimo COCCO, Dirigente di ricerca

#### Unità funzionali e di progetto:

UF Dinamica e Reologia dell'Interno della Terra (Resp. Dott. Antonio PIERSANTI)  
UF Sismicità e Sismotettonica (Resp. Dott.ssa Paola MONTONE)  
UF Tettonica Attiva e Strutture Sismogenetiche - (Resp. Dott. Gianluca VALENSISE)  
UF Effetti dei Terremoti e Modelli di Scuotimento (Resp. Dott. Antonio ROVELLI)  
UF Sismologia globale (Resp. Dott. Andrea MORELLI)  
UF Sismologia Quantitativa (Resp. Dott. Nicola Alessandro PINO)  
UF Modellistica Fisica e Pericolosità dei Processi Vulcanici - Pisa (Resp. Dott.ssa Antonella BERTAGNINI)  
UF Laboratorio Nuove Tecnologie (Resp. Dott. Giovanni ROMEO)  
UP Pericolosità sismica (Resp. Dott. Luca MALAGNINI)

**Personale in servizio:** n. 101 unità

### SEZIONE DI ROMA 2 - "GEOMAGNETISMO, AERONOMIA E GEOFISICA AMBIENTALE"

**Direttore:** Dott. Bruno ZOLESI, Dirigente di ricerca

#### Unità funzionali:

UF Geomagnetismo (Resp. Dott. Angelo DE SANTIS)  
UF Fisica dell'Alta Atmosfera (Resp. Dott.ssa Giugiana DE FRANCESCHI)  
UF Laboratorio di Paleomagnetismo (Resp. Dott. Leonardo SAGNOTTI)  
UF Laboratorio di Geofisica Ambientale (Resp. Dott. Cesidio BIANCHI)  
UF Ricerche Interdisciplinari Geomarine - "RIDGE" (Resp. Dott. Paolo FAVALI)  
UF Climatologia Dinamica - Bologna (Resp. Dott.ssa Simona MASINA)  
UF Osservatorio Geofisico de L'Aquila (Resp. Dott. Paolo PALANGIO)

**Personale in servizio:** n. 96 unità



## **SEZIONE DI NAPOLI - "OSSERVATORIO VESUVIANO"**

**Direttore:** Dott. Giovanni MACEDONIO, Dirigente di ricerca

### **Unità funzionali:**

UF Centro di Monitoraggio e Acquisizione Dati (Resp. Dott. Marcello MARTINI)  
UF Fisica del Vulcanismo (Resp. Dott. Giuseppe DE NATALE)  
UF Geochimica dei Fluidi (Resp. Dott. Giovanni CHIODINI)  
UF Geodesia (Resp. Dott. Folco PINGUE)  
UF Sismologia, Sismotettonica e Struttura Crostale (Resp. Prof. Edoardo DEL PEZZO)  
UF Vulcanologia e Petrografia (Resp. Prof. Giovanni ORSI)  
UP Centro di Ingegneria Sismica e Sismologia Applicata - "SISSA" (Resp. Dott. Giovanni IANNACCONI)  
Servizi amministrativi (Resp. Dott. Giuseppe PATRIZI)

Nei predetti servizi amministrativi sono collocati, oltre agli uffici amministrativi in senso stretto, la segreteria del Direttore di Sezione, l'ufficio tecnico, i servizi generali e le biblioteche.

**Personale in servizio:** n. 118 unità

Si ricorda che presso la Sezione di Napoli - OV convivono dipendenti afferenti al Comparto EPR, al Comparto Università e al ruolo speciale a esaurimento dei geofisici (art. 6, commi 7 e 8, D. Lgs. n. 381/99).

## **SEZIONE DI MILANO - "SISMOLOGIA APPLICATA"**

**Direttore:** Dott. Massimiliano STUCCHI, Dirigente di ricerca

### **Unità funzionali:**

UF Sismologia Storica e Pericolosità Sismica (Resp. Dott.ssa Paola ALBINI)  
UF Sistemi Informativi e Infrastruttura Telematica (Resp. Dott. Fabrizio MERONI)  
UF Sismologia Strumentale (Resp. Dott. Paolo AUGLIERA)  
UF Macrosismologia ed Educazione al Territorio - Bologna (Resp. Dott. Romano CAMASSI)  
UF Scenari di Scuotimento Sismico (Resp. Dott. Gaetano ZONNO)

**Personale in servizio:** n. 29 unità

## **SEZIONE DI PALERMO - "GEOCHIMICA"**

**Direttore:** Dott. Rocco FAVARA, Dirigente di ricerca

### **Unità funzionali:**

UF Sorveglianza Geochimica delle Aree Vulcaniche Attive Italiane (Resp. Dott. Sergio GURRIERI)  
UF Laboratori Geochimici e Tecnologici (Resp. Dott. Salvatore INGUAGGIATO)  
UF Monitoraggio Geochimico delle Aree Sismiche Italiane (Resp. Dott. Francesco ITALIANO)

**Personale in servizio:** n. 36 unità

## **SEZIONE DI CATANIA**

**Direttore:** Dott. Alessandro BONACCORSO, Dirigente di ricerca

### **Unità funzionali:**

UF Sismologia (Resp. Dott. Domenico PATANÈ)  
UF Vulcanologia e Geochimica (Resp. Dott.ssa Sonia CALVARI)  
UF Deformazione, Geodesia e Geofisica - (Resp. Dott. Giuseppe PUGLISI)  
UF Sala Operativa (Resp. Ing. Danilo REITANO)

**Personale in servizio:** n. 90 unità

## **CENTRO NAZIONALE TERREMOTI**

**Direttore:** Dott. Alessandro AMATO, Dirigente di ricerca

**Unità funzionali:**

UF Laboratorio di Sismologia Sperimentale (Resp. Dott: Marco CATTANEO)  
UF Sismicità e Struttura dell'Area Mediterranea (Resp. Dott. Salvatore MAZZA)  
UF Laboratorio di Geodesia e Telerilevamento (Resp. Dott.ssa Maria Fabrizia BUONGIORNO)  
UF Sismologia, Sismotettonica e Struttura della Litosfera (Resp. Dott. Claudio CHIARABBA)  
UF Sismogrammi storici - "SISMOS" (Resp. - a interim -: Dott. Alessandro AMATO)  
UF Centro Dati e Informazione sui Terremoti (Resp. Dott. Massimo Di BONA)

**Personale in servizio:** n. 135 unità

**AMMINISTRAZIONE CENTRALE**

**Direttore:** Dott. Tullio PEPE, Dirigente di seconda fascia, con funzioni di Direttore amministrativo (art. 23, comma 2, del Regolamento di organizzazione e funzionamento)

**Uffici:**

Ufficio I - Affari generali e Ordinamento  
Ufficio II - Affari del personale  
Ufficio III - Trattamento giuridico ed economico del personale  
Ufficio IV - Emolumenti e adempimenti del sostituto d'imposta  
Ufficio V - Gestione della spesa e scritture patrimoniali  
Ufficio VI - Bilancio e scritture contabili  
Ufficio VII - Fatturazione e adempimenti fiscali  
Ufficio VIII - Servizi generali

Nei predetti uffici sono collocati, oltre ai servizi amministrativi in senso stretto, le Segreterie amministrative e tecnico-scientifiche dei Gruppi Nazionali (GNV e GNDT), la Segreteria particolare della Presidenza, l'Ufficio tecnico e SPP e i tutti i servizi a carattere generali.

**Unità funzionali:**

UF CED e Reti informatiche (Resp.: Dott. Quintilio TACCETTI, Dirigente di ricerca)  
UF Cultura scientifica (Resp. - ad interim -: Dott. Tullio PEPE)

Nelle predette UUFF sono collocati i servizi informatici generali, il Servizio Biblioteca e Pubblicazioni e il Laboratorio grafico.

**Personale in servizio:** n. 88 unità

Inoltre, hanno costituito Strutture dell'INGV (art. 28, ultimo comma, del regolamento di organizzazione e funzionamento):

- il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti - GNDT (Direttore: Prof. Claudio EVA, Ordinario nell'Università degli Studi di Genova);
- il Gruppo Nazionale per la Vulcanologia - GNV (Direttore: Prof. Paolo GASPARINI, Ordinario nell'Università degli Studi di Napoli "Federico II").

Nel corso del 2004, tuttavia, la realtà operativa dell'INGV ha subito profonde modifiche.

Sul piano gestionale, nell'ottica di un sistema di decentramento amministrativo sempre più marcato, anche i Direttori delle sezioni costituite presso la sede centrale sono stati nominati Funzionari delegati per le attività delle rispettive strutture (Delibera CD n. 5.4.3.03 del 10/7/03 attuata a decorrere dal 1/1/04).

Sul piano scientifico, la rete scientifica dell'INGV è stata riorganizzata sulla base dei Temi trasversali coordinati (TTC), intesi come attività istituzionali comuni a più di due sezioni per le quali sono state previste strutture di coordinamento nazionale (vedi paragrafo VII).

## VI. Collaborazioni istituzionali e programmatiche

L'INGV svolge gran parte delle sue attività in stretta collaborazione con le grandi strutture nazionali ed europee che hanno il compito di indirizzare e coordinare gli interventi sulla ricerca scientifica. Un secondo canale di stretta collaborazione riguarda le strutture che svolgono attività nella valutazione e protezione dai rischi naturali. In primo luogo quindi l'Ente opera in stretta sinergia con il MIUR, il suo ministero vigilante, e con il Dipartimento della Protezione Civile.

Con il MIUR la collaborazione avviene nel quadro dei compiti di indirizzo e sostegno, di valorizzazione e valutazione della ricerca, che il Ministero esplica a livello nazionale e internazionale. L'INGV partecipa attivamente alle diverse iniziative in corso con una forte presenza in programmi nazionali ed internazionali di ricerca. La ricerca dell'INGV è finanziata attraverso tutti gli strumenti di finanziamento approntati nel corso degli anni, come il FIRB (Fondo per gli Investimenti della Ricerca di Base), il PON (Programma Operativo Nazionale per la ricerca scientifica, sviluppo tecnologico, alta formazione, che si inserisce nella strategia del Piano di Sviluppo del Mezzogiorno), la Legge 488/92, con cui è stato finanziato l'importante "Progetto Irpinia" (PRO.S.IS. Programma Sperimentale per la Sismologia e l'ingegneria sismica). Un finanziamento di particolare prestigio è quello concesso al PNRA (Programma Nazionale di Ricerche in Antartide), nell'ambito del quale l'INGV ha un ruolo centrale e partecipa anche al Consorzio per l'attuazione del Programma scientifico.

Con il Dipartimento della Protezione Civile vengono affrontati, in un sistema sinergico, gli aspetti tecnico-scientifici relativi ai rischi sismico, vulcanico e da maremoto. Il territorio italiano si estende infatti su un'area che come noto è caratterizzata dalla presenza di aree fortemente sismiche e da aree vulcaniche attive, uniche nella realtà europea. L'Ente offre da molti anni servizi tecnico-scientifici di fondamentale importanza per la sicurezza delle popolazioni e del patrimonio esposti a tali rischi naturali, in piena intesa con la Protezione Civile nazionale, regionale e locale e con diversi altri enti e aziende che operano sul territorio, come ad esempio l'ENI, l'APAT, le ARPA regionali. Tra i temi di grande rilevanza sociale affrontati dall'INGV va ricordato quello dell'inquinamento, con la sua specifica variante del seppellimento abusivo di materiali pericolosi. In questo ambito l'INGV è attivo da anni in valida sinergia con la Magistratura e con gli organi di Polizia, Carabinieri, Corpo Forestale dello Stato e Guardia di Finanza.

Sempre nel quadro dei rischi naturali, recentemente l'INGV ha aggiunto alle attività più strettamente classificabili come sorveglianza una funzione di riferimento scientifico di alto livello, attuata sia attraverso la gestione dei progetti di ricerca ex-GNDT ed ex-GNV (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti e Gruppo Nazionale per la Vulcanologia), sia attraverso attività a termine, come la collaborazione offerta al Governo per la elaborazione della nuova normativa sismica nazionale.

Le collaborazioni sono molto attive anche con il Ministero dell'Ambiente, con il quale l'INGV negli anni ha siglato diversi accordi di programma in settori scientifici anche molto diversi tra loro. In particolare, l'INGV svolge da anni, sotto l'egida di questo Ministero, attività nell'ambito della convenzione internazionale sui cambiamenti climatici, mentre è di più recente avvio un accordo per studi sul processo di sequestrazione di anidride carbonica nel sottosuolo. Si segnalano anche importanti accordi con il Ministero della Difesa, per la fornitura di mappe aggiornate dei parametri ionosferici utili alla gestione immediata delle radio frequenze in onda corta.

Un ruolo istituzionale di primo attore viene svolto dall'INGV nel servizio di consulenza tecnico-scientifica per il Ministero degli Affari Esteri (MAE), in particolare nell'ambito della realizzazione del Centro Dati Nazionale che il Ministero ha creato per assolvere ai suoi impegni nel trattato per la proibizione totale delle esplosioni nucleari (CTBTO). Vanno inoltre ricordate le numerose collaborazioni in essere con l'ASI, l'ENI, l'INAF, il CNR, le Università e gli altri Enti di ricerca, nonché con diverse altre strutture, anche di governo regionale e locale, che vengono avviate sia per iniziativa di singoli gruppi di ricercatori, sia nell'ambito di convenzioni di ricerca e programmi-quadro.

Oltre a essere ben posizionato nell'area internazionale per la qualità della ricerca svolta e la leadership oggettiva in alcuni ambiti disciplinari, l'INGV trae da questo ambito importanti fonti di finanziamento. La Comunità Europea concede finanziamenti a diversi settori trainanti dell'ente (sismologia, vulcanologia, clima e ambiente) nell'ambito di grandi programmi pluriennali come FP6, COST, eCONTENT. Alcuni programmi di grande respiro internazionale vengono supportati da prestigiose istituzioni come la National Science Foundation, l'ONU e l'UNESCO.

## VII. Temi Trasversali Coordinati (TTC)

A conclusione del primo triennio di vita dell'INGV, dopo una fase iniziale di assestamento a seguito del decreto riorganizzativo del 1999, si sono esaminate le condizioni di operatività nell'Ente. A questo scopo nell'anno 2004 si sono tenute al massimo livello organizzativo e gestionale alcune riunioni dedicate alla predisposizione della migliore organizzazione delle strutture per l'implementazione dei piani annuali di attività. Questo dibattito è partito dando ormai per acquisito che l'INGV, nel suo primo triennio, avesse raggiunto una stabilità di funzionamento nelle sue varie Sezioni geografiche, che l'organizzazione locale avesse conquistato un proprio equilibrio interno, che servizi essenziali come i monitoraggi e la sorveglianza fossero ormai entrati stabilmente nel modo di operare dell'Ente e dei suoi dipendenti. Infine, si è preso atto del fatto che la ricerca scientifica nelle Sezioni ha raggiunto un buon livello e anzi, come verificato, che sono pre-senti importanti punte di eccellenza.

Su questa base era possibile e doveroso iniziare a muoversi per permettere all'Ente di svilupparsi meglio a livello realmente nazionale e soprattutto inter-sezioni, nella prospettiva di rafforzare la sua posizione di struttura di riferimento a livello europeo nella geofisica e nella vulcanologia. La struttura dell'Ente doveva in particolare essere migliorata proprio in quelle attività che vedevano gruppi di ricerca lavorare su temi simili in Sezioni separate senza un ottimale coordinamento. Era in sostanza ormai apparsa evidente la necessità di connettere al meglio tutte le attività trasversali di monitoraggio e ricerca ma anche di "semplice" supporto (biblioteche, banche dati, sito web etc...). Naturalmente il raggiungimento di questo obiettivo non doveva stravolgere il buon funzionamento di attività che trovavano già corretta collocazione completamente all'interno delle singole Sezioni. Era quindi necessario rendere trasversali solamente quelle attività che, venendo svolte in più sezioni anche geograficamente molto distanti, potevano trarre vantaggio da un forte coordinamento nazionale.

Il nome dato a questo insieme di attività è TTC, Temi Trasversali Coordinati. I TTC nascono in sostanza per rendere realmente unito e convergente l'Ente su temi trasversali che interessano tre o più sezioni. Si è ritenuto necessario individuare una Sezione preminente - e all'interno di questa un coordinatore generale - tra tutte le Sezioni che partecipano a ogni dato tema. In conclusione quindi si è convenuto su una ristrutturazione che, lasciando inalterate le singole Sezioni, permettesse di far operare in sintonia prevalentemente le realtà geografiche dell'INGV. Nel dettaglio sono stati seguiti questi passaggi:

- individuazione dei temi trasversali alle attività dell'INGV;
- definizione dell'attività di coordinamento per ciascun tema trasversale;
- ridefinizione delle Unità di Funzionali nelle Sezioni e delle Unità di Progetto.

Si è così definito Tema Trasversale Coordinato (TTC) un tema:

- previsto nel Piano Triennale;
- che coinvolge almeno tre sezioni dell'ente;
- che prevede il coordinamento di una attività istituzionale.

Altre attività che vengono svolte all'interno di una o due sezioni, come ad esempio la gestione di alcuni sistemi osservativi per il geomagnetismo e la ionosfera, la geofisica ambientale, il laboratorio di paleomagnetismo, pur essendo riconosciute dal Piano Triennale come istituzionali e primarie per l'Ente, non entrano nel processo di costituzione dei TTC ma entrano nella pianificazione come attività delle singole Sezioni.

I TTC individuati sono 23. Nell'autunno del 2004 la comunità scientifica ad essi afferente ha predisposto dei documenti di attività che sono stati analizzati da gruppi di revisori interni all'Ente. Alcuni di questi TTC sono partiti già ad ottobre 2004 mentre altri sono stati avviati con efficacia 1 febbraio 2005. I TTC sono normalmente affidati a un coordinatore nazionale e a coordinatori locali in ragione di uno per ogni sezione coinvolta. Tuttavia, per alcuni TTC che abbracciano competenze fortemente multidisciplinari è risultato opportuno in prima applicazione affidare il coordinamento a due ricercatori.

La tabella che segue riepiloga le finalità dei diversi TTC, riportando per ognuno di essi anche il nome e la Sezione del/dei coordinatore/i.

<b>N.</b>	<b>Tema Trasversale Coordinato (TTC)</b>	<b>Sezione/ricercatore responsabile</b>
1	<b>Monitoraggio sismico territorio nazionale</b> La sorveglianza sismologica è uno dei temi primari dell'attività dell'INGV. Con questo TTC si vuole avviare il coordinamento di tutti gli sviluppi che queste attività avranno nel prossimo triennio, tra cui la rete sismica nazionale, la rete mediterranea e tutte le relative sale di sorveglianza.	CNT M. Cattaneo

2	<b>Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive</b> Il TTC coordinerà lo sviluppo di reti permanenti (con trasmissione dei dati) per la misura dei parametri geochimici legati alle fenomenologie pre-, syn- e post-eruttive; curerà l'installazione delle reti di sorveglianza e integrazione dei dati nelle sale di monitoraggio per i vulcani attivi italiani; e armonizzerà il monitoraggio per tutti i vulcani italiani.	PA S. Gurrieri
3	<b>Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive</b> Il TTC curerà l'omogeneizzazione e lo sviluppo organico delle reti GPS, tiltmetriche, EDM e di livellazione esistenti. Promuoverà inoltre lo sviluppo e la razionalizzazione del controllo dei vulcani italiani tramite interferometria satellitare. Infine armonizzerà la qualità del monitoraggio per tutti i vulcani italiani.	CT G. Puglisi
4	<b>Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive</b> Questo TTC porterà lo standard delle reti di monitoraggio esistenti a quello della RSN (predominanza di stazioni digitali a tre componenti a larga banda), armonizzando le diverse reti di sorveglianza dei vulcani italiani. Inoltre coordinerà gli interventi (stazioni mobili) e le analisi da effettuare da parte delle diverse sezioni dell'INGV in caso di riattivazione delle dinamiche eruttive.	OV M. Martini
5	<b>Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani</b> Il TTC coordina le attività di monitoraggio e ricerca applicata alla definizione dello stato dei sistemi vulcanici attivi, basandosi sui dati: a) raccolti da: i) reti e tecniche multiparametriche di monitoraggio vulcanologico; ii) campagne di misure dirette eseguite periodicamente sui vulcani attivi; b) dai dati analitici prodotti dai laboratori chimici e fisici. Il TTC coordina l'analisi dei dati raccolti in occasione di eventi eruttivi.	CT S. Calvari
6	<b>Rete GPS nazionale</b> Con questo TTC si vuole avviare il coordinamento di una rete permanente di stazioni GPS per aumentare le conoscenze relative alla cinematica e tettonica attiva della penisola, armonizzando le diverse iniziative in corso nelle sezioni dell'ente sia dal punto di vista della configurazione e tecnologia delle rete stessa che dal punto di vista delle tecniche di analisi e della costituzione di una banca dati.	CNT G. Selvaggi
7	<b>Telerilevamento</b> Le tecnologie di Telerilevamento aereo, satellitare e prossimale rappresentano da alcuni decenni insostituibili strumenti per lo studio e la sorveglianza di aree sismogenetiche e zone vulcaniche. Questo TTC punta a promuovere l'interazione tra ricercatori e tecnologi che utilizzano tecniche simili in aree geografiche e per scopi scientifici anche molto diversi.	CNT F. Buongiorno
9	<b>Reti informatiche e GRID</b> Questo TTC nasce per ottenere una reale connessione tra le diverse reti di monitoraggio geofisico dell'Ente e per ottenere un efficace collegamento delle diverse parti dell'INGV. Il coordinatore stesso valuterà la possibilità di estendere le funzioni di questo TTC anche al calcolo comune tra le diverse sedi e sezioni. Questo TTC altresì eredita le competenze originariamente assegnate al GSIG.	OV G. Macedonio
10	<b>Laboratori di chimica e fisica delle rocce</b> I laboratori sperimentali di chimica e fisica delle rocce costituiscono il naturale completamento osservativo alle attività di sorveglianza geofisica che l'INGV svolge in particolare nel campo della sismologia e del vulcanismo. Questo TTC dovrà coordinare le varie attività dei laboratori sperimentali tendendo a realizzare una infrastruttura trasversale aperta e efficiente.	RM1 M. Pompilio

11	<b>Laboratori di geochimica dei fluidi</b> Questo TTC nasce per armonizzare le attività dei quattro poli tecnologici attivi in questo settore, con lo specifico obiettivo di razionalizzare l'acquisizione di nuova strumentazione e il funzionamento dei laboratori stessi.	PA S. Inguaggiato
12	<b>Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali</b> Questo TTC affronta le problematiche della tettonica attiva e delle relative manifestazioni geodinamiche ricavabili sia dall'indagine geologica che dall'esame di fonti storiche e archeologiche, con riferimento sia all'ambito sismologico che a quello vulcanologico.	MI-RM1 P. Albini, G. Valensise
14	<b>Modellazione fisico-matematica dei processi vulcanici per la valutazione della loro pericolosità</b> Questo TTC nasce dalla necessità di coordinare lo sviluppo dei modelli nel campo della fisica del vulcanismo con le applicazioni a fini di valutazione della pericolosità, armonizzando su scala nazionale gli sforzi delle sezioni.	RM1 A. Neri
17	<b>Banche dati e cataloghi dei terremoti</b> Questo TTC nasce per garantire la miglior armonizzazione nel settore della archiviazione e disseminazione dei dati strumentali (recenti e storici) e storico/macrosismici e dei cataloghi parametrici dei terremoti e la migliore integrazione con le altre attività che l'INGV svolge in questo settore.	CNT-MI A. Michelini, M. Stucchi
19	<b>Biblioteche</b> Questo TTC curerà tutti gli aspetti organizzativi e concreti per lo scambio di informazioni e documentazione scientifica che una moderna biblioteca distribuita può fornire, rendendo di fatto il sistema bibliotecario INGV un servizio nazionale e internazionale d'eccellenza nei settori di competenza.	AC A.G. Chiodetti
20	<b>Formazione e informazione</b> Questo TTC curerà le strutture museali esistenti e svilupperà i nuovi progetti in via di definizione in questo ambito. Inoltre seguirà i meccanismi di divulgazione delle attività dell'Ente, comprese quelle on-line. Gestirà le attività svolte a favore delle scuole e la partecipazione a mostre e congressi in cui l'INGV è presente con un proprio spazio espositivo.	MI-CNT R. Camassi, C. Nostro
21	<b>Editoria e Web</b> Il sistema di comunicazione costituito dai siti Internet rappresenta oggi un elemento fondamentale della vita di una struttura di ricerca aperta ed efficiente. Questo TTC si occuperà della migliore organizzazione e sviluppo del sito INGV anche in considerazione del suo importantissimo ruolo in occasione delle emergenze sismiche e vulcaniche. Inoltre curerà tutta l'editoria dell'ente, con la sola eccezione degli <i>Annals of Geophysics</i> .	RM1-MI D. Pantosti, G. Rubbia

Per un rimanente gruppo di TTC già istituiti si è preferito invece rinviare l'avvio formale delle attività coordinate, attendendo piuttosto il completamento di uno studio di fattibilità che permettesse di mettere a punto meglio obiettivi, tempi e metodi. I TTC attualmente sospesi (ma per i quali è già stata individuata e pianificata l'attività prevista per l'anno 2005) sono i seguenti:

- Rete sismica sottomarina
- Metodologie e strumenti innovativi per la sismologia
- Mappe di pericolosità sismica
- Degassamento naturale
- Sistema informativo territoriale
- Emergenze sismiche

- Misure di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree sismiche e vulcaniche

## VIII. I risultati contabili della gestione 2004

Le entrate 2004 al netto delle partite di giro sono pari a 79.772 milioni di cui 50.945 milioni da trasferimenti attivi, 28.336 milioni da contratti attivi, 264 mila correnti ed 227 mila in conto capitale.

Le uscite 2004 al netto delle partite di giro sono pari a 71.384 milioni di cui 45.385 milioni correnti per attività istituzionali, 18.901 milioni correnti per progetti di ricerca e 7.098 milioni in conto capitale.

L'avanzo di competenza, pari a 8.388 milioni risulta quasi interamente a destinazione vincolata (quote dei fondi esterni finalizzati a progetti di ricerca che non è stato possibile impegnare entro il termine dell'esercizio).

Tra le entrate, 38.368 milioni provengono dal MIUR, 577 mila provengono dal Ministero dell'Economia e Finanze, 21.000 milioni provengono dal Dipartimento ProCiv, 19.336 milioni da contratti di ricerca attivi e 491 mila da altre fonti.

Le "entrate proprie", dunque, costituiscono ormai quasi il 25% delle entrate dell'Ente.

Tra le uscite, in particolare, le spese di personale ammontano a 30.407 milioni e costituiscono quasi il 40 % del totale delle spese complessive e oltre il 65% delle spese correnti per attività istituzionali.

Le gestioni decentrate hanno dati i seguenti esiti:

Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano: spese per 8.194 milioni (comprese spese di personale OV);

Sezione di Milano: spese per 610 mila;

Sezione di Palermo: spese per 2.633 milioni;

Sezione di Catania: spese per 3.968 milioni;

Sezione di Roma 1: spese per 1.012 milioni;

Sezione di Roma 2: spese per 1.316 milioni;

Centro Nazionale Terremoti: spese per 2.758 milioni;

GNDT: spese per 223 mila;

GNV: spese per 369 mila,

per un totale di 21.083 milioni pari a quasi il 30% delle spese complessive.



## IX. Situazione del personale in servizio al 31 dicembre 2004

Alla data del 31 dicembre 2004 sono risultati essere in servizio n. 493 dipendenti con contratto a tempo indeterminato (di ruolo). Restano disponibili, dunque, n. 124 posti. Di tali n. 124 posti organici vacanti, n. 41 sono stati messi a concorso (pubblici concorsi indetti e pubblicati nel corso del II semestre 2004) e di n. 4 è stata programmata la copertura tramite "scorrimento" di graduatorie ancora valide. Sono risultati, pertanto, effettivamente vacanti solo n. 79 posti.

Per quanto concerne il personale con contratto a tempo determinato (non di ruolo), il contingente a disposizione è stato di n. 62 contratti attivabili ai sensi dell'art. 36 L. n. 70/75 e successive integrazioni e modificazioni (oneri a carico dei fondi istituzionali - 10% della dotazione organica).

Al 31 dicembre 2004 sono risultati attivi n. 62 contratti, con una conseguente disponibilità residua pari a 0.

Ai contrattisti ex art. 36 vanno aggiunti, allo stato attuale:

- n. 38 dipendenti con contratto a tempo determinato per contratti "ereditati" dall'INGV all'atto della sua costituzione in quanto stipulati dai soggetti confluiti nel nuovo Ente per gli effetti del Decreto legislativo n. 381/99 (oneri a carico dei fondi istituzionali);
- n. 102 dipendenti con contratto a tempo determinato ex art. 23 DPR n. 171/91 (oneri a carico di fondi "esterni").

Complessivamente, dunque, sono risultati in servizio (alla data del 31 dicembre 2004):

- n. 493 dipendenti con contratto a tempo indeterminato (di cui n. 74 amministrati direttamente dalla Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano)
- n. 200 dipendenti con contratto a tempo determinato (di cui n. 98 con oneri a carico del Bilancio dell'Ente e n. 102 con oneri a carico di fondi esterni),

per un totale di n. 693 unità di personale dipendente.

Nell'ambito di tale consistenza organica, i dirigenti sono stati n. 2 (entrambi di II fascia), i ricercatori sono stati n. 252 (dei quali n. 40 di I livello, n. 69 di II livello e n. 143 di III livello - nel computo sono ricompresi i n. 20 ricercatori del ruolo a esaurimento ex D.Lgs. n. 381/99 in servizio presso la Sezione di Napoli), i tecnologi sono stati n. 110 (dei quali n. 9 di I livello, n. 25 di II livello e n. 76 di III livello), i tecnici specializzati (CTER) sono stati n. 175, mentre le restanti n. 156 unità di personale hanno rivestito profili amministrativi o di supporto o (in n. 53 casi, tutti presso la Sezione di Napoli) qualifiche proprie del Comparto Università (e sono in attesa di equiparazione ai profili EPR).

Al personale dipendente si sono aggiunti, infine, n. 23 incaricati di ricerca, n. 30 titolari di borse di studio, n. 52 titolari di assegni di ricerca, n. 11 dottorandi, oltre a n. 2 portieri di stabili e n. 4 unità di personale comandato, per un totale di n. 815 unità di personale impiegate, come si evince dal prospetto che segue (dati al 31 dicembre 2004).

PERSONALE DI RUOLO										
PROFILI	AC	CNT	RM1	RM2	NA - EPR	NA - UNIV.	CT	PA	MI	TOT.
DIRIGENTE	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2
Parz. Dirigenti	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2
DIR. RICERCA	1	6	12	8	5	2	4	1	1	40
PRIMO RICERC.	-	11	20	9	8	1	10	3	4	66
RICERCATORE	-	12	19	12	3	17	5	4	5	77
Parz. Ricercatori	1	29	51	29	16	20	19	8	10	183
DIR. TECNOL.	-	4	1	3	1	-	-	-	-	9
PRIMO TECNOL.	-	7	5	4	1	-	1	1	4	23
TECNOLOGO	5	3	5	2	10	-	3	2	2	32
Parz. Tecnologi	5	14	11	9	12	-	4	3	6	64
CTER IV	3	11	4	4	-	-	5	1	1	29
CTER V	5	7	4	3	-	-	5	5	3	32
CTER VI	17	29	5	6	4	-	6	2	-	69
Parz. Tecnici	25	47	13	13	4	-	16	8	4	130
ISP. GEN.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
FUNZION. IV	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2
FUNZION. V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COLL. AMM. V	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5
COLL. AMM. VI	3	1	-	-	-	-	-	-	-	4
COLL. AMM. VII	2	-	-	-	-	-	1	-	1	4

OPER. AMM. VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OPER. AMM. VIII	2	-	-	1	-	-	-	-	-	3
OPER. AMM. IX	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
AUSIL. AMM. IX	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Parz. Amministrativi	18	1	-	1	-	-	2	-	1	23
OPER. TECN. VI	2	2	-	1	-	-	-	-	-	5
OPER. TECN. VII	6	1	-	3	-	-	3	1	1	15
OPER. TECN. VIII	2	7	4	2	-	-	-	-	-	15
AUSIL. TECN. VIII	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2
AUSIL. TECN. IX	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Personale OV da equiparare	-	-	-	-	-	53	-	-	-	53
Parz. altro pers.	12	10	4	7	-	53	3	1	1	91
<b>TOTALE PERSONALE DI RUOLO</b>	<b>62</b>	<b>101</b>	<b>79</b>	<b>59</b>	<b>32</b>	<b>74</b>	<b>44</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>493</b>
<b>PERSONALE NON DI RUOLO</b>										
<b>PROFILI</b>										
	<b>AC</b>	<b>CNT</b>	<b>RM1</b>	<b>RM2</b>	<b>NA - EPR</b>	<b>NA - UNIV.</b>	<b>CT</b>	<b>PA</b>	<b>MI</b>	<b>TOT.</b>
PRIMO RICERCATORE	-	2	1	-	-	-	-	-	-	3
RICERCATORE	1	14	15	15	3	-	13	3	2	66
Parz. Ricercatori	1	16	16	15	3	-	13	3	2	69
PRIMO TECNOLOGO	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2
TECNOLOGO	1	4	3	12	3	-	11	8	2	44
Parz. Tecnologi	1	4	3	13	3	-	11	9	2	46
CTER IV	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2
CTER V	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
CTER VI	6	6	2	6	3	-	15	2	2	42
Parz. Tecnici	7	6	2	7	3	-	16	2	2	45
FUNZ. AMM. V	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2
COLL. AMM. VII	2	1	-	1	2	-	3	1	1	11
OPER. AMM. IX	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
AUSIL. AMM. IX	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Parz. Amministrativi	5	2	-	1	2	-	4	1	1	16
OPER. TECN. VI	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
OPER. TECN. VII	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
OPER. TECN. VIII	8	5	1	1	1	-	2	-	-	18
AUSIL. TECN. VIII	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
AUSIL. TECN. IX	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
Parz. altro pers.	12	6	1	1	1	-	2	1	-	24
<b>TOTALE PERSONALE NON DI RUOLO</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>46</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>200</b>
<b>TOTALE GENERALE PERSONALE</b>	<b>88</b>	<b>135</b>	<b>101</b>	<b>96</b>	<b>44</b>	<b>74</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>693</b>
<b>ALTRO PERSONALE</b>										
<b>TIPOLOGIE</b>										
	<b>AC</b>	<b>CNT</b>	<b>RM1</b>	<b>RM2</b>	<b>NA - EPR</b>	<b>NA - UNIV.</b>	<b>CT</b>	<b>PA</b>	<b>MI</b>	<b>TOT.</b>
INCARICATI DI RICERCA	-	1	4	4	6	-	1	7	-	23
BORSISTI	-	5	10	7	2	-	2	2	2	30
ASSEGNISTI	1	8	13	7	4	-	9	8	2	52
DOTTORANDI	-	-	7	3	-	-	1	-	-	11
PERS. COMANDATO	1	2	1	-	-	-	-	-	-	4
PORTIERI	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2

<b>TOTALE GENERALE ALTRO PERSONALE</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>122</b>
<b>TOTALE RISORSE UMANE</b>	<b>91</b>	<b>151</b>	<b>136</b>	<b>118</b>	<b>56</b>	<b>74</b>	<b>103</b>	<b>53</b>	<b>33</b>	<b>815</b>

## X. Metodologie adottate per la valutazione delle attività di ricerca

Per la sua stessa natura di ente di ricerca e allo stesso tempo fornitore di servizi l'INGV svolge una attività estremamente diversificata. Infatti, a fianco di numerose attività di ricerca e sperimentazione di punta, l'INGV svolge un'intensa attività di monitoraggio e prevenzione di diversi fenomeni naturali potenzialmente avversi. Questa diversificazione mette implicitamente in crisi le normali procedure di valutazione della produttività scientifica, e allo stesso tempo suggerisce l'utilizzo di indicatori non convenzionali dell'impatto delle attività dell'ente sulla società. Ne è un buon esempio il sito Internet dell'INGV, che a seguito di alcuni importanti eventi naturali verificatisi nel 2004 ha registrato nuovi picchi di "contatti", e del quale è stata recentemente avviata una ristrutturazione che venga meglio incontro all'evoluzione della domanda di sapere. Un ulteriore esempio è rappresentato dal notevole ruolo che l'INGV ha avuto nel quadro della Ordinanza 3274 del 20/3/2003, con cui la Protezione Civile ha emanato una nuova classificazione delle aree sismiche e nuove norme tecniche per la progettazione antisismica. In questo contesto l'INGV ha efficacemente veicolato le novità istituzionali non solo verso i tecnici e le amministrazioni, ma anche verso il grande pubblico.

Ciò premesso, si ricorda che l'ordinamento dell'INGV prevede comunque un complesso sistema di controllo e di valutazione di tutte le attività istituzionali, nell'ambito del quale operano i seguenti quattro organi previsti dal decreto costitutivo e dai regolamenti:

- il Collegio dei Revisori dei Conti
- il Comitato di Consulenza Scientifica
- il Servizio di Valutazione e Controllo Strategico
- il Comitato Interno di Valutazione Scientifica

I predetti organi sono stati da tempo costituiti con deliberazioni del Consiglio Direttivo e svolgono regolarmente i propri compiti. Della loro attività sono tenuti costantemente informati gli Organi vigilanti presso i quali sono depositati tutti i verbali delle riunioni dei Comitati sopra citati, secondo le procedure previste dalle norme in vigore. In particolare:

- per quanto riguarda la valutazione dell'attività di ricerca, in data 28/12/04 con Prot. 10767 è stato trasmesso al Ministero vigilante il rapporto del Comitato Interno di Valutazione Scientifica relativo alla programmazione 2004-2006;
- il Collegio di Valutazione e Controllo Strategico ha inviato in data 28/4/03 con Prot. 3111 una Relazione relativa all'anno 2002. Tale relazione costituisce il primo rapporto del Servizio per quanto concerne gli organi di governo e le strutture gestionali dell'INGV dopo la sua riorganizzazione avvenuta nel 2000. Ad oggi il Collegio non ha svolto ulteriori incontri;
- infine, per quanto riguarda l'attività del Comitato di Consulenza Scientifica, in data 14/2/05 è stato trasmesso al Presidente il Verbale 01/2005 relativo al parere di detto Comitato sul documento "Piano Triennale di Attività INGV 2005-2007" predisposto dall'Ente alle fine del 2004.

Come già aveva fatto in precedenza, il Comitato di Consulenza Scientifica ha svolto una completa valutazione delle attività svolte dall'INGV basata sia sulla lettura e confronto dei documenti programmatici e di rendicontazione, sia sull'analisi diretta della produzione scientifica.

Per quanto riguarda il primo aspetto, si deve ricordare che a partire dal Rapporto sull'Attività Scientifica svolta nel 2004 la valutazione generale si è svolta non più "per sezione" ma con riferimento alla nuova struttura organizzativa per singoli temi introdotta con il Piano Triennale 2004-2006.

Nella valutazione della produttività scientifica in senso stretto sono stati considerati diversi prodotti e documenti, tra cui quasi pubblicazioni scientifiche effettivamente apparse, in corso di stampa o accettate per la stampa nelle riviste quotate dal JCR (Journal of Citation Reports) per il solo anno 2004. Questa analisi ha mostrato una produttività media per tutto l'INGV pari a quasi 1.5 pubblicazioni/ricercatore, un risultato in crescita rispetto al 2003 e del tutto soddisfacente, soprattutto se si tiene conto anche del fatto che questo calcolo esclude tutta la "letteratura minore" e che una consistente frazione del personale è impegnata in attività strettamente di servizio.

Infine, nel 2004 l'INGV ha aderito al nuovo sistema per la valutazione scientifica delle università e degli enti di ricerca introdotto dal MIUR nel maggio 2003 con la presentazione delle Linee Guida per la Valutazione della Ricerca. Seguendo tali linee-guida, nel corso del 2004 l'INGV ha selezionato circa 150 "prodotti di ricerca" suddivisi secondo le diverse tipologie identificate dal Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca (CIVR). I prodotti sono attualmente sotto valutazione da parte degli esperti designati da tale organo.

Istituto Nazionale di  
**Geofisica e Vulcanologia**

**S**chede per **S**ezione





# Sezione di Roma 1

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

Le attività svolte nella sezione sono sinteticamente descritte in funzione delle loro finalità e della loro attinenza al Piano Triennale 2004-2006 dell'INGV, che definisce il progetto esecutivo dell'Ente indicando obiettivi generali e specifici. Il 2004 è stato un anno molto importante perché, con la conferma dei direttori di sezione per un nuovo mandato, ha visto la riformulazione del piano triennale dell'Ente ed il completamento del decentramento amministrativo (tutti i direttori sono divenuti funzionari delegati). Potenzialmente, si sono create le condizioni per attuare una reale programmazione delle attività per temi.

Il giudizio complessivo sulle attività di ricerca scientifica e tecnologica svolte nel 2004 è molto positivo e conferma il netto progresso rispetto ai buoni risultati ottenuti negli anni precedenti. Questo giudizio è rafforzato dalle seguenti considerazioni:

- i) il numero delle pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali è ulteriormente aumentato (142 JCR);
- ii) le pubblicazioni mostrano anche un elevato livello della ricerca ed un ottimo inserimento nel panorama internazionale;
- iii) la buona partecipazione dei ricercatori in progetti internazionali;
- iv) gli sforzi intrapresi per lo sviluppo dei laboratori sperimentali hanno dato i primi risultati, anche se ulteriori investimenti sono necessari per il loro completo sviluppo.

Inoltre, le collaborazioni con le altre sezioni dell'ente e con il mondo universitario sono di buon livello, si sono concretizzate in pubblicazioni scientifiche, ma devono essere ulteriormente stimolate attraverso una pianificazione migliore delle attività trasversali e l'identificazione di temi strategici chiari aggreganti nel breve periodo.

La dotazione organica della sezione al 31 dicembre 2004 ha raggiunto le 133 unità di personale (erano 121 nel 2003), includendo borsisti, assegnisti e dottorandi; in particolare, la dotazione organica comprende 103 unità di personale, di cui 79 di ruolo e 24 a contratto a tempo determinato, ripartite in 69 ricercatori, 14 tecnologi e 20 unità di personale non-ricercatore. Collaborano allo svolgimento delle attività 17 borsisti e/o dottorandi e 15 assegnisti di ricerca, molti dei quali sono completamente finanziati con fondi esterni. La sezione è articolata in diverse unità funzionali, come descritto al punto 2.

Il totale delle spese sostenute nell'anno 2004 dalla sezione Roma 1 è stato pari a 838.000 Euro, di cui 68.200 Euro sono stati spesi per missioni in Italia e 55.429 per quelle all'estero, 11.600 Euro circa in formazione per il personale e 5.000 Euro per organizzazione di convegni; 39.962 Euro in spese di pubblicazioni di articoli su riviste scientifiche internazionali. L'investimento tecnologia è stato pari a circa 172.497 Euro, mentre 66.911 Euro sono stati spesi per software e cancelleria e 276.155 Euro sono stati spesi per studi e ricerche. L'investimento per Laboratori e Osservatori è stato di 70.000 Euro. Il totale delle spese per il 2004 è stato inferiore al bilancio di previsione in quanto sono state ridotte le missioni all'estero come richiesto dal decreto legge relativo ed è stato necessario un taglio al bilancio di circa 242.000 Euro.

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Le attività svolte nella sezione Sismologia e Tettonofisica (Roma1) sono principalmente dedicate alle ricerche in diversi campi della geofisica (comprendenti la geologia dei terremoti, la sismologia, la tettonofisica e geodinamica globale e la pericolosità sismica), della geochemica, della fisica del vulcanismo e della pericolosità vulcanica. Le attività di ricerca comprendono quindi sia l'acquisizione e la raccolta di osservazioni dirette e dati strumentali, anche attraverso attività sperimentali di laboratorio, sia lo sviluppo di nuove metodologie di analisi, simulazione e riproduzione dei processi geofisici a scala locale e globale.

Nell'ambito dell'Obiettivo Generale 1: Sviluppo dei sistemi di osservazione le attività si sono concentrate nel monitoraggio sismico e geochemico e nel contribuire al potenziamento della rete GPS nazionale. In particolare, attività di monitoraggio sismico sono state svolte anche nell'ambito di convenzioni con alcune regioni (ad esempio la Toscana). Per quanto riguarda l'Obiettivo Generale 2: Attività sperimentali e Laboratori, la sezione ha sviluppato le infrastrutture e le ricerche in tre laboratori: il laboratorio di geochemica dei fluidi, il laboratorio di chimica e fisica delle rocce ed il laboratorio per le nuove tecnologie. La sezione ha anche contribuito con ricerche geologiche e di sismologia storica al Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali. Un forte contributo è stato dato alle ricerche svolte nell'ambito dell'Obiettivo Generale 3: Studiare e capire il sistema Terra, dove sono state svolte ricerche sulla geodinamica globale e sulla fisica e la struttura dell'interno della Terra ed in sismologia. In particolare, sono state svolte ricerche importanti sulla meccanica delle faglie, con contributi sia sismologici sia geologici, sulla sismologia statistica e sui patterns di sismicità, sia in aree tettoniche sia in aree vulcaniche, sulla geologia dei terremoti con ricerche sull'identificazione delle strutture sismogenetiche e sulla caratterizzazione della deformazione e del campo di stress attivo. Sono stati svolti studi stratigrafici e petrologici in aree vulcaniche e geotermiche. In questo obiettivo generale sono stati svolti importanti lavori di modellazione numerica sui processi tettonici a scala regionale, sulla dinamica del clima e dell'oceano, e sui processi vulcanici sia in termini numerico-statistici che fisico-matematici. Questo ha comportato la necessità di dedicare risorse per lo sviluppo del calcolo numerico avanzato. Inoltre, le ricerche hanno anche interessato la genesi e la simulazione di

tsunami. Un importante contributo degli studi sismologici è stato ottenuto sulla stima dei principali parametri fisici in tempo reale a beneficio del servizio di sorveglianza sismica. Nell'ambito dell'Obiettivo Generale 4: Comprendere e affrontare i rischi naturali, le ricerche si sono focalizzate sullo sviluppo di metodologie innovative per la pericolosità sismica e sulla pericolosità e rischio vulcanico. In particolare, a queste attività hanno contribuito gli studi sulla parametrizzazione del dato geologico per le analisi di pericolosità sismica e vulcanica e le ricerche sul degassamento naturale. Importanti risultati sono stati conseguiti nello studio degli effetti di sito e pericolosità sismica in aree urbane, questo anche nell'ambito di importanti progetti come il progetto Prosis. A questo obiettivo generale hanno anche contribuito le attività di macrosismica, sismologia storica e sismologia strong motion. Queste ultime hanno permesso di ottenere importanti risultati sulla elaborazione di scenari di scuotimento e di danno atteso in aree sismogenetiche. Infine, nell'ambito dell'Obiettivo Generale 5: L'impegno verso le istituzioni e verso la Società, nella sezione sono state svolte importanti attività per lo sviluppo dei sistemi informativi territoriali, per l'implementazione delle banche dati e per lo svolgimento delle attività didattiche, di formazione ed informazione. La sezione ha contribuito alla gestione delle emergenze sismiche e vulcaniche ed alle attività di editoriali, museali e web.

## 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Nel campo delle indagini geodinamiche le ricerche sono state dedicate in particolare allo sviluppo di tecniche di modellazione numerica che permettano una simulazione sempre più realistica dei fenomeni naturali. Nel corso di questo anno il lavoro è stato dedicato all'integrazione della modellazione diretta con tecniche di inversione per la ricerca dei parametri geofisici specifici agli argomenti trattati. Sono state realizzate, per la prima volta a livello internazionale, delle simulazioni per valutare l'effetto dell'attività sismica globale sull'innalzamento del livello marino dell'ultimo secolo. I risultati indicano che i terremoti possono avere un effetto assolutamente non trascurabile sulle dinamiche del livello marino. È proseguito lo sviluppo di modelli 3D per lo studio degli effetti della deglaciazione pleistocenica sul cambiamento di livello marino relativo. In particolare, si sono studiati gli effetti delle eterogeneità di viscosità nella litosfera e nel mantello superiore.

Gli studi geodinamici basati sulla modellazione di dati sismometrici si sono orientati soprattutto sull'analisi di onde di superficie a periodo lungo ed intermedio. Misure dirette di velocità di gruppo, effettuate a distanza regionale, sono state considerate per il confronto e l'integrazione con un data-set globale per aumentare la definizione alla scala del continente Euro-asiatico, con l'obiettivo primario di ricostruire l'estensione e la struttura della litosfera. I risultati ottenuti attraverso lo sviluppo originale di approcci ibridi che sfruttano le potenzialità congiunte delle modellistica numerica e dell'analisi statistica sono stati di estrema rilevanza. In particolare:

- i) Lo studio e l'analisi dei fenomeni precursori di eruzioni e/o di fasi di unrest vulcanici. I risultati delle ricerche hanno evidenziato alcuni pattern precursori in grado di migliorare il forecasting delle eruzioni, e alcuni possibili meccanismi di attivazione di sistemi vulcanici.
- ii) Lo sviluppo di sistemi innovativi per il calcolo della pericolosità di eventi naturali con applicazione alla stima della pericolosità vulcanica del Vesuvio. I risultati sono stati inseriti nella revisione del Piano di Emergenza per l'area Vesuviana.
- iii) L'analisi della sismicità italiana e stima della probabilità di occorrenza di forti terremoti.
- iv) Lo studio dell'interazione tra terremoti ed eruzioni vulcaniche: i risultati hanno mostrato come i grandi terremoti sono in grado di aumentare la probabilità di eruzione esplosiva anche a distanze di centinaia di chilometri e anni dopo il sisma.
- v) La caratterizzazione del comportamento eruttivo dei Colli Albani: Le ricerche hanno mostrato un andamento ciclico delle principali fasi eruttive, con un periodo di ricorrenza di circa 45 mila anni.

Gli studi sulla tettonica attiva sono proseguiti sulle linee di ricerca previste per il triennio in corso, in particolar modo nell'ambito degli obiettivi specifici 2.1, 3.2 e 4.1 del Piano Triennale. Sono emerse le potenzialità di integrazione e applicazione dei risultati raggiunti in campo della geologia dei terremoti e della sismotettonica. I principali risultati raggiunti possono essere raggruppati nei seguenti settori:

- i) Sorgenti Sismogenetiche.  
Si è affrontato il problema del riconoscimento e della caratterizzazione di sorgenti sismogenetiche in Italia e nel Mediterraneo attraverso approcci geologici, geomorfologici e geofisici tradizionali ed innovativi, con l'integrazione di ricerche di sismologia storica ed archeosismologia. Importanti avanzamenti nella conoscenza delle sorgenti italiane sono stati ottenuti per la zona in compressione del settore costiero marchigiano, Appennino Meridionale, piattaforma apula, e Molise. Importanti risultati sono stati conseguiti per l'aggiornamento dei contenuti di DISS (Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy) e per la realizzazione di una versione consultabile attraverso Internet, disponibile dalla fine del 2004 sul sito dell'INGV (<http://www.imteam.it/dissNet/>).
- ii) Tettonica e Vulcanotettonica del Quaternario.  
Sono state svolte ricerche per la caratterizzazione dell'attività recente dei vulcani laziali, in particolare nel corso del 2004 è stata ottenuta la datazione dell'ultima attività eruttiva dei Colli Albani con metodi geocronologici avanzati. Sono state effettuate ricerche per la determinazione di ratei di sollevamento geologici/geomorfologici a scala locale e regionale (sulla base di mappature di terrazzi marini, superfici erosive, marker geologici, ecc.) ed il confronto con i ratei desunti da dati geodetici.
- iii) Stress Attivo.  
Sono proseguite le ricerche per l'aggiornamento e la compilazione della Mappa delle direzioni di sforzo attivo in Italia (versione 2004) contenente circa 550 dati di cui oltre 350 indicatori di stress. I risultati hanno contribuito



all'aggiornamento del World Stress Map database. Sono stati raccolti ed analizzati i test di "leak-off" disponibili in Italia per la valutazione quantitativa del campo di stress attivo.

iv) Input geologico al calcolo della pericolosità.

Le ricerche geologiche hanno contribuito alla realizzazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Lo sviluppo dei sistemi informativi territoriali è consistito anche nell'implementazione di un nuovo algoritmo per la ricostruzione della morfologia da dati topografici sparsi. Tale algoritmo è stato applicato alla ricostruzione del modello del terreno d'Italia (progetto DIGITALIA).

Lo studio della dinamica dei processi vulcanici e la quantificazione della loro pericolosità sono stati perseguiti tramite ricerche multi-disciplinari che integrano metodologie sperimentali basate su analisi di terreno e di laboratorio, con ricerche teoriche consistenti nella modellizzazione fisico-matematica dei processi vulcanici. Lo studio e il monitoraggio dei gas vulcanici e lo sviluppo e utilizzo di sistemi informativi territoriali hanno rappresentato ulteriori settori di indagine. Per quanto riguarda le ricerche di terreno e di laboratorio gli studi si sono concentrati essenzialmente su eventi eruttivi recenti di Stromboli e Etna nonché sulla ricostruzione della storia eruttiva del Vesuvio e dei Campi Flegrei. Per quanto riguarda lo Stromboli, sono stati studiati i prodotti emessi nei processi eruttivi occorsi durante il 2002 e 2003. Relativamente all'Etna, è proseguita l'analisi e l'interpretazione dei dati composizionali raccolti sui prodotti delle eruzioni del 2001 e del 2002-2003 al fine di ricostruire la geometria e la dinamica dei magmi all'interno del complesso sistema di alimentazione. Le ricerche sul Vesuvio si sono concentrate sulla ricostruzione stratigrafica dell'eruzione del 512 d.C.. La traduzione di tre trattati storici sull'eruzione del 1631, realizzata dalla SGA di Bologna, ha inoltre permesso di ottenere informazioni finora inedite sui precursori di questa importante eruzione. Le ricerche di modellistica fisico-matematica hanno fatto registrare sostanziali progressi nella descrizione della dinamica di numerosi processi vulcanici. Relativamente alla camera magmatica e al condotto vulcanico, sono stati realizzati due nuovi codici (denominati CPIUC e GALES) in grado di descriverne la dinamica accoppiata di questi due domini su scale spaziali e temporali tra di loro molto diverse. Per quanto riguarda i processi di dispersione piroclastica, è stata realizzata una prima versione 3D del codice multi-fase PDAC per la simulazione del collasso della colonna vulcanica e propagazione di flussi piroclastici. Il nuovo codice parallelo rappresenta il primo codice multi-fase in grado di simulare questi fenomeni in 3D e su topografie reali utilizzando a pieno la potenza di calcolo dei moderni supercomputer. Nel corso del 2004, sostanziali passi avanti sono stati inoltre realizzati nella modellizzazione e simulazione del processo di dispersione delle ceneri all'Etna. Il modello di dispersione CALPUFF è stato infatti implementato e ulteriormente sviluppato in modo da poterlo adattare al processo di dispersione vulcanica. Inoltre, attraverso modellizzazioni numeriche alla mesoscala realizzate con il codice RAMS, è stato dimostrato come, nel calcolo del flusso di gas all'Etna, il ruolo del vento locale giochi una importanza cruciale. Riguardo alle equazioni costitutive significative progressi sono stati realizzati nella stima della solubilità dei volatili e nelle misure di viscosità dei magmi. Inoltre è stato ideato un metodo innovativo, l'unico attualmente esistente, per la determinazione delle quantità totali (in fase liquido e gas) di H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> nei magmi naturali. Relativamente agli studi di pericolosità e rischio vulcanico numerose ricerche sono state realizzate sia su vulcani Italiani che esteri. Riguardo ai vulcani di tipo esplosivo, significativi progressi sono stati realizzati nello sviluppo di un albero degli eventi per il Vesuvio basato sulla storia eruttiva del vulcano, sul giudizio degli esperti, e sull'utilizzo di modelli fisici per la descrizione dei principali fenomeni eruttivi. Ulteriori studi sono stati dedicati ai Campi Flegrei, Nyiragongo ed al Montserrat. Attraverso simulazioni numeriche è stato valutato anche l'impatto di un possibile lahar al vulcano Cotopaxi (Ecuador). Infine, è stato valutato l'impatto prodotto da flussi di fango sulle strutture urbane. Il caso studiato è stato quello di Sarno-Quindici del 1998. La pressione dinamica dei flussi è stata ricostruita in base a semplici modelli fisici e a dati misurati. È stata anche definita la mappa di pericolosità da flussi di fango al Vesuvio e nelle aree Appenniniche contigue, in caso di eruzione vulcanica. Relativamente agli studi sui gas vulcanici, è continuato lo studio dei precursori geochimici delle eruzioni dello Stromboli tramite la misura in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> al cratere mediante una stazione automatica e il controllo automatico e continuo di parametri chimico-fisici (T, pH, EH, cond, CO<sub>2</sub> disciolta) di un pozzo d'acqua dedicato mediante una innovativa stazione sperimentale. Inoltre è continuato lo studio delle emissioni diffuse di gas e di laghi craterici. In particolare è proseguito lo studio delle emissioni gassose in alcune zone dei Colli Albani pervenendo alla valutazione quantitativa del flusso di CO<sub>2</sub>, allo studio delle sue variazioni temporali e alla definizione dell'origine del gas.

Nel campo della sismologia sono state svolte ricerche per lo sviluppo e l'applicazione di metodi di analisi di dati sismometrici per studiare sia la sorgente sia la struttura dell'interno della Terra, con particolare attenzione all'analisi dei dati in tempo reale o quasi reale (determinazione del tensore momento) e alla determinazione della distribuzione della dislocazione sul piano di faglia (attraverso l'inversione congiunta di dati sismometrici e geodetici). Lo studio della struttura interna della Terra è stato perseguito con metodi diretti e inversi sia alla scala regionale sia a quella globale. Lo studio della distribuzione spatio-temporale della sismicità sia in aree tettoniche sia in quelle vulcaniche è proseguito attraverso lo sviluppo e l'applicazione di metodi di localizzazione ad alta precisione. Sono stati conseguiti importanti risultati nell'ambito della sismologia statistica, con particolare riguardo alla caratterizzazione delle interazioni tra terremoti. Sono state effettuate ricerche sulla variazione spaziale del b della Gutenberg-Richter con interessanti applicazioni alla sequenza sismica di Colfiorito del 1997. Le ricerche di sismologia statistica sono anche state applicate con successo alle aree vulcaniche ed all'Etna in particolare. È stato sviluppato un modello che include le leggi costitutive per la nucleazione del terremoto in un modello stocastico di tipo epidemico per il calcolo dell'aumento della probabilità di occorrenza di eventi sismici dopo un forte evento. Inoltre tale modello è stato inserito nel progetto di test dei modelli di hazard applicati alla California meridionale (Regional Earthquake Likelihood Modeling, RELM, <http://www.relm.org>). I risultati in sismologia statistica hanno permesso anche lo sviluppo di un metodo statistico non parametrico per lo studio dell'occorrenza di terremoti moderati-forti nello spazio e nel tempo. Queste ricerche hanno anche dato contributi alla elaborazione della mappa di Probabilità di occorrenza per terremoti di M > 5.5 in Italia nei prossimi 10 anni, anche attraverso l'implementazione di approcci "time-dependent" con applicazioni all'Appennino Centrale. Per quanto riguarda gli studi sull'interazione tra faglie sismogenetiche, sono stati conseguiti importanti risultati nell'implementazione e

nell'applicazione di codici per il calcolo della diffusione di sforzo in mezzi elastici, visco-elastici e poro-elastici sia in aree tettoniche sia vulcaniche. Le applicazioni allo studio della sequenza di Colfiorito del 1997 hanno dato risultati straordinari sia per la determinazione dei parametri poro-elastici (permeabilità e diffusività idraulica) sia per la modellazione dell'evoluzione spazio-temporale della sismicità determinata anche dal flusso di fluidi profondi. Importanti ricerche sono state conseguite nella modellazione numerica dei processi di frattura dinamica per lo studio dei processi di rilascio di energia e di emissione delle onde elastiche. Le ricerche sono state indirizzate nei seguenti argomenti:

- i) la caratterizzazione delle leggi costitutive che governano la nucleazione, la propagazione dinamica e l'arresto di fratture durante i terremoti;
- ii) il calcolo dell'energia di frattura e del bilancio energetico dei terremoti (per la determinazione del lavoro speso per creare la dislocazione sul piano di faglia), anche includendo il ruolo dei fluidi e delle variazioni di temperatura;
- iii) la simulazione di episodi di frattura rilevati sul terreno da osservazioni geologiche.

Lo studio della propagazione delle onde sismiche è stato implementato in mezzi continui e discreti. Inoltre, sono state effettuate ricerche per l'implementazione di un codice per la genesi e propagazione degli tsunami che permette la modellazione numerica e analitica per la valutazione del loro impatto e per la simulazione di dati sperimentali. Infine, sempre nell'ambito delle ricerche sismologiche sono proseguite le attività per l'installazione e manutenzione di reti sismometriche, con particolare attenzione alla sismometria a larga banda, e per la sperimentazione di sismometri in pozzo. Queste attività sono molto importanti perché hanno permesso e garantiranno per il prossimo futuro la disponibilità di dati digitali di elevata qualità per lo studio della micro-sismicità e della propagazione delle onde sismiche.

Nell'ambito della pericolosità sismica e della valutazione-previsione degli effetti dei terremoti sono state svolte importanti attività per lo studio delle caratteristiche di eccitazione/propagazione/attenuazione crostale in importanti regioni sismicamente attive (Alpi Orientali e Occidentali, Appennino Settentrionale e Centrale, Sicilia Orientale). Queste aree sono state studiate in dettaglio grazie alla ingente quantità di dati raccolti dalle reti di monitoraggio sismico. In particolare, in alcune regioni italiane dove esistono utili raccolte di dati sismometrici digitali di elevata qualità, sono stati iniziati una serie di lavori scientifici per lo studio delle leggi di scala dell'energia radiata dalla sorgente sismica. Le indagini sulla pericolosità sismica in aree urbane hanno riguardato centri che sono oggetto di specifici progetti di ricerca (Roma, Napoli, Benevento) o sono studiate in dettaglio perché colpite recentemente da eventi sismici (Palermo, San Giuliano di Puglia in Molise, Santa Venerina, nel versante orientale dell'Etna). Data la crescente richiesta di rapidità nell'interpretazione degli scenari post-terremoto è stata avviata una sperimentazione riguardante la fattibilità della rilevazione del danneggiamento tramite immagini telerilevate, finalizzata alla realizzazione speditiva di mappe di danneggiamento in caso di evento disastroso. Sulla scala regionale, scenari di scuotimento sono stati realizzati mediante diverse tecniche di simulazione numerica. Sulla scala locale, l'applicazione di metodi sismici (profili a rifrazione, SASW) e geoelettrici ha consentito di migliorare la conoscenza delle geometrie sepolte delle formazioni geologiche nel sottosuolo delle città oggetto di studio. L'impiego di array sismici a piccola apertura, con la registrazione sia di rumore ambientale che di eventi sismici, ha dato promettenti risultati sulle curve di dispersione, e conseguentemente sul profilo della velocità delle onde di taglio nei terreni superficiali, parametro molto importante nell'applicazione della vigente normativa (ordinanza PCM n. 3274 del 20/3/2003). Per la stima probabilistica della pericolosità sismica sono stati sperimentati approcci innovativi che utilizzano informazioni sismologiche, geologiche e geofisiche, con particolare attenzione alla definizione delle caratteristiche geometriche ed energetiche delle strutture sismogenetiche e a modelli non poissoniani di ricorrenza, che prevedono una dipendenza temporale tra gli eventi. Molti dei risultati di queste ricerche sono stati utilizzati nella fase di continuo aggiornamento dei documenti di rilevanza nazionale che quantificano la pericolosità sismica del territorio italiano. Le attività che riguardano quest'ultima tematica si interfacciano direttamente con le attività svolte sotto l'Obiettivo Specifico "4.2 Mappe di pericolosità sismica", a cui si rimanda per ulteriori dettagli. Nel corso del 2004 è proseguita la raccolta e la catalogazione dei questionari macrosismici per la compilazione del Bollettino Macrosismico dell'INGV. In particolare sono stati sviluppati metodi innovativi di analisi dei dati macrosismici, anche in tempo quasi-reale, la cui applicazione ha dato risultati e conferme incoraggianti per la valutazione dello scuotimento di terremoti moderati o forti.

Sono state svolte ricerche su due aspetti che riguardano la genesi e la propagazione delle onde elastiche:

- i) l'utilizzo di dati weak-motion per la quantificazione delle leggi di scala a distanze regionali (eccitazione delle onde sismiche e loro attenuazione durante i percorsi crostali) e l'estrapolazione dei risultati alle magnitudo maggiori;
- ii) la quantificazione dell'energia irradiata, e quindi le variazioni delle caratteristiche di quest'ultima in funzione della magnitudo.

Le ricerche svolte nell'anno 2004 danno un contributo significativo per la determinazione dell'energia irradiata normalizzata al momento sismico.

Importanti risultati sono stati conseguiti nell'ambito delle attività dei laboratori per la geofisica e geochimica. Il risultato più eclatante del laboratorio per le nuove tecnologie è stato senza dubbio il lancio di Pegaso, nell'Agosto del 2004. Pegaso (Polar Explorer for Geomagnetism And Other Scientific Observations) è un carico utile stratosferico di circa 10 Kg. zavorra compresa. Volando per oltre 36 giorni, in collegamento satellitare con la sede dell'INGV, ha confermato la bontà del progetto e ha stabilito un primato di permanenza in quota per palloni stratosferici. Il volo ha prodotto dati tecnici per il perfezionamento del progetto, e lo studio dei movimenti in quota arricchisce la base dati per lo studio della circolazione stratosferica. I ricercatori della sezione hanno inoltre contribuito alla realizzazione del volo sperimentale dell' UAV su Stromboli. L'aeroplano telecomandato con a bordo una telecamera, ha effettuato diversi passaggi sul vulcano, in due voli in due giorni successivi, confermando la fattibilità dell'idea. I risultati di maggiore impatto del laboratorio di Geochimica sono quelli legati allo studio sperimentale e teorico di tecniche di immagazzinamento di CO<sub>2</sub>. Il gas, prodotto dall'uso di combustibili fossili viene iniettato nel serbatoio naturale che li conteneva (se esaurito o in via di esaurimento)

dove subisce un processo di trasformazione. A questo processo contribuiscono la pressione e la chimica del sito, che ne garantiscono l'immagazzinamento stabile. Dal punto di vista tecnologico è stato realizzato un sensore di radon innovativo, di prossimo impiego nelle stazioni geochimiche. Queste stesse stazioni (prodotte nella sezione) hanno effettuato il monitoraggio di aree a rischio sismico e vulcanico. Sono proseguite le ricerche sulla geochimica dei fluidi in aree tettoniche.

Nell'ambito del laboratorio di chimica e fisica delle rocce gli argomenti studiati sono stati:

- i) la determinazione sperimentale della viscosità attraverso la tecnica della Falling sphere in fusi trachitici idrati a temperature magmatiche;
- ii) lo studio analitico-sperimentale e determinazione della diffusività a condizioni variabili in basalti di Stromboli ed Etna;
- iii) lo studio sperimentale della frammentazione e del degassamento del magma nei condotti eruttivi;
- iv) lo studio analitico delle deformazione e meccanismi di messa in posto di colate laviche.

Queste ricerche hanno avuto importanti ricadute sull'innovazione tecnologica (come l'attivazione della metodologia di misura in situ delle proprietà elettriche in rocce e fusi ad alta pressione ed alta temperatura e lo sviluppo della tecnica della Falling sphere per lo studio delle proprietà reologiche dei fusi newtoniani). Importanti risultati sono stati conseguiti nello studio analitico-sperimentale sulle proprietà elettriche dei basalti etnei a vario grado di fusione parziale e temperatura e nella caratterizzazione dei meccanismi esplosivi in magmi basaltici attraverso studi sperimentali e analisi di ceneri vulcaniche. Sono state svolte ricerche per lo studio sperimentale della frammentazione e del degassamento del magma nei condotti eruttivi, gli studi sui Colli Albani sulla storia eruttiva eruttiva del Maar di Albano ed i tempi di ricorrenza dell'attività vulcanica. Infine, è stato svolto uno studio analitico delle deformazione e meccanismi di messa in posto di colate laviche.

### **1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)**

Le prospettive di sviluppo delle attività di ricerca nel prossimo futuro si basano sulle seguenti linee:

- i) un potenziamento delle infrastrutture dei laboratori che consentirà di programmare studi in tutti i campi di attività della sezione (tettonica, geochimica e fisica del vulcanismo) migliorando gli eccellenti risultati sin qui ottenuti;
- ii) l'incremento delle potenzialità di super-calcolo per sviluppare la modellazione numerica e fisico-matematica dei processi tettonici e vulcanici;
- iii) lo sviluppo di codici numerici innovativi e moderni per lo studio dei processi geofisici fondamentali (per questo scopo occorre sia il progresso nella comprensione dei processi stessi sia lo sviluppo di codici che sfruttino il potenziamento di super-calcolo);
- iv) l'individuazione di obiettivi strategici e aggreganti a breve termine che permettano l'inserimento e la collaborazione tra i gruppi di ricerca in modo da ottimizzare le capacità propositive di nuovi progetti di ricerca, specialmente a livello internazionale;
- v) lo sviluppo dei sistemi di acquisizione dati (geologici, sismologici, geochimici e vulcanologici) per garantire la disponibilità di osservazioni dirette e di qualità dei fenomeni fisici fondamentali;
- vi) il sostegno alle ricerche di avanguardia per mantenere elevato il livello di qualità ed il numero delle pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali (questo anche incentivando, ove possibile, le collaborazioni internazionali specialmente per i giovani ricercatori);
- vii) una migliore integrazione con le Università nella formazione di futuri giovani ricercatori partecipando attivamente a tesi di dottorato ed alle fasi di formazione.

Questo sviluppo richiederà una ottimizzazione ulteriore della pianificazione delle attività di ricerca, ma soprattutto una maggiore allocazione di risorse economiche e di personale, specialmente per sostenere lo sviluppo delle infrastrutture. L'aumento delle risorse economiche è anche cruciale, in quanto il finanziamento ordinario della sezione è insufficiente a sostenere tutte le attività. Diviene ancor più necessario quindi aumentare la capacità di ottenere finanziamenti esterni che consentano sia di tradurre in prodotti fruibili i risultati delle ricerche sia di sostenere lo sviluppo futuro delle ricerche fondamentali. Tuttavia, la promozione di nuovi progetti esterni deve essere bilanciata sia alle reali risorse umane disponibili sia per evitare la frammentazione delle attività di ricerca. Ad esempio, per quanto riguarda il potenziamento del super-calcolo e dei codici numerici questo può essere sostenuto anche attraverso collaborazioni e convenzioni con centri inter-universitari che sono completamente dedicati a questi obiettivi (quali il CINECA o il CASPUR).

Infine, per sostenere lo sviluppo delle attività di ricerca e delle infrastrutture occorre ottimizzare le capacità gestionali sia amministrative sia tecniche della sezione. Attualmente la sezione non ha risorse di personale per svolgere completamente il lavoro di supporto gestionale ai progetti di ricerca.

### **1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature**

Nel seguito sono elencate le principali risorse strumentali:

Laboratorio di chimica e fisica delle rocce (Sede Roma):

- Due Forni a pressione atmosferica  $T_{max} = 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $T_{max} = 1200 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Segna di precisione

- Pressa a mezzo solido 840 tonnellate
- Moduli Multianvil Walker type 6/8 e piston cylinder 3/4 e 1 pollice
- Analizzatore di impedenza
- Microscopio ottico a luce riflessa e trasmessa e Microscopio binoculare
- Bilancia di precisione
- Pressa da banco

Laboratorio di chimica e fisica delle rocce (Sede Roma):

- Strumentazione del Laboratorio di Geochimica dei Fluidi:
- Gas-cromatografo, PerkinElmer, Autosystem XL
- Gas-cromatografo portatile, Crompack2002
- Spettrometro di massa per He, ALCATEL ASD 100
- Cromatografo ionico, HPLC DIONEX™
- Spettrometro gamma dotato di rivelatore NaI (TI)
- Radonometro portatile, RAD7 DURRIDGE™
- Spettrometro ad infrarossi per CO2, 800 LICOR™
- Conducimetro digitale Russel - Analytica 122
- Piaccametro digitale Orion Research, SA 250
- Titolatore portatile
- kit colorimetrici di campagna Lamette

Laboratorio per le nuove tecnologie (Sede Roma):

- Fresa da officina a controllo numerico CST
- Fresa Schaublin
- Tornio Grazioli Fortuna 150 e Tornio Ceriani mod. david 203 Norton
- Trapani a colonna Serrmac e Webo
- Troncatrice Mal, Taglierina ercoletta e Piegatrice ercoletta
- Mola femi e Sega a nastro Femi
- Saldatrice Tig Cebora e Saldatrice inverter Tecnica 140
- Aspirafumi Filcar e Compressore ABAC
- Laboratorio Elettronico e sistemi di sviluppo per microprocessori

Laboratorio analitico per la preparazione dei campioni per analisi petrologiche (Sede Pisa):

- Microscopi ottici per analisi morfoscopiche e tessiturali
- Laboratorio preparazione campioni

**2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione**

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/ contratto	Borsisti/ assegn./dottor.	
UF1	Geodinamica	Antonio Piersanti	12	9	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.7, 4.1, 4.3
UF2	Tettonica Attiva	Daniela Pantosti	13	5	2.1, 3.2, 4.1
UF3	Modellistica Fisica e Pericolosità dei Processi Vulcanici	Augusto Neri	11	3	2.1, 3.3, 4.1, 4.5, 5.3
UF4	Sismologia	Nicola Alessandro Pino	17	1	1.1, 2.5, 3.1, 3.2
UF5	Sistemi Informativi Territoriali e Banche Dati	Gianluca Valensise	10	7	2.1, 4.1, 5.1, 5.3
UF6	Effetti dei Terremoti e Pericolosità Sismica	Antonio Rovelli	15	3	2.1, 2.5, 3.1, 4.1, 5.1
UF7	Laboratori di Geofisica e e Geochimica	Giovanni Romeo	18	2	1.2, 2.3, 2.4

Tutto il personale è inserito nelle unità funzionali ad eccezione del Direttore (M. Cocco), del personale afferente alla segreteria di Direzione e del Personale (S. Vallati), alla segreteria amministrativa (A. M. Mattei, S. Filipponi, E. Potena e A. M. Valvona) ed 1 ricercatore assegnato ai servizi informatici per il WEB (E. Baroux). In totale il numero di unità di personale non inserito nelle UF è di 7 unità.

## Sezione di Roma 2

### 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

#### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

La Sezione Roma 2: Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, com'è stato ampiamente descritto nei precedenti rapporti sull'attività scientifica svolta, è caratterizzata da un ampio spettro di discipline scientifiche che riguardano non solo i tradizionali studi di Geomagnetismo e Fisica dell'Alta Atmosfera, ma anche la Climatologia dinamica, le sue strette connessioni all'Oceanografia, gli sviluppi tecnologici d'apparati sperimentali e l'osservazione multidisciplinare dei fondali marini. Nel Geomagnetismo gli obiettivi principali sono costituiti dal monitoraggio e dallo studio delle caratteristiche spazio-temporali del campo magnetico terrestre, la sua rappresentazione nel territorio italiano e circostante, attraverso una cartografia appropriata, l'individuazione delle sorgenti anomale della crosta magnetizzata terrestre, anche in relazione a zone d'interesse sismico o vulcanico e la comprensione dei fenomeni dinamici del nucleo fluido. Anche nella Fisica dell'Alta Atmosfera un obiettivo importante è costituito dal monitoraggio continuo e sistematico dell'alta atmosfera ionizzata a medie latitudini; dal servizio di previsioni ionosferiche a medio e lungo termine, come supporto alle esigenze di comunicazione in onda corta dei principali utenti nazionali (Ministero della Difesa, dell'Interno, e Dipartimento della Protezione Civile). Si aggiungono inoltre lo studio della ionosfera polare, caratterizzata da fenomeni peculiari quali le scintillazioni ionosferiche, lo sviluppo di un server per il controllo remoto delle stazioni di misura, lo sviluppo di un software per l'interpretazione automatica degli ionogrammi e lo studio di modelli sia per il mapping ionosferico e sia per il fenomeno di scintillazione ionosferica. Per quanto riguarda le attività del Laboratorio di Geofisica Ambientale è importante citare nelle osservazioni d'Aeronomia il continuo sviluppo della strumentazione di sondaggio ionosferico compreso il software e le connessioni di rete, nelle osservazioni di Geofisica Ambientale le prospezioni attraverso le tecniche geoelettriche, geomagnetiche e geochemiche che forniscono un rilevante supporto di ricerca agli organi preposti al controllo del territorio. Nella Glaciologia, nel Paleoclima e nel Magnetismo ambientale importante è lo sviluppo della strumentazione di sistemi radio echo sounding al fine di rilevare, nelle campagne di misura in Antartide, il fondo roccioso e i laghi subglaciali e il bilancio di massa del ghiacciaio antartico. Obiettivo principale del Laboratorio di Paleomagnetismo è stato la gestione e lo sviluppo del laboratorio stesso e lo svolgimento di ricerche sulle proprietà magnetiche fondamentali dei materiali e delle relative applicazioni alla Geofisica cui si aggiungono gli studi sulle rotazioni associate alla genesi di catene montuose arcuate nell'area Mediterranea e sull'evoluzione d'aree con tettonica recente ed attiva. Nella Glaciologia, Paleoclima e Magnetismo ambientale sono da citare gli studi integrati di magnetostratigrafia e mineralogia magnetica al fine di ricostruire la storia paleoclimatica e gli studi sulle proprietà magnetiche delle polveri sottili atmosferiche in relazione alla discriminazione dei fenomeni d'inquinamento e d'apporti naturali. Lo sviluppo di modelli numerici e la produzione di simulazioni numeriche della circolazione globale dell'oceano e dell'atmosfera, l'analisi della variabilità climatica e la sua previsione, a diverse frequenze temporali, sia a scala globale che regionale, è invece l'obiettivo principale nella Climatologia Dinamica, al fine di comprendere i meccanismi che governano il clima. In questa disciplina è importante citare la necessaria attività di Calcolo Scientifico Avanzato con studi d'implementazione dei metodi di griglia sul calcolatore vettoriale NEC SX-6 e gli studi sul Rischio da Fattori Ambientali quali i cambiamenti climatici globali e nella regione del Mediterraneo. Il monitoraggio continuo e sistematico di parametri geomagnetici, sismici ed elettromagnetici a bassa frequenza così come l'aggiornamento delle banche dati relative rappresenta l'obiettivo principale dell'Osservatorio di L'Aquila. Da non trascurare poi lo sviluppo tecnologico di sistemi e metodologie di misura e lo studio del rumore elettromagnetico di fondo e dei fenomeni sismomagnetici. Si sottolinea infine la necessità di osservazioni multiparametriche da stazioni in fondo al mare sia per il monitoraggio ambientale e dei geohazard e sia per l'opportunità che offrono di comprendere eventuali relazioni tra processi apparentemente indipendenti.

#### 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Anche nel descrivere i risultati più rilevanti conseguiti dalla Sezione Roma 2: Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale nel 2004 si fa riferimento all'ampia diversificazione delle discipline studiate. Nel Geomagnetismo lo studio delle proprietà statistiche e spettrali del campo magnetico terrestre con origine nel nucleo e possibile inversione di polarità in atto ha costituito un rilevante risultato così come la revisione della carta delle anomalie magnetiche d'Italia, a partire da dati aeromagnetici, e il modello del campo magnetico terrestre in Italia Sud-Est, Ionio e Albania centrato al 2005. Gli studi della ionosfera regionale in condizioni magnetiche disturbate ha permesso lo sviluppo di due nuovi modelli, SIRMUP e ISWIRM, per il mapping istantaneo dei parametri ionosferici di radiopropagazione. Il software AUTOSCALA per l'interpretazione automatica degli ionogrammi è stato testato con una serie d'analisi di comparazione che ne ha dimostrato l'alta affidabilità. Una prima stazione d'osservazione per il monitoraggio del TEC, contenuto elettronico totale, e delle Scintillazioni ionosferiche è stata installata a latitudini polari provando che le irregolarità ionosferiche a piccola scala sono parte di una instabilità di plasma di dimensioni più grandi. E' proseguito il perfezionamento della ionosonda a compressione d'impulsi AIS-INGV con capacità di connessioni in rete e l'interpretazione in tempo reale delle osservazioni e per la quale è stato conseguito un brevetto. Presso l'osservatorio ionosferico è stato installato un sistema per la ricezione di sondaggi ionosferici obliqui da un sito inglese, al fine di

validare il canale di propagazione. Altri sviluppi strumentali hanno riguardato la realizzazione di un radar VHF a codice di fase a bassa potenza. Sono infatti stati perfezionati algoritmi per la elaborazione on-line del segnale e implementata una curva di guadagno variabile nel tempo in maniera esponenziale al fine di migliorare le prestazioni del ricevitore. Risultati scientifici di rilievo sono stati ottenuti riguardo alla determinazione della paleovariazione secolare nel corso dell'Olocene nell'area Tirrenica e all'applicazione delle misure paleomagnetiche alla ricostruzione della storia eruttiva di Stromboli. Inoltre, dati di paleomagnetismo hanno contribuito allo studio di deformazioni crostali recenti evidenziate nell'area romana e nella genesi di strutture arcuate nel settore sud-orientale dei Pirenei. Altresì, sono stati ottenuti nuovi dati per la definizione della stratigrafia e della storia paleoclimatica da diverse successioni sedimentarie dell'Oceano meridionale e dell'Appennino umbro-marchigiano. Infine studi sul magnetismo di base di sedimenti e suoli hanno provato casi di rimagnetizzazione legati alla presenza di greigite ed hanno contribuito a dimostrare l'origine antropica del supposto cratere meteoritico del Sirente, nell'appennino abruzzese, sconfessando l'ipotesi della caduta di un meteorite vicino a Roma in epoca storica. Nel settore della Climatologia Dinamica sono stati conseguiti risultati scientifici di rilievo nell'ambito dello studio della variabilità naturale del clima per mezzo di un modello accoppiato oceano-atmosfera. Utilizzando lo stesso modello, sono stati eseguiti esperimenti di previsioni stagionali che, nel contesto del progetto europeo DEMETER, hanno permesso di evidenziare i benefici prodotti sulle previsioni dal metodo denominato di "multi-modello", e di quantificare gli effetti della risoluzione spaziale della componente atmosferica sulle previsioni di El Niño. Nell'Osservatorio di L'Aquila si sono sviluppate ricerche nel settore delle micropulsazioni del campo geomagnetico e i metodi di separazione dei campi elettromagnetici di origine interna alla Terra ed è stato completato il progetto del radiometro a larga banda e del sistema per la esecuzione automatica delle misure assolute del campo magnetico terrestre. Gli esperimenti pilota con osservatori multiparametrici e reti di osservatori per elevate profondità marine, completati e in corso nell'ambito di esperimenti Europei e nazionali con coordinamento o partecipazione dell'INGV, hanno messo a disposizione lunghe serie temporali di dati geofisici, oceanografici e ambientali per lo studio dei processi che hanno luogo in fondo al mare. Tali esperimenti confermano il ruolo di leader dell'INGV in questo settore scientifico-tecnologico.

### 1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Nel Geomagnetismo si prevede un aggiornamento del modello del campo magnetico terrestre in Italia per il 2005, il completamento della Rete Magnetica Nazionale, sempre con riferimento al 2005, e la cartografia relativa, campagne aeromagnetiche di dettaglio in zone d'interesse sismico/vulcanico/ambientale, l'insediamento del nuovo osservatorio presso l'Isola di Lampedusa ed infine il miglioramento della stazione di Belluno con l'insediamento di casette di legno per le misure magnetiche assolute e variometriche. Nella Fisica dell'Alta Atmosfera si prevede l'aggiornamento e il miglioramento del tool informatico utilizzato per l'interpretazione manuale degli ionogrammi e per la conseguente validazione del dato ionosferico; l'aggiornamento e il miglioramento del server ESKIMO dedicato al controllo, acquisizione e trasmissione dati delle stazioni remote in aree polari, il miglioramento e sviluppo dei tools informatici per la produzione di fplot dei valori di foF2 automaticamente scalati utili alla produzione di diagrammi e mappe di nowcasting e forecasting ionosferico sull'area europea e polare. Per quanto riguarda il Laboratorio di Geofisica Ambientale le prospettive di sviluppo riguardano l'aspetto strumentale e sperimentale delle linee di ricerca fondamentali incluse nelle aree tematiche di riferimento del piano triennale. Tra questi in particolare l'osservazione dei parametri fisici dell'alta atmosfera, le osservazioni glaciologiche ed il monitoraggio del rumore elettromagnetico d'origine naturale e artificiale. Le ricerche di paleomagnetismo avranno un notevole sviluppo nel prossimo triennio grazie all'installazione di due nuove grandi apparecchiature: un magnetometro per la misura dei cicli d'isteresi ed un secondo sistema completo di magnetometro criogenico. Questo comporterà la necessità di ampliare la stanza magneticamente schermata per alloggiare i due magnetometri criogenici. Con tali integrazioni il laboratorio raggiungerà una dotazione strumentale d'eccellenza, nel settore specifico, a livello internazionale. Dal punto di vista della ricerca, ci si prefigge la prosecuzione dei temi "classici" sulla geodinamica, la magnetostratigrafia e le proprietà magnetiche di base di rocce e minerali e di consolidare due innovative tematiche di ricerca di recente sviluppo, quali l'applicazione delle misure magnetiche nello studio delle polveri sottili atmosferiche e la definizione di una curva di paleovariazione secolare di riferimento per l'area centro-Mediterranea. Nell'ambito della Climatologia dinamica ci si prefigge di continuare l'attività di studio della variabilità del clima, considerando oltre ai processi naturali (variabilità interna) anche i cambiamenti climatici indotti da forzanti esterni al sistema (ad esempio immissione di "gas serra" nell'atmosfera). Particolare attenzione sarà rivolta ai cambiamenti climatici e ai loro effetti nell'area del Mediterraneo. Il modello di simulazione del clima sarà ulteriormente migliorato introducendo nuove componenti nel sistema accoppiato, che includano nel sistema processi importanti, quali ad esempio quelli dovuti alla vegetazione oppure aumentando l'estensione verticale del modello atmosferico alla media atmosfera, allo scopo di includere nelle simulazioni climatiche i processi della stratosfera. Le prospettive di sviluppo nell'Osservatorio di L'Aquila riguardano principalmente lo studio dei fenomeni associati l'interazione del vento solare con la magnetosfera e la ionosfera. Nel 2005 saranno realizzate le strutture logistiche di base per l'insediamento della strumentazione per la realizzazione del nuovo osservatorio geomagnetico in una zona incontaminata del demanio del comune di Barrete. L'esperienza acquisita nella gestione degli osservatori bentici multiparametrici e il rapporto consolidato con gruppi industriali nazionali, aprono concrete prospettive di sviluppo di una rete multiparametrica sottomarina a scala nazionale per il monitoraggio ambientale e dei geo-hazards

### 1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

	<b>Infrastrutture</b>	<b>Grandi apparecchiature</b>	<b>Altra strumentazione</b>
Laboratorio di	Laboratori/Osservatori con	Radar VHF INGV-IT e	Strumentazione per rilevamenti di

Geofisica Ambientale	sistemi di antenne, Delta filari decametriche e sistemi di antenne a Loop riceventi per sondaggi ionosferici. Laboratorio per lo sviluppo strumentale.	Glaci radar a codice di fase (per misure in Antartide); Ionosonde (Barry VI e sistemi per sondaggi obliqui), AIS-INGV, DPS-4) per sondaggi verticali obliqui; Georadar, magnetometri, strumentazione per rilievi geoelettrici. analizzatori di vettoriali (HP 8714ES) analizzatori di spettro (HP-4395A).	rumore elettromagnetico, antenne Loop e biconiche, strumentazione completa Goltermann per misure a larga banda di campi elettrici e magnetici.
Laboratorio di paleomagnetismo	Stanza schermata da campi magnetici esterni, Cella frigorifera per la conservazione di carote sedimentarie e di u-channel.	Un magnetometro criogenico 2G Enterprises con accessori (Sistema Interlaboratorio Antartico del PNRA), Due magnetometri spinner AGICO, due kappabridge AGICO con accessori per misure termomagnetiche, due forni per la smagnetizzazione termica (Pyrox e Magnetic Measurements).	Uno smagnetizzatore per campo magnetico alternato Molspin, un magnetometro a vibrazione Molspin, due magnetometri fluxgate Applied Physics, un magnete ad impulsi 2G Enterprises, Attrezzatura per il campionamento in campagna.
Climatologia Dinamica		Strumenti di calcolo: Supercalcolatore NEC SX-6, 8cpu, per 64 Giga-flops e 64 Giga-bytes di memoria centrale RAM. 8 Tera-bytes di spazio disco connesso ai nodi NEC- Libreria di archiviazione 36 Tera-bytes formate da 4 unità-LTO - Server SUN SFV880.	
Geomagnetismo	Osservatori Geomagnetici, in Italia: L'Aquila e Castello Tesino, e Antartide: Base Zucchelli e Base Concordia), stazioni magnetiche di Belluno e Gibilmanna (Palermo), Capisaldi (114) della Rete Magnetica Nazionale.		Strumentazione magnetometrica mobile, magnetometri marini, piattaforma aerogeofisica.
Fisica dell'Alta Atmosfera	3 Osservatori a Roma, Gibilmanna, Antartide per sondaggio ionosferico verticale. 4 Stazioni riometriche polari a Terra Nova Bay- Mario Zucchelli Station (Antartide) per il monitoraggio dell'assorbimento ionosferico.	2 Stazioni GISTM polari a NyAlesund (Svalbard, Norvegia) per il monitoraggio delle scintillazioni ionosferiche e del Total Electron Content (TEC).	2 Server per il controllo remoto della strumentazione, per l'accesso ai dati, per lo sviluppo di database e tool informatici di utilizzo real time.
Osservatorio di L'Aquila	Osservatorio di L'Aquila-Castello Cinquecentesco., Osservatorio di Preturo	Stazione sismica WWSSN. Stazione sismica Rete Nazionale. Stazione sismica VBB(MEDNET). Stazione geoelettrica-magnetotellurica.. Sistema INTERMAGNET. Stazione variometrica DIF.Laboratorio di calibrazione dei magnetometri a induzione.	Stazione radiometrica VLF (Ist.Geofisica di Varsavia). Stazione di misura delle micropulsazioni del campo geomagnetico (Univ. Fukuoka).
Ricerche InterDisciplinari GEomarine	Sistema di cavo e verricello per la gestione di osservatori e moduli di fondo mare. Osservatori multiparametrici sottomarini (5 unità).	Gli osservatori sono equipaggiati con sensori geomagnetici, sismologici (sismometri, idrofoni), oceanografici (ADCP, CTD, correntometri) e chimici (campionatore d'acqua).	Spettrometro nucleare (prototipo) in fase di sviluppo. Analizzatore chimico a elettrodi, sensori di CH <sub>4</sub> e H <sub>2</sub> S).

## 2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/contratto	Borsisti/assegn./dottor.	
UF1	Geomagnetismo	Angelo De Santis	10	---	1.6, 2.6, 3.2, 3.6, 5.2, 5.6, 5.7, 5.9
UF2	Fisica dell'Alta Atmosfera	Giorgiana De Franceschi	10	---	1.7, 3.6, 5.2
UF3	Laboratorio di paleomagnetismo	Leonardo Sagnotti	9	---	2.2, 3.2, 3.5
UF4	Laboratorio di Geofisica Ambientale	Cesidio Bianchi	10	---	1.7, 1.8, 3.5

UF5	Ricerche InterDisciplinari GEomarine	Paolo Favali	14	---	1.8, 1.11, 4.04
UF6	Climatologia Dinamica	Silvio Gualdi	30	---	3.4, 3.7, 4.4, 5.2
UF7	Osservatorio di L'Aquila	Paolo Palangio	10	---	1.6, 3.6

Elenco Gruppi di Ricerca

<b>Denominazione</b>	<b>Responsabile</b>	<b>N. Afferenti</b>		<b>Ob. Spec. di riferimento</b>
		<b>Ruolo/ contratto</b>	<b>Borsisti/ assegn./dottor.</b>	
Stazione di Geofisica Marina di Porto Venere	Antonio Meloni	3	---	1.6
Consulenza al Ministero degli Affari Esteri su tecniche di esplorazione geofisica	Massimo Chiappini	---	---	5.7
Convenzioni con il Ministero della Difesa e relazioni con le F.F.A.A	Bruno Zolesi	---	---	1.7, 3.6, 5.6



# Sezione di Napoli – Osservatorio Vesuviano

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Gli obiettivi generali della Sezione INGV di Napoli “Osservatorio Vesuviano” sono la ricerca scientifica nei settori geofisico, vulcanologico, geochimico, e il monitoraggio dei vulcani attivi italiani. Il monitoraggio, in particolare, è concentrato sulla raccolta dei dati dei vulcani dell’area napoletana, dello Stromboli (rete sismica) e Etna (campagne periodiche di livellazione di precisione), Vulcano e Pantelleria (misure di livellazione e gravimetriche). Lo studio dei vulcani si realizza attraverso ricerche multidisciplinari che coinvolgono i settori della sismologia e sismotettonica, della fisica del vulcanismo, della vulcanologia, della petrologia, della geochimica, della geodesia, del remote-sensing. Le ricerche sono organizzate secondo la struttura definita nel Piano Triennale 2005-2007 e coinvolgono 30 dei 40 obiettivi specifici.

#### Sviluppo dei Sistemi di Osservazione

Lo sviluppo dei sistemi di osservazione è rivolto al potenziamento della rete di sorveglianza dei vulcani campani (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia) e dello Stromboli. In particolare, nel 2004 è iniziata la perforazione di 6 pozzi profondi (circa 200m) nelle aree vesuviana e flegrea per l’installazione di dilatometri da pozzo e sismometri a larga banda. È stato potenziato il sistema di analisi in tempo reale dei dati provenienti dalla rete sismica a larga banda installata a Stromboli e perfezionato il sistema di notificazione automatica dei terremoti registrati dalle reti operanti sui vulcani campani. Inoltre, è stato migliorato il sistema software per la discriminazione tra eventi naturali e artificiali basato su reti neurali. Dal 2004 è in atto una convenzione con l’INFN per gli studi sull’antenna sismica installata presso il laboratorio INFN del Gran Sasso. Nel settore della geodesia è proseguito l’ampliamento ed ammodernamento del sistema di sorveglianza con l’attivazione di nuovi punti di misura, l’installazione di nuove stazioni tiltmetriche, stazioni GPS e mareografi e si sono ulteriormente sviluppate le tecniche di interferometria da satellite SAR per il monitoraggio delle deformazioni nelle aree vulcaniche. Nel settore della geochimica dei fluidi è stata installata una stazione automatica per la misura di temperatura con telecamera all’infrarosso nelle aree del cratere del Vesuvio. Infine è stato acquisito un sistema completo di sensori per un’antenna sismica e un sistema a massa vibrante “VibroSeis” per prospezioni sismiche superficiali (nei primi 3-5km).

#### Attività sperimentali e laboratori

Le attività di laboratorio interessano lo studio dei fenomeni geologici e naturali (campagne di rilevamento e misura), esperimenti nel laboratorio per la definizione delle proprietà fisiche delle rocce (es: velocità di propagazione delle onde elastiche, dinamica della frattura, ecc), analisi dei fluidi vulcanici e idrotermali, analisi isotopiche, analisi sedimentologiche, granulometriche e microscopiche dei prodotti vulcanici, misure dei rapporti isotopici dello stronzio e del neodimio per la caratterizzazione dei magmi. Tali esperimenti e misure vengono effettuati presso i laboratori istituiti presso la Sezione INGV di Napoli e/o in collaborazione con altre Sezioni INGV (es: Roma1 e Palermo).

#### Studiare e capire il sistema Terra

L’attività di ricerca svolta nel 2004 segue le indicazioni del Piano Triennale INGV e si svolge sia nell’ambito dei coordinamenti nazionali (es: TTC), sia attraverso progetti nazionali e internazionali. Essa coinvolge prevalentemente i settori della sismologia, della geodesia, della geochimica, della vulcanologia e della fisica del vulcanismo. I principali temi che hanno caratterizzato l’attività svolta nel 2004 sono: lo studio del campo d’onda e della propagazione delle onde sismiche in sistemi eterogenei e vulcanici, lo studio della sismicità del Vesuvio, la sismotettonica regionale, la modellistica delle deformazioni e dei processi eruttivi, lo sviluppo di sensori ottici per il monitoraggio vulcanico, gli studi geologico-strutturali del Golfo di Napoli e della caldera flegrea, lo studio dei dati geofisici del Golfo di Pozzuoli e di Ischia, l’acquisizione di dati elettrici, elettromagnetici e sismici nel cratere della Solfatara, la definizione della pericolosità della Caldera flegrea, gli studi delle parti sommerse dei vulcani italiani e valutazione del loro rischio, l’applicazione, lo studio del bilancio del carbonio negli acquiferi regionali per la stima del flusso di CO<sub>2</sub> di origine profonda, lo studio dei polimeri del silicio e della solubilità di miscele gassose C-H-O-S nei fusi, e le ricerche bio-archeologiche. A queste si aggiungono gli studi di modellistica rivolti alla comprensione della propagazione dei flussi lavici, della dispersione dei gas e delle ceneri vulcaniche, dei sistemi geotermici (es: dei Campi Flegrei), del degassamento diffuso nelle aree vulcaniche e non vulcaniche, e la simulazione dei processi di risalita di bolle e di formazione di esplosioni allo Stromboli.

#### L’impegno verso le istituzioni e verso la Società

L’Osservatorio Vesuviano collabora alla predisposizione del nuovo Piano di Emergenza Nazionale per il Vesuvio e i Campi Flegrei nell’ambito dell’apposita Commissione Nazionale istituita dal Dipartimento della Protezione Civile. Nel settore della divulgazione, l’Osservatorio svolge giornalmente (inclusi il sabato e la domenica) attività di divulgazione

presso il proprio Museo di Ercolano e promuove la divulgazione scientifica attraverso incontri con docenti e studenti nelle scuole, produzione di materiale divulgativo e documentaristico. La formazione viene svolta attraverso borse di studio post-laurea e post-doc. Nel 2004 sono stati ospiti presso l'Osservatorio borsisti, assegnisti e dottorandi di varie Università italiane e una borsista europea.

## **1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione**

La Sezione INGV di Napoli ha svolto nel 2004 attività di ricerca scientifica, di monitoraggio dei vulcani attivi dell'area napoletana e dello Stromboli e attività di divulgazione e di formazione. Nel settore del monitoraggio, deve essere evidenziato l'enorme impegno speso per la gestione e manutenzione delle reti di sorveglianza finalizzato, oltre che a fornire un servizio in tempo reale per il Dipartimento della Protezione Civile, anche a garantire nel tempo un set di dati di scientifici affidabili e continui per lo svolgimento delle ricerche. In particolare, devono essere evidenziate la gestione delle reti sismiche, geodetiche, mareometriche, gravimetriche, delle stazioni di raccolta dati geochimici, meteorologici e delle telecamere termiche installate nelle aree vulcaniche. I principali risultati ottenuti nel 2004 riguardano lo sviluppo di metodologie real-time per l'analisi dei dati sismici dello Stromboli, lo studio della dinamica della frana di Stromboli del dicembre 2002, la definizione dell'accelerazione di picco del suolo prodotta dagli eventi sismici al Vesuvio e ai Campi Flegrei, l'analisi dei dati raccolti durante esperimenti effettuati all'Etna, alle Azzorre, e Nisyros (Grecia) per la modellazione del campo d'onda associato al tremore degli eventi vulcanici. Sono da evidenziare gli studi sulla classificazione di alta precisione dei segnali sismici del Vesuvio, sui dati raccolti dall'antenna sismica posta presso la galleria INFN del Gran Sasso, sulla modellazione del ruolo dei fluidi idrotermali nell'innescare della sismicità ai Campi Flegrei, lo studio del deep-tremor nello stato di Washington (USA) e la partecipazione all'esperimento Tomodec in Antartide. Il 2004 ha visto la pubblicazione dei risultati di modelli agli elementi finiti applicati allo studio delle deformazioni dell'Etna e le simulazioni dei processi di messa in posto dei prodotti delle eruzioni (trasporto di ceneri vulcaniche, dei flussi piroclastici e delle colate di lava). Nel settore della vulcanologia e petrologia sono stati pubblicati i risultati delle datazioni  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  del Tufo Giallo Napoletano, sono stati definiti gli scenari eruttivi possibili in caso di riattivazione dei Campi Flegrei in tempi medio-brevi e sono state realizzate mappe di probabilità di apertura di nuove bocche eruttive. Per Ischia è stata ricostruita la storia vulcanica e deformativa nell'intervallo 74-50 ka e degli ultimi 10 ka. Particolare interesse rivestono gli studi comparati tra i processi sismogenetici nell'Italia centrale e meridionale e quelli sul degassamento diffuso di  $\text{CO}_2$ , i risultati delle misure delle emissioni gassose a Panarea per l'identificazione di componenti gassose di origine magmatica, i modelli di solubilità e speciazione dei solfuri nei liquidi silicatici e gli studi sullo stato di ossidazione e sul comportamento dei volatili nei magmi. Infine, si evidenziano gli studi sul processo di sollevamento dei Campi Flegrei avvenuto nel 2000 attraverso la tecnica di interferometria radar da satellite (IFSAR). Nel settore tecnologico, vanno evidenziati lo sviluppo di schede per l'acquisizione dei dati sismici a basso rumore e a basso consumo, la realizzazione di uno spettrometro a diodo laser per l'analisi dei gas vulcanici, l'acquisizione di una pressa triassiale per lo studio della dinamica della frattura e propagazione delle onde sismiche su provino e l'installazione di uno spettrometro di massa per le analisi isotopiche dei gas vulcanici.

## **1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)**

Le prospettive di sviluppo riguardano i settori scientifici e tecnologici relativi alla sismologia, geodesia, geochimica, remote-sensing, vulcanologia, petrologia e fisica del vulcanismo. Sono previsti il completamento della rete sismica a larga banda e l'installazione di dilatometri da pozzo a Stromboli, il potenziamento del sistema di analisi sismici real-time su cluster multiprocessore, l'analisi dei dati della rete dei dilatometri da pozzo, lo studio di parametri di monitoraggio sismico non convenzionali (parametri di splitting, q-coda, attenuazione, scattering, ecc.), lo sviluppo di modelli anisotropi non lineari e localizzazione delle sorgenti del deep-tremor. Nel settore della geodesia è previsto il potenziamento delle reti di monitoraggio e dei sistemi di storage e analisi dei dati con l'utilizzo di modelli fisico-matematici. Verranno potenziati gli studi di geochimica dei fluidi, con particolare riferimento agli studi sul degassamento naturale e dei sistemi idrotermali. Sono previsti la messa in opera di un sistema automatico per l'analisi delle traiettorie delle ceneri vulcaniche prodotte da eruzioni esplosive all'Etna e al Vesuvio, studi sui vulcani napoletani, definizione degli scenari eruttivi per Ischia, e indagini su Pantelleria e sul Fantale in Etiopia. Infine, è previsto il potenziamento della rete informatiche e GRID, dei laboratori di analisi di chimica e fisica delle rocce e lo sviluppo dei settori della divulgazione, museo, biblioteca, editoria e web.

## **1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature**

- Rete sismica al Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia e Stromboli, Regione Campania.
- Reti geodetiche sui vulcani napoletani (rete GPS, rete clinometrica, rete di livellazione di precisione, rete gravimetrica).
- Stazioni idrometriche e meteorologiche.
- Stazioni geochimiche e telecamere all'infrarosso al Vesuvio e Campi Flegrei.
- Rete sismica mobile.
- Banca dati di monitoraggio sismico e geodetico.
- Centro di calcolo (comprendente un cluster di PC Linux a 132 processori per l'elaborazione dei dati sismici e la simulazione delle eruzioni vulcaniche).
- Reti di trasmissioni dati (compresi ponti radio).

- Laboratori di cartografia e analisi immagini da satellite (compresa interferometria SAR).
- Laboratori di analisi chimica delle rocce (con pressa idraulica triassiale).
- Laboratori di analisi dati sismici e geodetici.
- Laboratorio di analisi di geochimica dei fluidi (con spettrometro di massa per analisi isotopiche dei fluidi fumarolici e delle acque (D e 18O per le acque, 18O e 13C per la CO<sub>2</sub>, He3/He4).
- Laboratori di vulcanologia e petrologia (con spettrometro di massa per i rapporti isotopici dello stronzio e del neodimio nelle rocce, e uno FTIR).
- Laboratorio di Fisica del Vulcanismo per le proprietà fisiche delle rocce.
- Museo per l'attività divulgativa (presso la sede storica dell'Osservatorio Vesuviano a Ercolano).
- Sala conferenze (presso il salone Palmieri della sede storica dell'Osservatorio Vesuviano).

## 2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/ contratto	Borsisti/ assegn./dottor.	
UF1	Centro di Monitoraggio	Marcello Martini	15	---	1.1, 1.4, 1.11, 1.12, 2.5, 3.1, 3.3, 3.7, 4.1, 4.3, 5.1, 5.4, 5.5, 5.6, 5.9, 5.10
UF2	Geochimica dei Fluidi	Giovanni Chiodini	6	---	1.2, 2.4, 4.3, 4.5, 5.9, 5.10
UF3	Geodesia	Giovanni Macedonio	20	---	1.3, 1.9, 1.10, 3.3, 4.1, 5.4, 5.5, 5.9, 5.10
UF4	Sismologia	Francesca Bianco	8	---	1.4, 1.11, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.5, 5.5, 5.6, 5.9, 5.10
UF5	Vulcanologia e Petrologia	Giovanni Orsi	8	---	1.5, 2.1, 2.3, 3.2, 4.3, 5.3, 5.5, 5.9, 5.10
UP1	Centro di Ingegneria Sismica e Sismologia Applicata (CISSA)	Giovanni Iannaccone	3	---	1.4, 1.11, 1.12, 2.5, 3.1, 4.1, 5.1, 5.9
---	Servizio Amministrativo	Giuseppe Patrizi	32	---	5.8
---	Personale non inserito in UF/UP	Direttore	26	---	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.9, 1.10, 1.12, 2.1, 2.3, 2.5, 2.6, 3.1, 3.2, 3.3, 3.7, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.8, 5.9, 5.10



# Sezione di Milano

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Dopo il cambio di denominazione in "Sismologia Applicata", avvenuto nel 2003, gli obiettivi principali della sezione si sono concentrati attorno agli obiettivi generali 4 ("Comprendere e affrontare i rischi naturali"; mesi/persona 36%) e 5 ("L'impegno verso le istituzioni e la società", 27%), senza trascurare ricerche di carattere sperimentale negli obiettivi generali 1 ("Sviluppo dei sistemi di osservazione", 20%), 2 ("Attività sperimentali e laboratori", 11%) e 3 ("Studiare e capire il sistema Terra", 6%).

In particolare, le attività più consistenti hanno riguardato i seguenti obiettivi specifici:

- 1.1 (Monitoraggio sismico del territorio nazionale), con la gestione di stazioni a integrazione della rete sismica nazionale e la partecipazione a campagne di acquisizione di dati;
- 2.1 (Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali), con lo svolgimento di ricerche storiche e geologiche mirate e il completamento di iniziative avviate nel 2003;
- 4.1 (Pericolosità e rischio sismico), principalmente con il completamento della partecipazione a quattro progetti GNDT e l'avvio di altri progetti;
- 4.2 (Mappe di pericolosità sismica), con il completamento della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274;
- 5.1 (Banche dati e cataloghi dei terremoti), con il completamento delle versioni CPTI04 del catalogo parametrico e della versione beta del database macrosismico DBM04;
- 5.9 (Formazione e informazione), con il completamento del progetto GNDT "Edurisk".

Le attività nell'ambito degli obiettivi 1.12 (Reti informatiche e GRID) e 5.10 (Editoria e Web) hanno validamente supportato molte delle iniziative richiamate più sopra.

La sezione ha infine partecipato alle ricerche promosse nei casi di eventi sismici (obiettivo 5.4).

### 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

#### Monitoraggio sismico

La dotazione di sensori velocimetrici a 3 componenti è stata rinnovata completamente: è stato inoltre completato il progetto di upgrade degli acquisitori sismici (MARS88/MC), parte dei quali sono stati installati a integrazione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale con l'obiettivo di migliorare il livello della magnitudo minima di detezione e la qualità delle localizzazioni e delle soluzioni focali nel Nord Italia, come ad esempio nel caso dell'evento del bresciano del 24.11.2004 (M5.2). La strumentazione portatile adatta per installazioni di reti sismiche temporanee è stata utilizzata:

- i) per interventi di monitoraggio di sequenze sismiche;
- ii) nell'ambito di esperimenti per lo studio tridimensionale della propagazione delle onde sismiche in mezzi altamente eterogenei e dell'amplificazione di sito (Cavola Experiment 2004);
- iii) nell'ambito di campagne per la caratterizzazione dei livelli di rumore per differenti condizioni geomorfologiche, con particolare riferimento alla stima della capacità di detezione di terremoti in ambienti altamente antropizzati (tipo Pianura Padana).

#### Reti informatiche e GRID

Nell'ambito delle iniziative atte a realizzare la rete Intranet per i servizi INGV, per implementare la VPN tra le diverse sezioni e sedi, sono state intraprese alcune iniziative di potenziamento della sicurezza dell'infrastruttura telematica di sezione. In particolare è stata potenziata la banda di interconnessione tramite la configurazione di due link a 2 Mb/sec alla rete GARR-B; sono stati aggiornati i server per i servizi comuni e installato un nuovo sistema di posta elettronica che fa uso di software integrato di antivirus e antispamming. Infine sono state protette tutte le macchine inserite sulla LAN tramite software di antivirus gestito tramite server centralizzato.

#### Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali

Sono state completate ricerche su sequenze sismiche e forti terremoti in area italiana (Toscana) e mediterranea (Grecia, Dalmazia, Libia e Siria) e in America meridionale; alcune sono consistite nella raccolta di testimonianze storiche primarie sino alla loro interpretazione in termini di scala di intensità EMS98; altre sono state rivolte alla valutazione del potenziale informativo e a una prima revisione dei principali eventi nell'arco di alcuni secoli. Ricerche mirate sono in corso su

Basilicata e Calabria tra XVI e XVIII secolo. Sono state avviate indagini per dotare di uno studio circa 700 terremoti italiani di intensità moderata ( $10 \leq 7$  MCS) che ne sono privi. E' proseguito lo studio delle fonti seriali manoscritte e a stampa per i secoli XVI e XVIII, finalizzato all'individuazione di terremoti sconosciuti alla tradizione sismologica, con risultati che riguardano sia la sismicità italiana sia quella di area mediterranea. Sono stati compiuti approfondimenti sulla valutazione della completezza della storia sismica di sito attraverso l'approccio storico; nell'ambito della redazione della mappa di pericolosità sismica, i dati di sito già disponibili sono stati rielaborati su base regionale. Maggiori dettagli sono descritti nel rendiconto dell'obiettivo specifico 2.1.

### Sismologia

Utilizzando i dati registrati nel corso del 2003 è stata calibrata una scala di magnitudo locale e sono state eseguite analisi per la caratterizzazione della distribuzione dell'energia in un sismogramma per la definizione del fattore di qualità Q dalle onde di coda. Si è collaborato alla ricostruzione della struttura crostale tridimensionale della zona della Romania orientale a partire da dati degli esperimenti di sismica a rifrazione (Vrancea99 e Vrancea01) dove si verificano eventi di forte magnitudo a profondità intermedie.

### Pericolosità e rischio sismico

I risultati conseguiti in questo settore contribuiscono all'obiettivo specifico 4.1. Avanzamenti significativi sono stati ottenuti sia nello sviluppo delle metodologie per il calcolo degli scenari di scuotimento a scala urbana, sia nella calibrazione dei parametri che intervengono nella predizione del moto del suolo. E' stata sviluppata una procedura di calcolo di scenari che tiene conto dei contributi della sorgente, della propagazione e della risposta locale, basata su tecniche di simulazione ibride. Tale procedura è stata applicata ad esempio nell'area di Colfiorito, attraverso il confronto sia con dati osservati sia con scenari generati attraverso tecniche di simulazione differenti. Scenari a scopo predittivo sono stati invece elaborati per Città di Castello (PG) e per la Val D'Agri. Per quanto riguarda la calibrazione dei parametri, i risultati più importanti hanno riguardato l'area dell'Umbria Marche, in cui attraverso l'analisi dei dati accelerometrici registrati durante la sequenza sismica del 1997-1998 è stato possibile stimare i parametri di un modello spettrale descrittivo della sorgente sismica, l'attenuazione e le amplificazioni di sito. Una parte delle attività è stata inoltre dedicata all'analisi delle registrazioni sismiche provenienti da reti temporanee e fisse (Turchia Nord Occidentale, Molise e Umbria Marche), per ottenere stime empiriche delle amplificazioni locali. In particolare è stata caratterizzata la risposta sismica di 40 stazioni accelerometriche localizzate in Italia Centrale ed è stata proposta una nuova classificazione dei siti che include anche le loro caratteristiche geomorfologiche (irregolarità topografiche e bacini profondi). Infine, sono stati valutati gli scenari di danno nell'ambito del progetto GNDT su Vittorio Veneto, con riferimento sia a scenari deterministici calcolati nelle aree del Cansiglio e del Montello, sia ad analisi probabilistiche in un'area che comprende le province di Belluno, Treviso e Pordenone. Sono state prodotte mappe di danno a livello comunale e di sezione censuaria per l'area Veneto-Friulana, che contengono la valutazione di volume e numero degli edifici collassati e inutilizzabili, oltre a una stima delle vittime e dei senzatetto.

### Mappe di pericolosità sismica

Nel 2004 è stata consegnata a DPC la versione finale della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274, redatta tenendo in considerazione le indicazioni di un board di revisori di area europea. Questa ricerca, coordinata dalla sezione, ha utilizzato un gran numero di dati e conoscenze prodotti di recente e molti elaborati realizzati per l'occasione, che vengono descritti con maggior dettaglio nel rendiconto dell'obiettivo specifico 4.2. Nel seguito sono state prodotte altre elaborazioni complementari che anticipano i contenuti di un progetto INGV-DPC in fase di avvio nel 2005. Nell'ambito di un progetto GNDT è stato sperimentato l'inserimento degli effetti di sito in una mappa di pericolosità sismica a scala nazionale precedente quella consegnata a DPC. Anche in questo caso i dettagli sono descritti nel rendiconto dell'obiettivo specifico 4.2.

### Banche dati e cataloghi dei terremoti

Nel 2004 è stato compilato DBM04, il database che integra tutti i dati degli studi macrosismici utilizzati per compilare CPTI99, dati che sono stati georeferenziati utilizzando un riferimento geografico omogeneo. A partire da questa base di dati è stato compilato il catalogo CPTI04, che ha rivalutato completamente l'insieme delle conoscenze nella finestra cronologica 1980-2002, e che contiene la determinazione di valori di Mw e ML per tutti gli eventi. Anche in questo caso, una descrizione di dettaglio è presentata nel rendiconto dell'obiettivo specifico 5.1. Infine, è stato realizzato il rilievo macrosismico degli effetti del terremoto del bresciano del 24.11.2004.

### Editoria e Web

I maggiori risultati sono stati conseguiti in relazione ai punti descritti più sopra e in particolare:

- a) Sviluppo dell'interfaccia di interrogazione della banca dati macrosismica online DBM04 con funzionalità webGIS utilizzando il linguaggio SVG (Scalable Vector Graphics), orientato alla grafica per il web per la descrizione di grafici bidimensionali con maggiori prestazioni in qualità, interattività, e dimensioni rispetto alla codifica bitmap;
- b) sviluppo e manutenzione del sito [zonesismiche.mi.ingv.it](http://zonesismiche.mi.ingv.it) dedicato all'informazione sulle attività connesse alla redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274, in modo tale da rendere pubblica la

documentazione del progetto, favorire la discussione attraverso un dibattito telematico, diffondere dati di base e risultati conseguiti.

### Formazione e informazione

Oltre alla chiusura del progetto GNDT Edurisk, nel corso dell'anno è stata realizzata una intensa attività formativa per le scuole in 13 Istituti Comprensivi di Friuli Venezia-Giulia, Emilia Romagna e Calabria (185 docenti coinvolti e circa 3.000 studenti), estesa con il nuovo anno scolastico ad altri 4 Istituti Comprensivi dell'Appennino Bolognese. A partire da queste esperienze è stata realizzata una guida didattica per gli insegnanti.

### **1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)**

Nel corso dell'ultima parte del 2004 gli indirizzi di attività della sezione sono andati delineandosi in modo più preciso attraverso:

- a) la definizione delle nuove UF, seguita al rinnovo del mandato di direzione;
- b) la definizione dei TTC, che ha avviato l'inserimento di parte del personale in iniziative di ricerca di largo respiro e valorizzato diverse competenze della sezione, mediante il co-coordinamento di alcuni di essi;
- c) l'attribuzione a ricercatori della sezione del co-coordinamento di progetti della convenzione INGV-DPC.

Nello stesso periodo l'assegnazione di fondi DPC per il personale ha consentito di tamponare una situazione di difficoltà, permettendo di estendere di un paio di anni alcuni contratti assegnati a funzioni infrastrutturali, e di prolungare o istituire assegni di ricerca in settori legati ai progetti INGV-DPC.

Con queste premesse la sezione potrà avviarsi a superare la tendenza alla frammentazione delle iniziative che l'ha caratterizzata fin qui e che stenta ancora farsi da parte. Tale superamento risulterà favorito dai seguenti fattori:

- i) partecipazione alle grandi tematiche dell'ente;
- ii) valorizzazione della specificità delle competenze della sezione.

In questa prospettiva resta da caratterizzare meglio il ruolo nel settore del monitoraggio sismico dove, accanto al supporto alle iniziative di CNT, la sezione intende sviluppare gli aspetti di monitoraggio accelerometrico, particolarmente carenti in Italia e ancor di più nell'Italia settentrionale. A questa iniziativa si può accompagnare il progetto di costituzione di una moderna banca-dati accelerometrica, cui la sezione può e desidera contribuire in forza delle competenze disponibili, da realizzarsi in collaborazione con altre sezioni INGV e, possibilmente, con l'USSN del DPC.

Per quanto riguarda le risorse, le esigenze sono essenzialmente di due tipi:

- 1) La definizione di una pianta organica di ente e di sezione, che deve consentire di praticare una chiara politica del personale, sia in servizio che da reclutare. Si collega a questo punto l'esigenza che l'eventuale nascita di nuove sezioni INGV non indebolisca il potenziale di quella di Milano.
- 2) La disponibilità di investimenti di media entità, per avviare:
  - a) il già citato monitoraggio accelerometrico (un primo nucleo potrebbe fungere da traino nei confronti di enti locali);
  - b) lo sviluppo delle banca dati storico-macrosismici dell'area europea-mediterranea;
  - c) la formazione all'estero del personale giovane e meno giovane.
 Questi investimenti - oltre a quello del personale - sono gli unici che non è possibile acquisire con contratti che la sezione ritiene di poter avviare con aziende e enti locali e regionali.

### **1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature**

<b>Acquisitori Sismici</b>	
<i>Numero</i>	<i>Tipo</i>
6	MARS88/FD
14	MARS88/MC
2	Reftek 130-01
<b>Sensori 3 componenti</b>	
<i>Numero</i>	<i>Tipo</i>
6	Trillium 40 broad-band
10	LE-3D/5s
6	LE-3D Lite
20	MARK L-4 3D
<b>Infrastruttura di rete telematica</b>	
<i>Numero</i>	<i>Tipo</i>
2	link a 2 Mb/sec alla rete GARR-B
2	router CISCO 2600 / 1600
4	server Unix - Sun Solaris / FreeBSD
4	server Windows 2000 server

## 2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione

<i>N.</i>	<i>Nome UF/UP</i>	<i>Responsabile</i>	<i>N. Afferenti</i>		<i>Ob. Spec. di riferimento</i>
			<i>Ruolo/ contratto</i>	<i>Borsisti/ assegn./dottor.</i>	
UF1	Sistemi informativi e infrastruttura telematica	Fabrizio Meroni	7	---	1.12, 4.1, 5.1, 5.2, 5.8, 5.10
UF2	Sismologia storica e pericolosità sismica	Paola Albini	7	---	2.1, 4.1, 4.2, 5.1
UF3	Macrosismologia e educazione al terremoto	Romano Camassi	4	---	2.1, 5.1, 5.4, 5.9
UF4	Monitoraggio sismologico	Paolo Augliera	6	---	1.1, 3.1, 4.1, 5.4
UF5	Scenari di scuotimento sismico	Gaetano Zonno	5	---	2.5, 3.1, 4.1, 4.2



# Sezione di Palermo

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Nel 2004 la sezione di Palermo ha effettuato attività di ricerca e monitoraggio geochimico in ambito vulcanologico, sismico e ambientale. Le attività di sorveglianza vulcanica sono state incrementate rispetto a quelle svolte negli anni scorsi, in quanto alcune delle attività avviate durante i periodi di crisi del 2003 a Stromboli e Panarea sono entrate a far parte del monitoraggio a regime della sezione. L'eruzione dell'Etna del 2004, anche se non ha destato particolari preoccupazioni, ha comportato un impegno supplementare in termini di campionamento ed analisi che è servito a tenere sotto controllo eventuali evoluzioni del sistema eruttivo.

Le attività di monitoraggio di Panarea hanno richiesto un particolare impegno, in quanto hanno richiesto la soluzione di problemi derivanti dal fatto di operare in ambiente sottomarino:

- i) reperimento di un mezzo nautico di lavoro, idoneo ad operare con il grado di sicurezza richiesto;
- ii) condizioni meteo marine connesse alla sicurezza degli operatori;
- iii) operatori subacquei capaci di effettuare i campionamenti con competenza e in piena sicurezza.

Considerata l'importanza strategica che riveste nel supporto delle attività geochimiche, una particolare attenzione è stata dedicata al mantenimento dell'efficienza ottimale dei laboratori e al loro potenziamento in relazione alle esigenze analitiche della sezione e dei geochimici dell'intero INGV. In termini di potenziamento sono stati installati due strumenti: L'ICP-ottico e l'ICP-MS che sono in grado di effettuare misure di concentrazione degli elementi in tracce in soluzioni acquose. È stata inoltre curata l'implementazione di alcune metodiche analitiche che, insieme agli interventi di potenziamento, hanno ampliato le tipologie di analisi che i laboratori riescono ad effettuare incrementandone sia la quantità che la qualità.

Queste due attività sono dettagliatamente descritte negli obiettivi specifici 1.2 e 2.4.

Lo studio della geochimica dei fluidi in aree sismiche è uno degli obiettivi scientifici principali della sezione. L'obiettivo è quello di interpretare e modellizzare i processi sismogenetici anche attraverso le informazioni che i fluidi trasportano in superficie. Queste attività hanno consentito di approfondire le conoscenze delle relazioni strutture sismogenetiche-fluidi. Durante il 2004 le attività di campionamento in questo settore sono tornate alla normalità dopo che nel 2003 avevano avuto qualche momento di stasi dovuto alle contemporanee emergenze vulcanologiche di Stromboli, Etna e Panarea. Le aree monitorate sono distribuite sull'intero territorio nazionale (Sicilia occidentale, Iblei, Arco Calabro-Peloritano, Irpinia, Appennino Umbro-Marchigiano ed Emiliano, Apuane, Friuli-Slovenia e Monferrato). Tutte queste attività sono state effettuate in collaborazione con diversi enti che operano localmente. Con molti di questi, sono stati formalizzati protocolli d'intesa e nel caso del Monferrato è stata attivata una convenzione con la Regione Piemonte. Alcuni esempi di collaborazione sono costituiti dall'ARPA Emilia-Romagna Sezione di Reggio Emilia, l'Istituto di Metodologie di Analisi Ambientali (IMAA) del CNR di Potenza, OGS (Trieste) e Josef Stefan Institute (Ljubljana) e nel caso del Monferrato, INGV Roma 1. Le strategie adoperate per queste attività prevedono l'installazione di stazioni acque e gas in continuo ed al campionamento periodico di acque e gas oltre che prospezioni di flussi di gas nel suolo. Nella sala di monitoraggio geochimico vengono visualizzati i dati rilevati dalle stazioni automatiche ed è possibile consultare la banca dati dove confluiscono tutti i dati del sistema di monitoraggio continuo e discreto. Questa struttura è di supporto al servizio di reperibilità della sezione. È stato attrezzato nel laboratorio isotopico dell'elio un crusher ed un forno per l'analisi delle inclusioni fluide che supportano alcune ricerche che si occupano della solubilità nel magma di alcune specie gassose, e che mirano alla modellizzazione termodinamica dei fluidi rilasciati da un corpo magmatico in risalita.

Sono state proseguite alcune attività in collaborazione con le Università di Città del Messico e l'Università di Colima, per lo studio di vulcani esplosivi messicani ad alta frequenza eruttiva (Popocatepetl, Tacana, Chichon, Colima). Lo sviluppo di tecnologie innovative per la misura sul campo di parametri geochimici è uno degli obiettivi principali della sezione, è stata, infatti continuata l'attività di ricerca finalizzata allo sviluppo di nuove strumentazioni per la misura di concentrazione dei plumes vulcanici, in collaborazione con alcune università europee (Heidelberg (Germania), Cambridge (Gran Bretagna)). Nell'ambito dei sistemi di osservazione dei parametri geochimici è stato iniziato lo sviluppo di un UAV (Unmanned aerial vehicle) per il monitoraggio dell'atmosfera fino a 4 Km di quota. Il velivolo sarà corredato di strumentazione di tipo spettrofotometrico (UV ed IR) appositamente sviluppata dalla sezione di Palermo per la misura dei tenori di HCl, HF, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> nei plume vulcanici (Etna e Stromboli). Il velivolo sarà attrezzato con sistema di autoguida per la navigazione all'interno del plume e trasferimento dati a terra in real time. Proseguendo attività iniziate negli anni scorsi, sono state ulteriormente sviluppate ricerche riguardanti lo studio delle specie solforate nei plume vulcanici con particolare riferimento al rapporto H<sub>2</sub>S-SO<sub>2</sub>. Per raggiungere tali obiettivi è in atto una collaborazione con l'Università di Glasgow (Gran Bretagna), l'Università di Cambridge (Gran Bretagna) e l'Università di Palermo.

Notevole rilevanza per la visibilità della sezione e dell'Ente ha avuto la stipula di una convenzione con la Regione Sicilia, che prevedeva:

- i) la caratterizzazione geochimica, idrogeologica e geologica degli acquiferi della Sicilia con valutazioni quali-quantitative sulle rispettive acque;
- ii) la realizzazione di una rete di monitoraggio delle acque sull'intero territorio dell'isola;

iii) la realizzazione di una rete regionale pluviometrica per la misura della composizione isotopica delle precipitazioni. Quest'ultimo punto consente di avere riferimenti isotopici di base per lo studio isotopico degli acquiferi, ma anche di caratterizzare l'assetto climatico della Sicilia. Nel 2004 la biblioteca e il servizio di informazione-documentazione della Sezione di Palermo ha mantenuto gli abbonamenti ai periodici che trattano argomenti di geochimica, vulcanologia, geotermia e geofisica. Sono state acquisite monografie attinenti agli interessi scientifici dei ricercatori della sezione. Risulta fondamentale come supporto alle attività di ricerca della sezione il "Servizio di Documentazione e Informazione" che, tra gli altri, ha il compito di reperire lavori specifici ai ricercatori della Sezione. Il personale della sezione operante al 31/12/2004 è, tra personale di ruolo e a contratto, da 11 ricercatori, 12 tecnologi, 12 tecnici e due collaboratori di amministrazione. Questo personale, come più volte ripetuto, risulta insufficiente rispetto alle attività svolte dalla sezione, ciò vale in special modo per il settore tecnico e tecnologico dedicato al supporto delle reti di monitoraggio geochimico in aree vulcaniche attive ed ai laboratori geochimici dell'INGV. Molti dei tecnologi in organico presso la sezione di Palermo, svolgono esclusiva attività di servizio (servizio documentazione e biblioteca) e supporto alla ricerca, ai laboratori ed alle reti, non contribuendo alla produzione scientifica della sezione, andrebbero quindi esclusi dalle statistiche di produttività scientifica.

Le risorse finanziarie 2004 della sezione di Palermo sono state di € 2.844.823,81 e sono derivate da fondi ordinari, dai fondi protezione civile per la sorveglianza vulcanica e da vari progetti esterni di ricerca, con finanziamento nazionale ed internazionale.

Ribadisco ancora una volta che nel sistema di valutazione delle attività delle sezioni, sia all'interno dell'Ente che rispetto agli organismi esterni, le attività di monitoraggio e sorveglianza devono essere considerate come un'attività prioritaria dell'Ente, al pari delle pubblicazioni in quanto queste attività per l'INGV sono istituzionali.

## 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

- Sviluppo rete automatica per il monitoraggio delle falde acquifere e dei flussi di CO<sub>2</sub> diffusi dai suoli basate su hardware modulare ed a basso consumo;
- Sviluppo rete automatica per il monitoraggio della temperatura, dei tenori di CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub> e del potenziale spontaneo;
- Stazione sperimentale mobile per la misura dei rapporti CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S;
- Sviluppo strumentazione UV scanner;
- Cablaggio rete wireless per trasferimento dati a larga banda (Stromboli).
- Misure di solubilità di fluidi nel fuso magmatico che ha portato a una formulazione sempre più approssimata di modelli quantitativi di risalita magmatica.
- Copertura totale della Sicilia della rete pluviometrica isotopica finalizzata alla modellizzazione isotopica delle precipitazioni che viene utilizzato come riferimento di base per studi idrogeochimici, oltre che alla ricostruzione dell'assetto climatico della regione che riesce a dare utili informazioni sui fenomeni di desertificazione.
- Definizione della rete di sei stazioni acque in continuo per lo studio idrogeochimico acquiferi freddi e termali delle zone del Monferrato (Piemonte) finalizzato alle relazioni strutture sismogenetiche-fluidi.
- Monitoraggio geochimico degli acquiferi della Sicilia.
- Messa a regime di un sistema di monitoraggio geochimico delle emissioni nel mare antistante Panarea.
- Evoluzione geodinamica del Mediterraneo centrale, sulla base di evidenze geochimiche circa l'origine e la circolazione di fluidi profondi circolanti nei principali bacini termali della Sicilia Occidentale.
- Identificazione delle strutture di degassamento nella zona di Capo Calavà.
- Realizzazione di un sistema di frantumazione cristalli dotato di una sua linea di purificazione indipendente;
- Realizzazione di un fornello per la fusione di campioni solidi con relativa linea di purificazione e sistema di pompaggio integrato e quadrupolo per il monitoraggio delle masse rilasciate;
- Verifica e applicazione delle metodologie di indagine geochimica messe a punto dai ricercatori della sezione di Palermo su alcuni vulcani messicani (Popocatepetl, Tacaná e El Chichon).

## 1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

L'attivazione dei TTC ha costituito un momento importante per lo sviluppo disciplinare dell'INGV. In tutte le attività coordinate all'interno di TTC la prima azione effettuata è stata la razionalizzazione dell'esistente. Questo è valso sia per la parte della sorveglianza geochimica dei vulcani che per i laboratori di geochimica dei fluidi. Lo sviluppo auspicato per Palermo riguarda sempre il problema del personale a sostegno delle strutture tecnologiche. Per ciò che riguarda le reti continue, oltre alla manutenzione delle reti, va considerato che le stazioni geochimiche vengono costruite dal nostro laboratorio elettronico in quanto non esistono in commercio prodotti che soddisfano pienamente le esigenze di monitoraggio, questo comporta il coinvolgimento di un maggior numero di persone nella costruzione delle reti. Il potenziamento delle reti di monitoraggio continuo di parametri geochimici costituisce una tappa obbligata per la crescita delle conoscenze nell'ambito delle attività di ricerca e di sorveglianza dei vulcani attivi. Sempre compatibilmente con il personale a disposizione, verrà continuata la ricerca e la sperimentazione di nuovi sensori per la misura di nuovi parametri geochimici, sia nelle acque che nei gas.

Anche se non è stata inclusa in un TTC, il monitoraggio geochimico delle aree sismiche, costituisce per Palermo una delle attività principali, infatti è stata attivata una specifica Unità Funzionale. Le attività di monitoraggio geochimico che si intendono sviluppare, prevedono misure discrete di campo e prelievo di campioni di fluidi nelle aree selezionate. Un passo importante sarebbe lo sviluppo delle reti continue che però è strettamente connesso al personale dedicato. Questa innovazione sarebbe il necessario salto di qualità per avere un quadro più reale delle variazioni geochimiche indotte da processi sismogenetici, e cosa ancora più rilevante renderebbe possibile una migliore comparazione con i

dati geofisici e sismologici in particolare. Per ciò che riguarda i laboratori è necessario supportare tutte le strumentazioni con personale che sia in grado di farle funzionare al meglio. L'impegno oramai prioritario della sezione di Palermo è quello di assicurare la funzionalità e la necessaria innovazione tecnologica al laboratorio geochimico, considerato anche il fatto che viene utilizzato anche dai geochimici delle altre sezioni dell'INGV.

Per avere risultati sempre migliori la sezione di Palermo sta operando per realizzare nei laboratori un sistema di qualità in grado di tenere sotto controllo le procedure che vanno dal campionamento fino alle analisi di laboratorio.

#### 1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Area	Tip. Stazioni	N	Siti
Etna	Flusso di CO <sub>2</sub> dai suoli	8	Maletto, Paternò, S.Venerina, Primoti, Naftia, S.M.Licodia, S.Venerina, Palagonia.
	T, pH, Conducibilità elettrica della falda	6	R.Campana, Ciapparazzo, Valcorrente, AcquaDifesa, Ponteferro, S.Giacomo.
Vulcano	Temperatura delle fumarole	2	Vulcano cratere e spiaggia
	Flusso di CO <sub>2</sub> dai suoli	3	G.Palizzi, Enel, C.Sportivo
	Pressione assoluta dei gas disciolti nella falda	1	Pozzo Le Calette
	T della falda	12	Pozzi: Bambara, Casamento, Lanterna Blu, EdenPark, EAS, C.Sicilia, Rifici, Piscì, Discarica, Castello, Muscarà, Vincenzino.
	T, pH, Conducibilità elettrica della falda	1	Pozzo Le Calette
	Parametri Ambientali	1	Centro Carapezza.
Lipari	MFum	1	Caolino.
Stromboli	MFsCO <sub>2</sub>	2	Pizzo S. La Fossa, Scari.
	MW4p	1	Pozzo Fulco.
	MmpFum	1	Pizzo (array di 60 sensori)
Vesuvio	T, pH, Conducibilità elettrica degli acquiferi	2	Terme Vesuviane, Olivella

#### Elenco Strumentazioni Laboratori INGV-PA

- 4 Gas-cromatografo da banco
- 2 Gas-cromatografo portatile
- 1 Gas Massa
- 1 Quadrupolo e forno per misure di gas estratti da solidi
- 1 Spettrometro di massa per misure isotopiche automatiche di C e O della CO<sub>2</sub>.
- 1 Spettrometro di massa per misure isotopiche automatiche di H dell'H<sub>2</sub>O.
- 1 Spettrometro di massa per misure isotopiche di isotopi stabili degli Idrocarburi
- 1 Spettrometro di massa VG5400 (He)
- 2 Bilance (Tecnica+analitica)
- 1 Laboratorio di meccanica (1 tornio + 1 fresatrice + 1 trapano)
- 1 HPLC Methrom
- 2 HPLC Dionex
- 1 AAS corredato con FIAS
- 2 Spettrofotometri UV-VIS
- 1 ICP-MS Agilent 7500 series CE (Octopole Reaction System)
- 1 ICP-OES Horiba Jobin Yvon ULTIMA 2
- 1 Spettrometro Argon
- 1 Tornio

#### 2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/contratto	Borsisti/assegn./dottor.	
UF1	Sorveglianza Geochimica delle aree vulcaniche	Sergio Gurrieri	10	---	1.2
UF2	Laboratori geochimica e tecnologici	Salvatore Inguaggiato	12	---	2.4
UF3	Monitoraggio geochimico aree sismiche italiane	Francesco Italiano	9	---	4.1, 2.1



# Sezione di Catania

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

Le attività della Sezione di Catania si articolano nello svolgimento di ricerca, monitoraggio e sorveglianza in campo geofisico e vulcanologico. La Sezione conduce il monitoraggio e lo studio dei vulcani attivi e quiescenti siciliani (Etna, isole Eolie con particolare riferimento a Vulcano e Stromboli, Pantelleria) attraverso sistemi osservativi multidisciplinari composti da reti permanenti di monitoraggio visivo (telecamere), sismico, geodetico e geofisico. Inoltre la Sezione gestisce reti sismiche e geodetiche ubicate sulle maggiori aree sismogenetiche della Sicilia orientale (Peloritani - Stretto di Messina, Iblei - fascia Sicilia sud-orientale). La Sezione gestisce e mantiene attiva H24 una Sala Operativa, con turni e reperibilità, per il controllo dei sistemi di monitoraggio e l'attivazione delle apposite procedure di allerta. Tutte le attività di monitoraggio sono corredate da diverse attività di sviluppo e implementazione tecnologico nonché da studi e ricerche avanzate nel campo della vulcanologia e geofisica.

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Nell'ambito dell'**Obiettivo Generale 1, Sviluppo dei Sistemi di Osservazione**, la Sezione è stata ampiamente impegnata in diversi Obiettivi Specifici di cui di seguito sono richiamate le principali attività.

In generale, nell'obiettivo 1.1 "*monitoraggio sismico del territorio nazionale*" ha contribuito al mantenimento e il potenziamento della rete sismica della Sicilia orientale. In particolare poi sono state realizzate 10 nuove infrastrutture ed installate 4 nuove stazioni a trasmissione satellitare di cui 2 in area Peloritana e 1 in area Iblea. E' stata implementata la rete sismica mobile di supporto in pronto intervento che si basa su mezzo mobile totalmente rinnovato.

All'interno dell'obiettivo 1.2 "*monitoraggio geochimica delle aree vulcaniche attive*" sono state condotte le misure in telerilevamento Ftir e Cospec per la caratterizzazione dei contenuti gassosi dei *plumes* emessi dai crateri sommitali dell'Etna e dello Stromboli. E' stata completata la rete permanente di Stromboli composta di 4 sensori mini-doas per le misure in continuo cospec, e sono state avviate le prime 8 installazioni all'Etna.

L'obiettivo 1.3 "*sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche*" ha visto un massiccio impegno in quanto, oltre ad essere ripetute ed aggiornate tutte le misure periodiche nelle reti geodetiche delle aree vulcaniche etnea ed eoliana e oltre ad essere condotta l'ordinaria manutenzione di tutte le numerose stazioni permanenti GPS e clinometriche, si è perfezionato il sistema di trasmissione della rete clinometrica dell'Etna; installato un nuovo sensore clinometrico bore-hole a Vulcano; installato 4 nuove stazioni GPS; inserite all'interno della rete GPS permanente dell'Etna; potenziata la rete GPS real-time dell'Etna che adesso conta 10 stazioni.

Nell'obiettivo 1.4 "*sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive*" si è condotta l'ordinaria manutenzione delle reti etnea ed eoliana ed inoltre, come accennato al punto 1.1, sono state realizzate nuove infrastrutture di cui 7 in area vulcanica (2 stazioni installate). Inoltre sono stati perfezionati il Laboratorio Rete Mobile per il pronto intervento attraverso la rete mobile, e il Task di Pronto Intervento Macrosismico per tutte le attività connesse al verificarsi di terremoti oltre la soglia di danno o che comunque destano particolare attenzione.

Nell'obiettivo 1.5 "*sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani*" la sezione ha garantito il controllo dei vulcani attraverso periodici sopralluoghi nelle aree crateriche, controlli termici da terra e da elicottero, campionamenti di prodotti emessi e susseguenti analisi fisiche e chimiche di laboratorio. Tutte queste attività, assieme al *mapping* e gli aggiornamenti cartografici, sono risultati basilari nella gestione dell'eruzione 2004 dell'Etna.

Si è garantito il funzionamento della rete di telecamere con trasmissioni di immagini nel visibile e infrarosso installato all'Etna (4 telecamere), a Vulcano (1 telecamera) e a Stromboli (4 telecamere). In particolare all'Etna il sistema è stato implementato con l'installazione nel versante meridionale, presso il centro di Nicolosi, di una telecamera nel visibile ed una nell'infrarosso che hanno permesso una chiara determinazione degli eventi esplosivi durante l'eruzione 2004. Per il controllo dell'attività craterica, è stato realizzato il monitoraggio dell'emissione gassosa del *plume* in stretta sinergia con il punto 1.2 così come sopra descritto.

Riguardo all'obiettivo 1.9 "*rete GPS nazionale*" la Sezione ha fornito un contributo di spessore in virtù del proprio avanzato *know-how* su reti GPS permanenti, trasmissione in continuo e trattamento dati. Ha collaborato all'individuazione dei futuri siti, ha messo in condivisione della rete nazionale dei siti già realizzati, ha realizzato le infrastrutture per 2 siti della rete nazionale sui M.ti Peloritani.

Riguardo all'obiettivo 1.10 "*Telerilevamento*", oltre la già menzionata attività del telerilevamento di misure dei gas del *plume*, sono stati potenziati i sistemi per l'elaborazione dei dati SAR e sono stati aggiornati gli archivi anche in riferimento all'attività eruttiva 2004 dell'Etna.

Nell'ambito dell'**Obiettivo Generale 2 "Attività Sperimentali e Laboratori"** la Sezione ha contribuito nell'obiettivo 2.1 "*Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali*" nella revisione critica delle fonti storiche per le eruzioni dell'Etna. La sezione è stata fortemente impegnata nell'obiettivo 2.3 "*laboratori di chimica e fisica delle rocce*" in cui è stata condotta una continua attività di analisi e caratterizzazione dei prodotti vulcanici. L'obiettivo 2.6 "*Misure di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree sismiche e vulcaniche*" ha mantenuto il funzionamento delle reti delle stazioni permanenti gravimetriche e magnetiche all'Etna e delle stazioni allo Stromboli. Sono stati implementati nuovi sistemi termostati a beneficio delle stazioni gravimetriche ed è stata migliorata l'affidabilità dei sistemi di teletrasmissione dei

dati. Sono state sviluppate specifiche tecniche di calcolo per l'identificazione di variazioni locali nelle serie temporali del campo magnetico terrestre.

Nell'ambito degli **Obiettivi Generali 3 "Studiare e capire il sistema Terra" e 4 "Comprendere e affrontare i rischi naturali"** si è fornito un notevole contributo sostenuto dalla prerogativa della sezione di investigare i fenomeni vulcanici attraverso numerose differenti discipline. Questa prerogativa, accompagnata dalle recenti eruzioni, ha permesso di sviluppare ricerche e ottenere numerosi risultati sulle modalità di risalita del magma, sui meccanismi eruttivi e sui fenomeni associati. In particolare diversi risultati, alcuni principali richiamati di sotto nel capitolo 1.2, hanno caratterizzato gli obiettivi 3.3 "*Fisica del Vulcanismo*" e 4.3 "*Modellazione fisico-matematica per la valutazione della pericolosità*". In particolare, nell'obiettivo 3.7 "*calcolo scientifico avanzato*" sono stati sviluppati modelli fisico-matematici in grado di descrivere l'evoluzione dei flussi lavici e valutarne la pericolosità associata.

Nell'obiettivo 4.5 "*degassamento naturale*" sono stati condotti rilievi e mappature di anomalie di radon anche per correlarle a strutture sismogenetiche.

Nell'ambito dell'**Obiettivo Generale 5 "Impegno verso le Istituzioni e Società"** la sezione è stata impegnata nell'obiettivo 5.1 "*Banche dati e cataloghi dei terremoti*" iniziando a riorganizzare la banca-dati strumentale particolarmente per ciò che concerne la catalogazione dei segnali sismici e i risultati delle elaborazioni di base. Inoltre relativamente a questa tematica è stato aggiornato il catalogo macrosismico dei terremoti etnei al 2001, arricchendo la banca dati di altri 25 terremoti e 698 osservazioni macrosismiche. Il catalogo completo (1832-2001) è adesso disponibile su internet nel web della sezione. La sezione ha profuso grande impegno e ricoperto un ruolo primario soprattutto nell'obiettivo 5.5 "*emergenze vulcaniche*" avendo di fatto gestito l'emergenza dell'eruzione dell'Etna iniziata in Settembre 2004. Grande attenzione è stata prestata alle attività dell'obiettivo 5.9 "*Formazione e Informazione*" attraverso l'attività di divulgazione alle scuole promossa presso il centro di Nicolosi. Il web della sezione (obiettivo 5.10), di supporto anche all'attività di divulgazione, è stato ulteriormente implementato e si è confermato strumento utilissimo anche durante la recente eruzione dell'Etna.

## 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

Diverse attività sono state già menzionate nel precedente capitolo sugli obiettivi generali perseguiti dalla sezione. Soprattutto va sottolineato che queste attività hanno permesso di mantenere in perfetta efficienza tutti complessi e variegati sistemi multidisciplinari di monitoraggio e hanno anche consentito un loro ulteriore *upgrading* e potenziamento.

Inoltre diverse altre attività e studi hanno raggiunto risultati rilevanti, attestati da numerose pubblicazioni scientifiche, rappresentando per molti casi la naturale continuazione di attività già intraprese negli anni precedenti. Di seguito sono richiamati solo alcuni punti, ritenuti più rilevanti e supportati da pubblicazioni JCR, selezionati tra i numerosi risultati conseguiti nel corso dell'anno:

- studio sui meccanismi di rilascio dei gas dai condotti dei crateri sommitali per definire le relazioni del passaggio di attività da stromboliana a fontane di lava (lavoro accettato su *Nature*);
- studio della dinamica del versante orientale dell'Etna sulla base di dati e rilievi strutturali (numerose pubblicazioni JCR);
- studi sugli aspetti vulcanologici e i meccanismi eruttivi dell'eruzione di Stromboli 2002-3 (numerose pubblicazioni JCR);
- ricostruzione della struttura crostale in Sicilia orientale attraverso metodi tomografici;
- studi sui segnali acquisiti alle nuove stazioni digitali a larga banda e VBB per una migliore caratterizzazione dei terremoti e degli eventi sismo-vulcanici;
- identificazione e caratterizzazione di strutture sismogenetiche: studio della sismicità da dati macrosismici, tettonica attiva e paleosismologia;
- studio dei meccanismi intrusivi all'Etna attraverso l'integrazione di dati sismici e geodetici;
- analisi integrata dei dati GPS e SAR registrati all'Etna relativamente al periodo 1996-2000;
- studio del sistema superficiale dei condotti a Stromboli mediante modellizzazione dei dati GPS real-time del parossisma del 5 aprile 2003.
- modellazione dei perturbatori della gravità per mezzo di tecniche non-lineari (Neuro-Fuzzy);
- simulazione, mediante algoritmi basati sulle Cellular Non-linear Networks, dei flussi delle colate laviche emesse, con specifiche applicazioni al caso dell'eruzione dell'Etna iniziata nel 2004.

In particolare, in riferimento all'eruzione dell'Etna 2002-03 sono state pubblicate numerosi studi con utilizzo dei dati sia ad ampio spettro in modo disciplinare separato (dati vulcanologici, sismici, deformativi, magnetici, etc) che soprattutto con integrazione di dati di diverse discipline (sismici e geodetici, geodetici di tipo terrestre e spaziale, strutturali geodetici e gravimetrici) portando gli studi condotti a un livello molto avanzato e di riferimento per tutta la comunità scientifica vulcanologica.

Infine occorre citare due attività molto importanti:

- la pubblicazione della monografia "Etna : volcano laboratory" edito dall'American Geophysical Union con editors della Sezione e presentata a S. Francisco al Meeting AGU 2004 ;
- la completa ed efficiente gestione dell'eruzione dell'Etna iniziata nel settembre 2004 (per una descrizione vedere nell'Obiettivo Specifico 5.5 "Emergenze Vulcaniche").

### 1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)

Considerata la vivace dinamica nelle attività degli ultimi anni, le prospettive di sviluppo sono molteplici e comunque alcuni aspetti dipenderanno anche dall'esito e l'avvio di diversi progetti sottoposti nel corso dell'anno (progetti EC, convenzione INGV-Regione Sicilia-DPC per il potenziamento del sistema di monitoraggio in Sicilia, PON per calcolo avanzato, progetti ricerca convenzione INGV-DPC). I temi con le principali prospettive di sviluppo sono:

- procedere al graduale rinnovamento/potenziamento della Rete Sismica Permanente e di potenziare le strumentazioni in dotazione alla Rete Mobile (Fondi istituzionali, DPC, Cesis, Regione Sicilia);
- proseguire:
  - i) nell'applicazione di nuove tecnologie e metodologie in ambito sismologico;
  - ii) negli studi dei parametri di sorgente relativi alle diverse tipologie di segnali registrati, soprattutto dai nuovi sensori a larga-banda;
  - iii) nella caratterizzazione delle strutture sismogenetiche nelle aree investigate
  - iv) negli studi tomografici ad alta risoluzione per migliorare le conoscenze strutturali (fondi istituzionali, Progetti ricerca convenzione DPC, progetti EC);
- completare la rete permanente cospec dell'Etna (fondi istituzionali);
- potenziare i laboratori di analisi fisico-chimica delle rocce (fondi istituzionali, DPC);
- analisi dell'attività storica dell'Etna e dello Stromboli per valutazione della pericolosità (fondi istituz.);
- potenziamento delle stazioni geodetiche distribuite su scala regionale (Cesis, Regione Sicilia, DPC);
- revisione critica dei database delle ultime eruzioni dell'Etna e dello Stromboli al fine di contribuire alla migliore definizione di pericolosità per questi vulcani (fondi istituz., progetti ricerca DPC);
- sviluppo di modelli integrati dei processi vulcanici e geodinamici che determinano le variazioni dei parametri geofisici osservati (fondi istituz., EC);
- sistemi di calcolo parallelo secondo il paradigma GRID (partecipazione PON 2004);
- simulazione delle nubi vulcaniche e della ricaduta del materiale emesso (fondi istituz., PON);
- simulazione dei flussi lavici e produzione di mappe di inondazione all'Etna con i codici basati sugli Automi Cellulari e sul metodo SPH (fondi istituzionali, PON);
- implementazione di calcolo massivo per l'elaborazione in real time di immagini ad alta dinamica (istitut., PON).

### 1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Area	Reti Monitoraggio Permanenti	Acquisizione	N° stazioni
Sicilia orient., Calabria Meridionale - Isole Eolie	Sismica Permanente Analogica	Continua	40
Etna-Iblei-Peloritani	Sismica Perma. Digitale BB trasm. satellitare	Continua	25
	Sismica Mobile	Continua	10
Etna	GPS	Continua	16
Etna	Clinometrica	Continua	10
Eolie (Lipari-Vulcano – Stromboli)	GPS	Continua	9
Vulcano – Stromboli	Clinometrica	Continua	9
Stromboli	Sistema TheodoROS (St. Tot. Robotizzata)	Continua	1
Pantelleria	GPS + clinometria	Continua	3 + 3
Etna	Gravimetrica + magnetica + pot. spont.	Continua	3 + 7 + 3
Stromboli	Gravimetrica + magnetica	Continua	1 + 3
Etna + Vulcano + Stromboli	Sistema telecamere visibile e infrarosso	Continua	4 + 1 + 4
Stromboli + Etna	Rete cospec (mini-doas)	Continua	4 + 8

Area	Reti Monitoraggio a cadenza periodica	Acquisizione	N° caposaldi
Etna	Reti EDM + rete GPS	periodica	160
Lipari-Vulcano	Reti GPS	periodica	29
Sicilia orient.	Rete GPS	periodica	51
Pantelleria	Rete GPS	periodica	15
Etna	Gravimetrica	periodica	71

Grandi Apparecchiature	
Sala Operativa e centro acquisizione dati	
Laboratori chimica delle rocce (preparaz. campioni, microscopi elettron., SEM, XRF)	
Furgone sismico attrezzato con rete sismica mobile	

### 2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/contratto	Borsisti/assegn./dottor.	
UF1	Vulcanologia e Geochimica	Sonia Calvari	19	4	1.2, 1.5, 1.10, 2.1, 2.3, 3.3, 4.3, 5.5
UF2	Sismologia	Domenico Patanè	29	3	1.1, 1.4, 2.5,

					3.3, 4.1, 4.2, 5.1, 5.4, 5.5
UF3	Deformazioni Geodesia e Geofisica	Giuseppe Puglisi	26	2	1.3, 1.9, 1.10, 2.6, 3.3, 4.3, 5.5
UF4	Sala Operativa	Danilo Reitano	9		3.7, 5.9, 5.4, 5.5, 5.10



# Centro Nazionale Terremoti (CNT)

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

La vocazione del Centro Nazionale Terremoti (CNT) è quella dell'osservazione e dello studio dei terremoti in Italia e nel Mediterraneo. Lo sforzo principale di questo secondo triennio del CNT (2004-2006) consiste nel completare il potenziamento delle reti di monitoraggio e dei sistemi di archiviazione e distribuzione dei dati (OS 1.1 e OS 5.1) e nell'avviare e stimolare le ricerche sui dati prodotti. Il grande sforzo avviato nel 2001, finalizzato a un servizio sempre più rapido ed efficace e al tempo stesso alla produzione di dati utili per la ricerca, è proseguito con ottimi risultati. Lo stato attuale della Rete Sismica Nazionale (RSN), di MedNet, della Rete sismica mobile e delle altre reti collegate, consente di ottemperare alle richieste sempre più pressanti degli organi di Protezione Civile, in termini di rapidità ed efficacia (OS 5.6). Parallelamente sono cresciuti, quantitativamente e qualitativamente, i dati disponibili alla comunità scientifica per la ricerca sismologica (OS. 3.1). L'avvio dei TTC, in particolare l'1.1, darà un impulso ancora maggiore ai processi di armonizzazione delle reti e di scambio dati. La nuova organizzazione della Rete Sismica mobile ha inoltre consentito la realizzazione di numerosi esperimenti di raccolta dati e studio di zone di faglia attive, inclusi quelli di pronto intervento, ottimizzati grazie all'avvio della reperibilità (OS 3.1 e 5.4).

Si può finalmente considerare avviata a tutti gli effetti la realizzazione di una rete GPS dell'INGV su tutto il territorio nazionale (OS 1.9) costituita da stazioni permanenti, uno degli obiettivi innovativi del Piano Triennale dell'ente. La nuova organizzazione del CNT tiene conto di alcune nuove realtà importanti, prima fra tutte il Centro di Grottaminarda (progetto CESIS), consentendo l'ottimizzazione del processo di creazione della rete. Anche qui il TTC specifico (6) sarà importante per integrare le reti INGV esistenti e per i nuovi sviluppi.

Sono anche state avviate, sia pure a livello ancora progettuale, le attività legate all'estensione a mare della Rete Sismica Nazionale (OS 1.11), realizzando verso la fine del 2004 il primo investimento dell'Istituto per strumentazione OBS. L'Osservatorio di Gibilmanna sarà il perno di questa attività, che diventa uno degli obiettivi del CNT per il triennio 2004-06.

Lo studio dei fenomeni deformativi in aree tettonicamente attive e in quelle vulcaniche con tecniche di Telerilevamento (OS 1.10) viene perseguita da una UF specifica del CNT, che ha il coordinamento del relativo TTC nazionale (7). Gli sviluppi futuri di queste tecniche e la loro applicabilità in molti ambiti diversi consentiranno grandi progressi nelle nostre conoscenze e nella capacità di monitoraggio e previsione dei fenomeni deformativi.

Altro obiettivo primario del CNT continua a essere il progetto Sismos (UF del CNT) e dell'iniziativa EuroSeismos, che ha visto un aumento quantitativo e qualitativo dei dati di terremoti storici reperiti, scanditi e distribuiti (OS 5.1). Anche in questo caso la ricerca sui dati trattati, inizialmente penalizzata dall'impegno profuso nelle attività di produzione e gestione dei dati, è stata finalmente avviata con lo studio di alcuni importanti terremoti del passato.

Grande importanza riveste per il CNT l'archiviazione e la distribuzione alla comunità scientifica di tutti i dati prodotti dalle reti e dai progetti (OS 3.1, 5.1, 5.6 e 5.9). Il Centro Dati e Informazione sui Terremoti (UF del CNT), in collaborazione con le altre UUFF del CNT, è impegnato in questo sforzo attraverso la produzione dei bollettini della RSN e la diffusione delle informazioni sui terremoti.

Un impegno notevole di ricercatori, tecnologi e tecnici del CNT viene messo nei programmi di Formazione e Didattica (OS 5.9). Le attività di organizzazione e partecipazione a mostre, convegni e la continua attività a favore delle scuole in visita alla sede romana dell'INGV, costituiscono un obiettivo prioritario del CNT. La creazione di un TTC specifico dell'Istituto (20), co-coordinato dal CNT, permetterà di migliorare il servizio e ottimizzare le risorse.

### 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

I risultati generali ottenuti (es. mantenimento in efficienza delle varie reti, produzione e distribuzione dei dati, pubblicazione di articoli, ecc.) seguono lo schema di quelli della relazione 2003 e non verranno riportati qui per ragioni di spazio. I nuovi risultati specifici del 2004 sono descritti nelle relazioni dei TTC, principalmente in quelli coordinati dal CNT, in particolare l'1, il 6, il 7, il 17, e in quella dell'OS 3.1, che includono la quasi totalità delle attività del CNT. Si rimanda alla lista delle pubblicazioni per i dettagli sulla ricerca effettuata.

Per quanto riguarda il servizio di sorveglianza sismica, sono state perfezionate e ottimizzate le procedure per la raccolta, l'analisi e la visualizzazione in tempo reale dei dati. E' entrata ormai a regime, provata su migliaia di terremoti avvenuti nel corso del 2004, la nuova procedura che consente localizzazioni e stime di magnitudo rapide. Sono stati effettuati i primi corsi per l'aggiornamento del personale che effettua i turni di sorveglianza sismica.

La mole di lavoro per il mantenimento e lo sviluppo delle reti e per la realizzazione dei numerosi esperimenti è aumentata considerevolmente nel 2004, come testimoniato dagli oltre 2.600 giorni di missione svolti in Italia, con un aumento di circa il 50% rispetto al 2003.

Anche nel 2004 sono state fronteggiate alcune emergenze a seguito di forti terremoti, una delle quali all'estero, con la rete sismica di pronto intervento: Slovenia a luglio-agosto; Lago di Garda, ottobre-novembre. Sono in corso di elaborazione i dati raccolti. Tra gli esperimenti in corso, il proseguimento dello studio delle faglie attive in Abruzzo; l'avvio di un analogo esperimento in Veneto; la partecipazione ai progetti internazionali Retreat, in Appennino settentrionale (sia sismologico che geodetico) e CatScan, in Calabria e Basilicata. Nel 2004 è stata anche completata la rete sismica sul vulcano Nyiragongo (Congo). Riguardo a interventi ed esperimenti degli anni precedenti, sono stati pubblicati o sottomessi lavori su varie riviste scientifiche internazionali (si veda la lista delle pubblicazioni).

Nell'ambito del progetto CESIS, a partire da marzo 2004 sono stati organizzati e realizzati i corsi per il personale neo-assunto presso il Centro di Grottaminarda. Dopo oltre due mesi di corsi, il personale ha iniziato a collaborare a pieno regime con il CNT, nella ricerca dei siti della rete sismica e GPS, nelle prove strumentali e nella gestione della sede e dei magazzini. Alla fine del 2004, quasi tutti i 60 siti previsti dal progetto erano stati individuati e circa 15 realizzati. Ancora nel Centro di Grottaminarda, nel corso del 2004 sono state compiute importanti realizzazioni per il centro di calcolo e la rete informatica, per il laboratorio elettronico, per l'acquisizione dei dati, per il laboratorio GIS.

Oltre alle notevoli attività tecnologiche descritte, va rilevato un sensibile aumento della produttività scientifica del CNT, con 55 articoli JCR. Va rilevata una buona collaborazione con ricercatori di altre sezioni INGV e in misura minore di altri enti. I campi di forza della ricerca in ambito CNT sono: la sismologia (studi di zone di faglia, studi della struttura della crosta e del mantello, sismologia vulcanica, lavori metodologici), la geodesia (principalmente cinematica e tettonica attiva, qualche lavoro metodologico), il telerilevamento (tettonica attiva, sviluppo di tecniche e applicazioni ai vulcani).

La distribuzione dei dati e la presentazione delle attività del CNT attraverso il Web è migliorata in alcuni settori (ad esempio MedNet, Sismos), mentre rimane ancora molto da fare nel biennio 2005-2006 per una visione maggiormente aggiornata e unitaria.

Infine, va considerata la positiva entrata a regime della Segreteria e dei Servizi Amministrativi decentrati del CNT, che ha svolto una notevole mole di lavoro (gestione del personale, dei turni di sorveglianza e di reperibilità, ordinativi di spesa, pagamento fatture, lavorazione e liquidazione missioni, gestione decentrata dei progetti esterni e delle convenzioni, servizio di cassa interno) con efficienza e tempestività.

### **1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)**

La tendenza verso l'aumento del rapporto, storicamente basso, tra ricerca sui dati e loro produzione, che aveva penalizzato e tuttora penalizza i ricercatori del CNT, si comincia a vedere. La nuova struttura del CNT, varata a ottobre 2004, dovrebbe consentire di assecondare questa tendenza. Già nel 2004 si sono osservati segnali positivi in questo senso.

Tra le prospettive del CNT nei prossimi due anni, il completamento del sistema delle reti a scala nazionale, sia in campo sismologico (per il quale si può stimare a fine 2004 una realizzazione del 50-60% rispetto al progetto finale) che geodetico (realizzazione a fine 2004 intorno al 20%). Per queste attività si utilizzeranno le risorse DPC e quelle MIUR legate al progetto CESIS.

Una menzione a parte merita la rete MedNet, che potrebbe vedere, oltre allo sviluppo previsto di alcune nuove stazioni in aree del Mediterraneo ancora scoperte, un forte impulso indirizzato al monitoraggio in tempo reale dei terremoti e dei maremoti. Questa circostanza, che potrebbe portare a una rete "Super-MedNet" non è ancora valutabile a causa dell'incertezza dei finanziamenti.

Analogamente, è stata avviata ma ancora solo allo stato di studio di fattibilità, l'estensione delle reti sismologiche in mare a scala nazionale. Anche qui, parte delle risorse saranno ricavate da quelle (DPC) legate al potenziamento delle reti, ma altre ancora andranno reperite.

Nel biennio 2005-2006 verrà inoltre realizzata la nuova struttura della rete sismica di pronto intervento, che andrà a sostituire quella esistente, in funzione dalla fine degli anni '80. Anche per questa, verranno impiegati i fondi della convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile destinati al potenziamento delle reti.

Un'attività prioritaria, avviata alla fine del 2004 ma che vedrà un forte impegno nel 2005-06, è la realizzazione di un Centro Dati unificato per le reti del CNT e delle reti collegate. Per questa attività si utilizzeranno le risorse esistenti, in particolare quelle derivanti dalla convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile relativamente al potenziamento delle reti. Questo "portale dei dati" permetterà l'archiviazione organizzata di tutti i dati prodotti dalle reti sismiche e geodetiche e il loro accesso da parte degli organi di Protezione Civile, dei cittadini e della comunità scientifica.

Parallelamente, verranno migliorate ulteriormente le strutture della Sala di sorveglianza Sismica. Particolare attenzione verrà rivolta alla diffusione via Web dei dati e delle informazioni sui terremoti. Il sito Web del CNT, in sintonia con quanto previsto dal TTC 21, sarà strutturato per riportare efficacemente le elaborazioni automatiche e quelle riviste dai turnisti e dagli interpretatori dei dati.

Tra i progetti prioritari del CNT per il prossimo triennio, molte delle risorse e competenze esistenti verranno dedicate alla creazione delle "Shake Maps" (progetto finanziato dal DPC). Ancora in ambito DPC, ma nel settore vulcanologico, altri progetti in cui il CNT opererà in maniera consistente saranno quello sui Colli Albani e in parte quello su Stromboli. Si proseguirà lo sviluppo delle ricerche finalizzate all'"Early Warning", per ottenere stime rapidissime dei parametri ipocentrali.

Progetti importanti nel campo del Telerilevamento sono stati da poco avviati e verranno avviati nel 2005, sia con finanziamenti europei (EuroRisk) che ASI e MIUR. Verranno proseguiti gli studi basati sull'antenna satellitare NOAA, il cui hardware e software è stato installato e ottimizzato nel 2004.

Infine, va menzionato il possibile avvio del Progetto SICIS (Struttura Interna della Crosta In Sicilia), approvato nel 2003 e finanziato dal MIUR. Pur non conoscendo ancora la data di erogazione dei fondi, questo progetto potrebbe vedere impegnato in maniera consistente il CNT nei prossimi anni.

#### 1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature

Il CNT gestisce un enorme patrimonio di risorse strumentali e infrastrutture, le principali delle quali sono qui riassunte:

- Sala di sorveglianza Sismica;
- Osservatori di Gibilmanna e Grottaminarda;
- Oltre 200 stazioni sismiche permanenti, installate o in corso di installazione sulle varie reti;
- Circa 60 stazioni sismiche portatili (inclusi sismometri, accelerometri, digitalizzatori, ecc.);
- Circa 100 stazioni GPS permanenti (installate o in corso di installazione) e portatili;
- 5 Laboratori elettronici (3 a Roma, 1 a Gibilmanna e 1 a Grottaminarda);
- Sistemi di acquisizione, archiviazione e distribuzione dati;
- Laboratorio Sismos;
- Laboratorio di Telerilevamento (antenna NOAA, strumenti UAV, ecc.);
- Archivio dei Sismogrammi storici (ora a Roma, in corso di realizzazione il nuovo a Gibilmanna).

La dotazione organica al 31 dicembre 2004 consisteva in 138 unità di personale, di cui 37 con contratto a tempo determinato, principalmente su fondi esterni. Dei 101 dipendenti in ruolo, 29 sono Ricercatori, 14 Tecnologi, 47 CTER, 10 OTP, 1 Coll. Amm.vo. Due dei dipendenti in ruolo sono distaccati al CNT dal Dip.to Prot. Civile (Uff. Servizio Sismico Nazionale). Dei 37 a tempo determinato, 19 sono Ricercatori, 4 Tecnologi, 6 CTER, 2 Amm.vi, 6 OTP. A questi si aggiungono 5 borsisti e 7 titolari di Assegni di Ricerca, tutti su fondi esterni. Il personale del CNT è dislocato in 8 sedi (Roma, Grottaminarda, Bologna, Gibilmanna, Ancona, Genova, L'Aquila, Milano).

I finanziamenti a disposizione del CNT nel 2004 ammontavano a circa 3.200.000 €, includendo la quota derivante dalla convenzione INGV-Dip.to Pro. Civ. per il potenziamento delle reti. Di questa cifra sono stati impegnati circa 2.380.000 €, a causa di tagli imposti dall'Amm.ne Centrale negli ultimi mesi dell'anno.

La cifra impegnata ha coperto investimenti tecnologici (1.255.087 €) per la Rete Sismica Nazionale, MedNet, la rete sismica di Pronto Intervento, le reti GPS; realizzazioni di nuovi siti, canoni di locazioni e convenzioni per le reti (312.290 €); materiale per i vari laboratori, incluso quello per la realizzazione delle stazioni sismiche GAIA, prodotte nei laboratori CNT (343.720 €); spese di missioni in Italia, principalmente di servizio (118.230 €) e all'estero (31.278 €); spese per studi e ricerche (110.182 €); manutenzione Hardware (74.133 €) e Software (26.231 €); rinnovo di arredi (53.498 €); corsi di formazione professionale (21.721 €); spese di pubblicazioni, convegni e materiale di consumo per un totale di 33.875 €.

A questi finanziamenti vanno aggiunti quelli del Progetto CESIS: nel 2004 è stata effettuata la gara e il conseguente acquisto dei 60 ricevitori GPS (per circa 500.000 €), è stato realizzato il Centro di calcolo, sono stati acquisiti materiali per i laboratori. Inoltre, tra marzo e maggio 2004 è stato assunto e formato il personale dell'Osservatorio, ora pienamente operativo.

Questi fondi non comprendono le spese per i collegamenti delle reti e quelli per il personale.

## 2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/contratto	Borsisti/assegn./dottor.	
UF1	Laboratorio di Sismologia Sperimentale (LabSis)	Marco Cattaneo	18	---	1.1, 1.4, 3.1, 5.6
UF2	MedNet	Salvatore Mazza	9	---	1.1, 3.1
UF3	Osservatorio Grottaminarda (CESIS)	Giulio Selvaggi	17	3	1.1, 1.9, 3.1, 3.2
UF4	Osservatorio Gibilmanna - OG	Giuseppe D'Anna	5	---	1.1, 1.11, 3.1
UF5	Reti GPS e Geodesia - GPS	Marco Anzidei	10	1	1.9, 3.2
UF6	Laboratorio di Telerilevamento - LabTel	Maria Fabrizia Buongiorno	10	3	1.10, 1.5, 5.3
UF7	Centro Dati e Informazione sui Terremoti - CDIT	Francesco Mele	12	---	5.1, 3.1, 5.6, 5.9
UF8	Sismos	Alberto Micheli	32	---	5.1, 3.1
UF9	Sismologia Sismotettonica e Struttura della Litosfera - SSSL	Claudio Chiarabba	17	4	3.1, 5.4, 5.6
ST1	Servizi Laboratori	Alberto Delladio	Personale delle UF	---	1.1, 1.4
ST2	Servizi Informatici	Lucio Badiali	Personale delle UF	---	1.1, 1.12
---	Segreteria e Servizi Amm.vi	Alessandro Amato	6 (incl. Direttore)	---	---

Le Unità Funzionali elencate sono quelle istituite con decreto del 30 settembre 2004. Fino a quel momento, ha operato la struttura del 2003. La nuova struttura tiene conto dell'aumento considerevole delle attività nel secondo biennio e della necessità di "trasversalizzare" alcune attività, principalmente quelle legate ai Laboratori e agli sviluppi informatici. A questo scopo sono stati costituiti i "Servizi Laboratori" e i Servizi Informatici" che raccolgono e ottimizzano le competenze di tecnologi e tecnici elettronici e informatici appartenenti alla diverse Unità Funzionali, per il mantenimento e lo sviluppo di reti, strumentazione e procedure informatiche.

# Amministrazione Centrale

## 1. Relazione di sintesi del direttore di sezione

Nel presente documento programmatico si delineano le attività svolte nel 2004 nei seguenti ambiti afferenti a due Unità Funzionali e all'Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione:

- Biblioteche (UF Cultura Scientifica)
- Musei (UF Cultura Scientifica)
- Laboratorio Grafica e Immagini (UF Cultura Scientifica)
- Didattica e divulgazione (UF Cultura Scientifica)
- Editoria (UF Cultura Scientifica)
- Sito Web INGV (UF Cultura Scientifica)
- Centro elaborazione dati (UF CED e Reti informatiche)
- Organizzazione tecnico-logistica delle sedi INGV (Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione)
- Predisposizione contratti e convenzioni (Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione)

In particolare:

- l'Unità Funzionale Cultura Scientifica ha dato espressione alle moderne tendenze della comunicazione scientifica, attraverso iniziative per la diffusione delle informazioni a livello didattico, bibliografico e specialistico alle quali un Istituto di ricerca deve rispondere alla luce della crescente sollecitazione della opinione pubblica. Attività che vanno dalla divulgazione delle opere editate dall'Ente, allo sviluppo di iniziative dedicate alla didattica e alle strategie dell'information retrieval proprie dei centri di documentazione.
- L'Unità funzionale Centro Elaborazione Dati e Reti informatiche ha fornito il supporto a tutte le attività e i progetti di ordine scientifico e tecnologico delle sezioni romane dell'INGV.
- L'Ufficio Tecnico Prevenzione e Protezione si compone del Servizio Impianti Tecnologici, del Servizio di Prevenzione e Protezione e del Servizio Elaborazione Planimetrie e ha fornito supporto a tutte le attività scientifiche e tecnologiche dell'Ente.

### 1.1. Obiettivi generali della ricerca della sezione in relazione agli obiettivi del Piano Triennale

Le linee generali di sviluppo delle attività relative all'unità Funzionale Cultura Scientifica hanno dato un grande impulso ai progetti e ai servizi legati all'immagine pubblica dell'ente: sito Web, musei, biblioteche, editoria e attività didattica e divulgativa. Il piano triennale 2004-2006 prevedeva lo sviluppo di queste iniziative relative all'Obiettivo Generale 5 (L'Impegno verso le Istituzioni e la Società – C. - Formazione e Informazione). Il piano triennale 2005-2007 le riorganizzerà nell'Obiettivo Generale 5: L'Impegno verso le istituzioni, e la società e alcune di queste attività confluiranno negli Obiettivi specifici 5.8.19, 5.9.20 e 5.10.21 e in Temi Trasversali Coordinati. Questi ultimi saranno strutture specialistiche con il compito di pianificare e sviluppare progetti e iniziative d'interesse nazionale per i settori scientifici e tecnico-culturali quali il sito Web e l'editoria, le attività di formazione e informazione e le biblioteche.

### 1.2. Sintesi dei risultati più rilevanti della sezione

#### UF Cultura Scientifica

L'Ente ha manifestato la propria visibilità attraverso una serie di iniziative didattico-divulgative che vedono impegnati da anni ricercatori e tecnici. Le attività legate al Gruppo Locale di Indirizzo Divulgazione e Didattica della sede di Roma hanno avuto come obiettivi principali quelli di diffondere la cultura scientifica ed in particolare la geofisica, e di promuovere e valorizzare l'immagine dell'INGV a vari livelli di visibilità. Nel 2004 il Festival della Scienza è stato l'evento culturale di maggior rilievo per l'Ente. La manifestazione si è svolta per la seconda volta a Genova tra ottobre e novembre. L'attività di mediazione culturale svolta dai gruppi locali e a livello nazionale in modo efficace e continuativo, attraverso una pianificazione attenta delle iniziative e del materiale divulgativo, ha contribuito a creare un rapporto di fiducia tra l'opinione pubblica e la comunità scientifica garantendo autorevolezza dell'Ente in questi settori.

Il progetto del settore bibliotecario ha previsto l'organizzazione di un nuovo modello di biblioteca specialistica che sappia coniugare l'integrazione con strutture bibliotecarie nazionali con simili competenze con un moderno servizio di informazioni a disposizione di utenti di vario tipo (specialisti e comuni cittadini). Nel corso dell'anno il catalogo della patrimonio documentario della biblioteca centrale è stato reso consultabile 24 ore su 24 su web all'indirizzo <http://opac.uniroma1.it>.

Il Laboratorio Grafica e Immagini ha assicurato il supporto grafico avanzato alle attività di ricerca dell'Ente. Ha curato la realizzazione grafica progettuale di depliant, brochure, folder, gadgets presentati a manifestazioni pubbliche e convegni scientifici e ha supportato tutte le attività relative al sito web istituzionale. Le attività di alto livello professionale fornite dal

personale del Laboratorio al GLI didattica e divulgazione hanno permesso la preparazione di tutto il materiale divulgativo distribuito all'International Geological Congress di Firenze, composto da un calendario scolastico 2004-2005, da alcune cartoline storiche relative a terremoti ed eruzioni del Vesuvio e dell'Etna e dalla riedizione della carta geologica del Vesuvio di J. Lewis (1894) e la realizzazione del volume "Terremoto" scritto dal Prof. Enzo Boschi e dal Prof. Michele Dragoni (uscita prevista a marzo 2005). Il Laboratorio di Grafica e Immagini ha fornito il supporto completo alle attività di divulgazione del Consorzio per l'attuazione del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide.

#### Centro elaborazione dati (UF CED e Reti informatiche)

Il Centro Elaborazione Dati di Roma ha supportato le attività tecnico-scientifiche delle sezioni romane e ha organizzato una rete VPN tra le sedi di Arezzo, L'Aquila, Via Pinturicchio e Via Nizza (Roma) che permette al personale di accedere a tutti i servizi delle sezioni di Roma. L'UF ha organizzato in collaborazione con il CASPUR un progetto di Mass Storage.

#### Ufficio Tecnico e SPP

L'Ufficio Tecnico e SPP ha curato gli aspetti tecnici e grafici attraverso la stesura di progetti e capitolati speciali prestazionali per la realizzazione della rete sismica e geodetica satellitare (progetto CESIS). L'Ufficio Tecnico e SPP ha garantito nell'arco delle 24 ore il servizio di reperibilità degli impianti tecnologici, effettuando numerosi interventi e ripristinando ogni volta le condizioni sufficienti per permettere il normale svolgimento delle attività lavorative dell'Ente e in particolare il servizio di sorveglianza sismica. L'Ufficio Tecnico e SPP ha garantito l'assistenza tecnica delle infrastrutture della sede di Roma e delle sedi afferenti alle sezioni romane effettuando circa 400 interventi. L'ufficio Tecnico e SPP ha gestito tutti gli adempimenti normativi relativi all'espletamento delle gare di appalto a rilievo nazionale e comunitario dell'Ente, in particolare l'acquisizione di 60 stazioni GPS e il servizio di Tesoreria INGV.

### **1.3. Prospettive di sviluppo (ricerca e risorse)**

Le attività dell'Unità Cultura scientifica saranno organizzate in Temi Trasversali Coordinati Biblioteche, Sito Web ed Editoria e Formazione e Informazione.

L'Ufficio Tecnico e SPP continuerà ad ottimizzare attraverso procedure informatizzate tutti i contratti relativi alle utenze e a fornitori di servizi in genere al fine di ridurre sensibilmente i costi di gestione.

L'Ufficio tecnico e SPP fornirà il necessario supporto hardware e software relativo alle procedure per il progetto esecutivo relativo all'ampliamento della sede di Roma.

Il Servizio Prevenzione e Protezione dell'Ufficio Tecnico SPP, in collaborazione con i Servizi 626 locali, curerà l'elaborazione del documento di valutazione dei rischi durante il lavoro, le schede posto di lavoro e le schede tecniche dei luoghi di lavoro.

L'Ufficio Tecnico SPP curerà gli adempimenti normativi relativi alla prevenzione e sicurezza durante il lavoro per il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide.

Il Laboratorio di Grafica e Immagini continuerà la collaborazione e il supporto alle attività di divulgazione del Consorzio per l'attuazione del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. Il Laboratorio di Grafica e Immagini supporterà tutte le attività dei Temi Trasversali Coordinati Sito Web ed Editoria e Formazione e Informazione (obiettivi specifici 5.9.20 e 5.9.21).

Il Centro elaborazione dati parteciperà alle attività del Tema Trasversale coordinato Reti Informatiche e GRID (obiettivo specifico 1.12.9) e continuerà a supportare con soluzioni tecnologiche di elevato livello tutte le attività scientifiche e amministrative delle sezioni romane.

### **1.4. Principali risorse strumentali e infrastrutture: reti, grandi apparecchiature**

Per queste attività si fa riferimento al TTC Reti Informatiche e GRID (obiettivo specifico 1.12.9).

## **2. Elenco unità funzionali (UF) della sezione**

N.	Nome UF/UP	Responsabile	N. Afferenti		Ob. Spec. di riferimento
			Ruolo/ contratto	Borsisti/ assegn./dottor.	
UF1	CED e reti informatiche	Dott. Quintilio Taccetti	---	---	1.12
UF2	Cultura Scientifica	Dott. Tullio Pepe (ad interim)	---	---	5.8, 5.9, 5.10

# Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti

## 1. Premessa

L'ultimo programma triennale del GNDT ha permesso la realizzazione di prodotti scientifici di altissimo livello ed altresì rappresenta per tutta la comunità scientifica nazionale ed internazionale un esempio di come debba essere gestito un progetto di grande respiro.

Tutte le attività scientifiche condotte in questi anni hanno permesso un notevole avanzamento delle conoscenze di base nei temi della pericolosità, della vulnerabilità e del rischio sismico, grazie ad una costante e proficua collaborazione tra sismologi, geologi, geofisici, ingegneri ed architetti.

La risposta multidisciplinare al problema terremoto che la comunità scientifica nazionale ha saputo fornire in questi anni costituisce un fertile substrato di esperienze e risultati utile per la definizione delle future strategie della ricerca scientifica per la mitigazione del rischio sismico.

Ancora una volta il GNDT ha saputo produrre innovazione e stimoli per le future ricerche, in un clima di concorrenza costruttiva e collaborazione autentica tra i ricercatori e gli enti di ricerca impegnati.

Il monitoraggio continuo delle attività, dalla fase iniziale di presentazione dei progetti a quella finale di verifica dei prodotti, condotta dallo staff di referees nazionali ed internazionali che è stato di sprone per un costante miglioramento dei prodotti e per il raggiungimento degli obiettivi previsti, rappresenta un caso quasi unico nel mondo della ricerca, che ha suscitato interesse per una sua eventuale riproposizione in altri paesi.

### Il Programma Quadro triennale

Il Programma Quadro triennale del GNDT si è ufficialmente concluso il 31 dicembre 2004.

La sua articolazione è avvenuta mediante Progetti Esecutivi annuali, costituiti dai progetti di ricerca sviluppati dalle varie unità operative coinvolte.

Per ogni progetto è stata prevista la figura di un coordinatore scientifico che ha organizzato e strutturato la proposta iniziale e ha curato tutte le fasi di sviluppo del singolo progetto.

Le attività scientifiche previste dal Programma Quadro hanno riguardato i seguenti temi:

- Tema 1: Valutazione del rischio sismico del patrimonio abitativo a scala nazionale.
- Tema 2: Simulazione di eventi sismici e scenari di danno in aree urbane.
- Tema 3: Effetti dei terremoti sull'ambiente fisico e sulle opere infrastrutturali.
- Tema 4: Strategie per la riduzione del rischio sismico.

Tutte le fasi di sviluppo delle ricerche sono state costantemente oggetto di verifica da parte di un Comitato di Valutazione, costituito da:

- Prof. Renato Funicello (Presidente) – Università di Roma Tre
- Prof. Raul Madariaga - Ecole Normale Supérieure di Parigi (Francia)
- Prof. Amr Salah Elnashai – Mid-America Earthquake Center – (USA)
- Prof. Pierre-Yves Bard - Université Joseph Fourier UJF di Grenoble (Francia)

Annualmente il Comitato di Valutazione ha prodotto una relazione conclusiva sull'attività di referaggio contenente i commenti sui risultati dei singoli progetti di ricerca ed i commenti generali sull'andamento del Programma Quadro nel suo complesso.

Le valutazioni sui singoli progetti sono state comunicate ai coordinatori affinché potessero affinare gli obiettivi previsti e le procedure per il loro conseguimento.

Sulla base delle valutazioni e dei suggerimenti del Comitato di Valutazione formulati a seguito della presentazione del primo anno di attività, il Collegio di Gruppo del GNDT deliberò di aumentare il numero di progetti ammessi al finanziamento secondo due diverse strategie:

1. prolungare alcuni progetti annuali, particolarmente interessanti, sino alla fine del Programma Quadro;
2. mettere a bando un nuovo progetto nel tema 1 che riguardasse la vulnerabilità sismica a scala nazionale.

I nuovi progetti vennero sottoposti al giudizio dei quattro referees che ne valutarono sia la congruità scientifica con gli obiettivi del Programma Quadro sia quella finanziaria.

La predisposizione dei nuovi progetti consentì l'integrazione di alcune tematiche e permise di ovviare a lacune presenti nei settori di ricerca inizialmente affrontati.

### Terzo anno di attività

Tutti i ricercatori coinvolti nelle attività dei diversi gruppi di ricerca hanno correttamente rendicontato l'attività svolta nel terzo anno mettendo in luce anche gli obiettivi raggiunti.

Tutte le relazioni redatte dai responsabili di progetto sono state inviate ai referees per un loro giudizio di merito.

Nei giorni 27 e 28 Settembre 2004 si sono svolti gli incontri dei coordinatori dei progetti con il Comitato di Valutazione. In questa occasione, a cui ha partecipato anche un rappresentante del Dipartimento della Protezione Civile, sono stati indicati gli obiettivi raggiunti e sono state verificate le interrelazioni tra i diversi progetti, al fine di procedere ad un confronto dei risultati ottenuti.

La valutazione sui progetti ha evidenziato l'alto livello qualitativo delle ricerche ed un giudizio sostanzialmente positivo dei risultati conseguiti.

Nei giorni 14 e 15 febbraio 2005 si è svolto a Genova il Convegno del Gruppo, che ha dato risalto ai risultati principali conseguiti dai progetti INGV-GNDT biennali e triennali.

Sono state previste n. 42 presentazioni orali ed una sessione poster con n. 33 pannelli.

In merito alle presentazioni orali si è dato particolare risalto:

- ai prodotti delle ricerche messi a punto nell'ambito dei progetti, con particolare riferimento agli aspetti innovativi delle attività svolte ed alla loro immediata fruibilità da parte del Dipartimento della Protezione Civile;
- agli studi che abbiano portato ad una crescita significativa delle conoscenze nei quattro temi del Programma Quadro 2000-2002.

I responsabili dei singoli progetti hanno quindi selezionato un numero di interventi significativi tenendo conto dei prodotti attesi e conseguiti. Per garantire un ampio coinvolgimento e visibilità di tutte le Unità di Ricerca, le altre attività hanno trovato spazio nella sessione poster.

#### *Tema 1: Valutazione del rischio sismico del patrimonio abitativo a scala nazionale*

Nell'ambito del Tema 1 è stato previsto:

1. L'aggiornamento del catalogo storico e strumentale dei terremoti italiani (Progetto Amato e Progetto Gasperini).
2. Una nuova zonazione sismogenetica del territorio nazionale (ZS8), basata su modelli tridimensionali di velocità della crosta della regione italiana (Progetto Amato).
3. L'analisi della deformazione sismica e geodetica (Progetto Amato e Progetto Barzagli).
4. La messa a punto di Leggi di Attenuazione regionalizzate, sia in termini di Intensità che di Accelerazione (Progetto Amato) e la mappatura delle variazioni spaziali in Italia dei coefficienti di attenuazione in termini di intensità (Progetto Gasperini).
5. L'indagine sugli effetti della geologia di superficie sulla pericolosità e la predisposizione di mappe di scuotimento atteso riferite al bedrock (Progetto Amato).

Questi elementi sono stati utilizzati per la redazione della nuova mappa di pericolosità sismica a scala nazionale, elaborata secondo metodi convenzionali dall'Istituto.

6. La preparazione di mappe geologico-strutturali relative ai mari adiacenti all'Italia centro-meridionale. Tali mappe potrebbero essere di ausilio per la simulazione di processi di frana sottomarini sia gravitative che sismo-indotte (Progetto Argnani).
7. L'analisi della vulnerabilità sismica di edifici pubblici, privati e monumentali a scala nazionale. Gli studi di vulnerabilità hanno seguito in parte le indicazioni scaturite dal Dipartimento della Protezione Civile a seguito del terremoto del Molise (31 ottobre 2002), per cui è stata data la priorità ad analisi di vulnerabilità sismica di scuole ed ospedali. Sono stati comunque avviati importanti studi e raccolte di informazioni sulla vulnerabilità sismica dell'edilizia residenziale, delle chiese, dei centri urbani e delle reti infrastrutturali (Progetto Dolce-Zuccaro).

Gli aspetti di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio e dei sistemi urbani garantiscono da subito una prima correlazione tra vulnerabilità e pericolosità sismica che potrebbe portare, a seguito di ulteriori approfondimenti, a nuove mappe di rischio sismico a scala nazionale.

#### *Tema 2: Simulazione di eventi sismici e scenari di danno in aree urbane*

Sono stati creati scenari di scuotibilità e di danno per cinque zone del territorio nazionale:

- Veneto e Friuli Venezia Giulia.
- Liguria occidentale.
- Umbria.
- Campania (Beneventano).
- Sicilia orientale (Catanese).

Mentre i Progetti Cosenza, Riuscetti, Lagomarsino e Maugeri hanno riguardato prevalentemente l'elaborazione di scenari di danno, il progetto Cocco ha definito scenari di scuotibilità basati prevalentemente su dati geofisici e geologici.

Gli scenari di danno sono stati affrontati con approcci diversificati che vanno dalle analisi di pericolosità sismica e scenari di scuotimento, a studi più integrati che hanno visto coinvolte sia discipline geofisiche, geologiche, geotecniche che



l'ingegneria strutturale, mirate alla riduzione della vulnerabilità sismica dell'ambiente costruito (Progetto Cosenza e Progetto Ruscetti), nonché di scenari mirati alla conservazione dei centri storici (Progetto Lagomarsino) e di aree urbane (Progetto Maugeri).

Particolare rilevanza dal punto di vista della vulnerabilità sismica dell'ambiente costruito è apparso il Progetto Cosenza che ha sintetizzato compiutamente tutte le conoscenze a livello territoriale.

Per quanto riguarda i centri storici, di particolare interesse sono risultati gli studi sulla vulnerabilità sismica delle murature storiche, con indagini in sito (Progetto Lagomarsino e Progetto Marchetti).

Al tema 2 può essere associato parzialmente anche il Progetto Marchetti che era stato inizialmente inserito integralmente nel tema 4, per la sua rilevanza nella determinazione di un database relativo all'analisi dettagliata condotta su ogni edificio dei quattro comuni di Montesanto, Roccanolfi, Campi Alto e Castelluccio di Norcia (PG).

#### *Tema 3: Effetti dei terremoti sull'ambiente fisico e sulle opere infrastrutturali*

A questo tema ha aderito un solo progetto (Progetto Calvi), relativo alla vulnerabilità sismica di sistemi infrastrutturali e dell'ambiente fisico.

I prodotti finali hanno previsto la preparazione di monografie relative a:

- Analisi dell'input sismico con diverse metodologie deterministiche e probabilistiche.
- Vulnerabilità sismica dell'ambiente fisico con l'utilizzo di analisi pseudo-statiche e dinamiche e la definizione di linee guida per la riduzione del rischio.
- Sviluppo di un GIS dedicato che potrebbe risultare estremamente utile ai fini di protezione civile.
- Analisi della vulnerabilità sismica delle infrastrutture viarie.
- Analisi della vulnerabilità sismica degli edifici industriali.
- Analisi della vulnerabilità sismica delle dighe in terra.

#### *Tema 4: Strategie per la riduzione del rischio sismico*

A questo tema hanno aderito quattro progetti, due dedicati allo sviluppo di strumenti educativi per le scuole elementari, medie e superiori, finalizzati alla riduzione del rischio sismico, uno relativo alla definizione di linee guida per Enti locali e professionisti ed un altro per la creazione di un sistema d'allarme sismico con un osservatorio sottomarino.

Il Progetto Camassi ha prodotto degli strumenti formativi per il 1° e 2° ciclo della scuola elementare e media, che sono in fase di sperimentazione presso una quindicina di istituti scolastici in tre Regioni italiane (Friuli, Emilia e Calabria). Sono in fase di produzione n. 2 CD-ROM, uno relativo alla formazione al tema della vulnerabilità sismica ed un altro relativo ad un itinerario virtuale alla storia sismica del territorio nazionale.

Il Progetto Silvestrini ha previsto la creazione di una rete di sismografi didattici operante nell'area napoletana. Tale rete ha permesso l'addestramento di giovani all'installazione e gestione di una stazione sismica e all'interpretazione dei dati raccolti. Sono previsti dei CD-ROM da utilizzare presso le scuole.

Il Progetto Marchetti, di cui è già stato tratto per gli aspetti relativi all'analisi degli edifici nei centri storici, ha previsto in questo tema la definizione di linee guida per le indagini e la diagnosi di vulnerabilità di centri storici e la scelta di efficaci tecniche d'intervento.

Il Progetto Beranzoli ha riguardato la realizzazione ed installazione di un osservatorio sottomarino atto al monitoraggio di parametri geofisici d'interesse sismologico, gravimetrico ed oceanografico. Il prototipo dell'osservatorio è stato testato con esiti altamente positivi e strumenti analoghi potranno essere utilizzati per future installazioni in aree marine prossime a zone attive, sia come stazioni remote sia per la creazione di sistemi di allarme sismico.

#### Attività in fase di emergenza e post-emergenza sismica

A seguito della sequenza sismica del Molise (inizio 31 ottobre 2002), il GNDT ha partecipato immediatamente alle attività di supporto tecnico-scientifico per il Dipartimento della Protezione Civile e di rilevamento danni finalizzato ad elaborazioni scientifiche, tramite alcune Unità di Ricerca dei progetti finanziati, alcune unità di personale con contratto di collaborazione professionale ed il personale della Direzione del Gruppo. Le attività di seguito elencate, alcune delle quali si sono protratte fino al 2004, sono state effettuate in collaborazione con altre strutture dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il CNR-D.A.S.T. di L'Aquila, l'Università della Basilicata e l'Università di Napoli:

- Supporto tecnico alle attività dei COM di Larino (CB) e Casalnuovo Monterotaro (FG) nell'ambito della Funzione 9.
- Monitoraggio della sequenza sismica in collaborazione con l'INGV.
- Rilievo vulnerabilità/danno dell'Edilizia Pubblica e Privata nel comune di San Giuliano di Puglia (CB) – il censimento ha interessato più di 500 edifici.
- Rilievo vulnerabilità/danno dei Beni Culturali (chiese e beni storico-artistici) dei comuni interessati dal terremoto.
- Microzonazione Sismica del Comune di Ripabottoni (CB).

I dettagli delle operazioni effettuate e dei risultati degli studi compiuti sono disponibili sul sito web del GNDT (<http://gndt.ingv.it>), nella sezione "Il terremoto del Molise (31 ottobre 2002)".

### Sito web

Nel 2002 la Segreteria Tecnico-Scientifica ha messo a punto ed attualmente gestisce il sito web del GNDT, consultabile all'indirizzo: <http://gndt.ingv.it>.

Le attività tecniche e scientifiche del Gruppo sono state costantemente monitorate dalla Segreteria Tecnico-Scientifica che ha provveduto ad inserire on-line tutti i documenti ufficiali di rendicontazione prodotti dalla Direzione e dai progetti finanziati.

Sono state rese disponibili, in versione integrale, la quasi totalità delle monografie scientifiche prodotte dal Gruppo negli ultimi anni.

Negli ultimi mesi del 2004 è iniziata la pubblicazione on-line dei prodotti messa a punto nei progetti finanziati nell'ambito del Programma Quadro triennale.

### Prospettive future

A seguito degli accordi intercorsi tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Ente presso il quale il GNDT aveva trovato tutela secondo la legge istitutiva dell'ente stesso, nell'ambito del programma triennale 2004-2006 non è previsto uno specifico Programma Quadro per il GNDT così come è stato considerato sino ad oggi. Pertanto, a far data del 31 gennaio 2005 il GNDT termina ogni sua attività e l'attuale Direttore e Collegio di Gruppo decadono.

Tutti gli aspetti scientifici del nuovo programma saranno gestiti direttamente dall'INGV con procedure e temi di ricerca che sono già stati comunicati alla Comunità Scientifica.

## 2. Elenco dei progetti finanziati nel 3° anno di attività (2003-2004)

### Tema 1: Valutazione del rischio sismico del patrimonio abitativo a scala nazionale

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Terremoti probabili in Italia tra l'anno 2000 ed il 2030: elementi per la definizione di priorità degli interventi di riduzione del rischio sismico	<b>A. Amato e G. Selvaggi</b>	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma	245.317	723.040
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO</b>	
A. Amato	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma		156.985	
M. Stucchi	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano		19.112	
G. Biella	CNR-IDPA, Milano		22.735	
L. Peruzza	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste		32.013	
D. Spallarossa	Università di Genova, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse		14.472	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Uno studio per la valutazione della pericolosità derivante da processi geologici sottomarini nei mari italiani: terremoti, maremoti e frane	<b>A. Argnani</b>	CNR-Istituto di Scienze Marine, Bologna	129.114	413.165
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO</b>	
A. Argnani	CNR-Istituto di Scienze Marine, Bologna		67.114	
F. Trincardi	CNR-Istituto di Scienze Marine, Bologna		39.000	
S. Tinti	Università di Bologna, Dipartimento di Fisica		23.000	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 2° anno*	Finanziamento Biennio*
Determinazione dello stile di deformazione e dello stato di sforzo dell'arco calabro	<b>R. Barzaghi</b>	Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento	16.200	54.000
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 2° ANNO*</b>	
R. Barzaghi	Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento		6.000	
B. Benciolini	Università di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale		2.200	
F. Vaccari	Università di Trieste, Dipartimento di Scienze della Terra		4.000	
A. M. Marotta	Università di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra		4.000	

\* il progetto è stato finanziato a partire dal secondo anno di attività del Programma Quadro triennale

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 2° anno*	Finanziamento Biennio*
SAVE – Strumenti Aggiornati per la Vulnerabilità sismica del patrimonio Edilizio e dei sistemi urbani	<b>M. Dolce e G. Zuccaro</b>	Università della Basilicata, Potenza, Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria e Università di Napoli "Federico II", Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT	140.000	345.000
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 2° ANNO*</b>	
M. Dolce	Università della Basilicata, Potenza, Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria		42.700	
G. Zuccaro	Università di Napoli "Federico II", Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT		46.900	
S. Lagomarsino	Università di Genova, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica		25.200	
A. Martinelli	CNR-DAST, L'Aquila		25.200	

\* il progetto è stato finanziato a partire dal secondo anno di attività del Programma Quadro triennale

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 2° anno*	Finanziamento Biennio*
Revisione dei fondamenti teorici e sperimentali delle stime di hazard a scala nazionale	<b>P. Gasperini</b>	Università di Bologna, Dipartimento di Fisica	32.000	64.000
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 2° anno*</b>	
P. Gasperini	Università di Bologna, Dipartimento di Fisica		32.000	

\* il progetto è stato finanziato a partire dal secondo anno di attività del Programma Quadro triennale

Tema 2: Simulazione di eventi sismici e scenari di danno in aree urbane.

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Sviluppo e confronto di metodologie per la valutazione della pericolosità sismica in aree sismogenetiche: applicazione all'Appennino centrale e meridionale	<b>M. Cocco</b>	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma	224.660	671.396
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
M. Cocco	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma		60.000	
E. Priolo	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste		47.000	
A. Zollo	Università di Napoli "Federico II", Dipartimento di Scienze Fisiche		41.899	
P. Suhadolc	Università di Trieste, Dipartimento di Scienze della Terra		12.000	
M. Barchi	Università di Perugia, Dipartimento di Scienze della Terra		10.103	
P. Augliera	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano		33.000	
A. Mazzotti	Università di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra		20.658	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
TRAIANO - Progetto per la stima e la riduzione della vulnerabilità dell'ambiente costruito	<b>E. Cosenza</b>	Università di Napoli "Federico II", Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale	281.465	877.969
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
A. Rovelli	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma		32.087	
G. Iannaccone	Osservatorio Vesuviano, Napoli		25.332	
S. Lagomarsino	Università di Genova, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica		25.332	
E. Cosenza	Università di Napoli, Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale		41.095	
F. Vinale	Università di Napoli, Dipartimento di Ingegneria Geotecnica		42.219	
R. Papa	Università di Napoli, Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio		22.518	
P. Gasparini	Università di Napoli, Dipartimento di Scienze Fisiche		25.332	
G. Magenes	Università di Pavia, Dipartimento di Meccanica Strutturale		22.518	
P. Scandone	Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra		16.886	
T. S. Pescatore	Università del Sannio, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Benevento		28.146	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Analisi di scenario nella Liguria occidentale e soluzioni per la conservazione dei centri storici.	<b>S. Lagomarsino</b>	Università di Genova, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica	227.241	723.040
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
C. Eva	Università di Genova, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse		22.701	
F. Pelli	GEODECO S.p.A., Genova		15.000	
E. Guidoboni	SGA - Storia Geofisica Ambiente, Bologna		22.208	
E. Faccioli	Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale		33.828	
L. Binda	Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale		27.372	
C. Baggio	Università di Roma 3, Dipartimento di Progettazione e Scienze dell'Architettura		24.015	
G. Magenes	Università di Pavia, Dipartimento di Meccanica Strutturale		22.208	
S. Lagomarsino	Università di Genova, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica		38.734	
M. L. Dalai Emiliani	Università di Roma "La Sapienza", Istituto di Storia dell'Arte		21.175	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Scenari dettagliati e provvedimenti finalizzati alla prevenzione sismica nell'area urbana di Catania	<b>M. Maugeri</b>	Università di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale	107.000	516.457
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
M. Maugeri	Università di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale		25.000	
G. Oliveto	Università di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale		14.000	
G. Campo	Università di Catania, Dipartimento di Architettura e Urbanistica		2.000	
G. Lombardo	Università di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche		12.000	
G. Immè	Università di Catania, Dipartimento di Fisica		2.000	
F. Braga	Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica		22.000	
G. Zingone	Università di Palermo, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica		16.000	
E. Priolo	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste		14.000	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Scenari di danno nell'area veneto-friulana	<b>M. Ruscetti</b>	Università di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio	142.026	413.166
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
M. Ruscetti	Università di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio		18.140	

A. Zanferrari	Università di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio	8.200
F. Crosilla	Università di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio	-
C. Modena	Università di Padova, Dipartimento di Costruzioni e Trasporti	69.721
P. Albini	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano	7.747
D. Slejko	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale	34.086
F. Galadini	CNR - Istituto di Geologia ambientale e Geingegneria, Roma	4.132

Tema 3: Effetti dei terremoti sull'ambiente fisico e sulle opere infrastrutturali.

<b>Progetto</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>Finanziamento 3° anno</b>	<b>Finanziamento Triennio</b>
VIA - Riduzione della vulnerabilità sismica di sistemi infrastrutturali e ambiente fisico	<b>G. M. Calvi</b>	Università di Pavia, Dipartimento di Meccanica Strutturale	578.430	1.807.596
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
G. M. Calvi	Università di Pavia, Dipartimento di Meccanica Strutturale		98.600	
R. Galetto	Università di Pavia, Dipartimento di Ingegneria del Territorio		48.610	
R. Giannini	Università di Roma Tre, Dipartimento di Progettazione e Scienze dell'Architettura		45.830	
A. Herrero	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia c/o Università di Napoli "Federico II", Dipartimento di Scienze Fisiche		45.830	
G. Manfredi	Università di Napoli "Federico II", Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale		95.830	
P. E. Pinto	Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica		52.770	
F. Silvestri	Università della Calabria, Dipartimento di Difesa del Suolo "Vincenzo Marone", Montalto Uffugo (CS)		58.330	
F. Vinale	Università di Napoli "Federico II", Dipartimento di Ingegneria Geotecnica		61.110	
A. Capuani	ANAS - Ente Nazionale per le Strade, Centro Sperimentale Stradale di Cesano, Cesano di Roma (RM)		71.520	



Tema 4: Strategie per la riduzione del rischio sismico.

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Progettazione di reti di monitoraggio e allarme in aree marine prospicienti zone ad elevato rischio sismico. Prima realizzazione di un nodo nella Sicilia orientale	<b>L. Beranzoli</b>	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma	188.177	619.747
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
L. Beranzoli	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma		105.625	
C. Faccenna	Università Roma Tre, Dipartimento di Scienze Geologiche		31.800	
F. Gasparoni	Tecnomare S.p.A.		36.152	
G. Neri	Università di Messina, Dipartimento Scienze della Terra		14.600	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 2° anno*	Finanziamento Biennio*
Edurisk 2002 - Educazione al terremoto: un itinerario nella riduzione del rischio	<b>R. Camassi e L. Peruzza</b>	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano e Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale	84.000	175.000
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 2° anno*</b>	
R. Camassi	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano		13.000	
L. Peruzza	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale		66.000	
R. Azzaro	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Catania		5.000	

\* il progetto è stato finanziato a partire dal secondo anno di attività del Programma Quadro triennale

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
Vulnerabilità dei centri storici e dei beni culturali	<b>L. Marchetti</b>	Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e Ambientali	72.304	206.583
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
M. Guccione	Ministero per i Beni e le Attività Culturali ed Ambientali		32.743	
L. Binda	Politecnico di Milano		17.812	
C. Modena	Università di Padova, Dipartimento di Costruzioni e Trasporti		21.749	

Progetto	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno	Finanziamento Triennio
----------	--------------	-----------	-----------------------	------------------------

EDUSEIS: un sismografo didattico come strumento per la formazione e la sensibilizzazione sul rischio sismico	<b>V. Silvestrini</b>	IDIS - Città della Scienza, Napoli	54.229	154.939
<b>UR (responsabili)</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno</b>	
V. Silvestrini	IDIS - Città della Scienza, Napoli		24.790	
E. Balzano	Università di Napoli "Federico II", Dipartimento di Scienze Fisiche		17.043	
J. Virieux	CNRS-GeoAzur, Nizza, France		6.198	
N. Miranda	Istituto ITIS "E. Majorana", Napoli		4.958	
C. Paolantonio	Liceo Scientifico "N. Copernico", Napoli		1.240	

### 3. Giudizi generali espressi dal Comitato di Valutazione dei progetti GNDT

Comments are concerning the closure of this GNDT Program, the doubtful future national programme for Italy and the referee's activities.

All projects lack internal coordination and there is really a general lack of program coordination.

It is recommended that in future programs, if any, that a "coordination" project is created and has financial control over all projects.

The amount of work developed in the GNDT Program is huge and unless some energies are made available to coordinate and harmonize the outcome, the achievements should be re-fragmented and could affect the project group that undertook the sub-tasks, not even the larger project groups.

The educational projects should be coordinated in their own, and within the program. On their own to get products out and continue to improve them and within the program to use the new findings to develop ideas on teaching modules that are suitable to graduate education.

Organize a cross-synthesis of the outputs and learning of all these projects; select a few transverse topics (GIS, processing and analysis of macroseismic intensity data for different purposes - source studies, attenuation studies, site effects, damage and vulnerability assessments -, relevant ground motion parameters for vulnerability estimates, dealing with uncertainties, accounting of site effects in risk analysis, regional ground motion prediction relationships, various classes of hazard maps, numerical modelling of ground motion, vulnerability curves for different levels of investigation, survey forms, vulnerability of "urban systems"...), appoint some reporters to gather and compare the information from all the relevant projects, identify the key advances and remaining issues, have this text reviewed by the corresponding project coordinators and propose some action plans, including recommendations for a future call for proposals. These synthesis comparative texts could then be published and prove to be very useful as reference documents.

- Regional attenuation laws: are derived by a national institute, but are not used for regional studies. Probably indicates a concern about the reliability of those relationships (trade-off between poorly constrained parameters, with no clear physical meaning): should be discussed in the light of large data sets.
- Probabilistic seismic hazard analysis: identify the main sources of uncertainties and try to establish a plan to reduce them (most effective fields of work may not be the most fancy); also discuss why some regional studies (cf. Western Liguria, Vittorio-Veneto) result in significantly different (larger?) hazard values than national scale studies; this may partly indicate a lack of communication or data availability between teams in charge of national studies and those in charge of regional studies and points out the need for some kind of "national data base", freely available to everybody for consultancy and with a simple procedure for including/checking new data.
- Site effects: specific studies systematically lead to significantly to much larger effects than "broad-scale"/nation-wide/code-oriented studies: need for understanding this apparent paradox, which also is a cause of misunderstanding between seismologists, geotechnical engineers and structural engineers. The non-linear issue has received only very poor attention and should be emphasized in further studies, both experimentally and theoretically. Finally, the consequences of site effects have on the phase of ground motion and hence on differential motion are also worth further investigations.
- Synthetic product on Eastern Sicily is convenient and necessary connections and coordinate activities among several groups operating with separate items in the area should be improved. About 1693 event, there are big arguments between the off-shore and in-land locations: organize one specific workshop, identify the key missing observations that would reconcile the viewpoints and launch a program to get these observations.
- Marchetti's dilatometer instrument: looks to be an important development for in-situ measurements of NL parameters, the reliability of which should very carefully assessed, and advertised once proved (cf. comments on Catania's project)
- Vulnerability studies at a national scale were developed under specific request after first year activities in order to improve and complete the original Framework Program. The Committee had a positive evaluation of the obtained results observing, anymore, that a two year activity is too short to produce a complete and full, satisfying product regarding such economic, social and strategic argument.
- Inventory of buildings/LSU data/ISTAT bias: make available in digital format LSU data, validate existing data bases through careful calibration on a few selected areas with accurate field inventory; look for any systematic bias; look into the approaches through satellite or aerial imagery? Compare the different typological classifications and recommend a common one. Also try to come up with one single set of forms corresponding to different detail levels, ensuring that each one is compatible with the other and modify them once major improvements/steps seem mature and accepted: otherwise, every team uses his own modified version and it is impossible to make comparisons from one study to another.
- Vulnerability curves: homogenize the way to estimate them, to enlarge each time dependent scenario, to have a systematic data base and the way they account for site conditions as well.
- Vulnerability of "urban systems": a number of projects address that non-easy issue and a careful comparison work is needed, starting with a semantic clarification: same words may not have the same meaning in different projects – which is understandable as urban systems are very complex!
- Comparison of the various GIS systems developed within each project, harmonization and selection of a "unique" national system on which all the existing and new data should be gathered. This implies that each project should produce a document (if possible with an a priori common format) describing the design, the functionalities, the limitations and the required data layers for its "own" GIS. Discussions and improvements must be conducted however on the way to display uncertainties in GIS maps: nice colour maps may lead the end-user forget about the fuzziness

of contours and borders and the sensitivity to hidden underlying assumptions. The Committee realize it is not an easy task, but it is needed.

- All these results are extremely interesting also outside Italy: the availability of final reports should be as open as possible (on GNDT Web Site).

#### Future hypothetic developments

- Encourage and deepen connexions and two-way exchanges between earth scientists/seismologists and engineers (also within the review committee!).
- Benefit from all the investigations performed on Colfiorito to have it as a test site?
- Earthquake triggered landslides: it is amazing that there is presently, nowhere in the world, one record of ground motion along a sliding slope: it is recommended to have an instrumentation policy to install both single seismological stations on poorly stable slopes at many sites in Italy and dense arrays on a few, carefully selected, close to failure slopes (seismological sensors, strain meters, piezometers, ...): this is absolutely mandatory to assess the reliability of the different methods (simple - pseudo-static - and sophisticated as well) and calibrate some of their parameters.
- Given the length of Italian coasts and the importance of off-shore earthquake hazard, time is ready for routine off-shore, deep-sea observations (northern Sicilia, Liguria, Tyrrhenian sea, ...).
- Educational projects: should find a relay in routine civil protection action and should definitely be continued.
- Permanent GPS observations should be encouraged, although it will provide results only in the long run, these results will be very useful.
- Carefully archive, document and make available all the data bases produced by the different projects; investigate how these data bases can remain alive and be continuously fed by new studies/recordings/results.
- Another last comment concerning the review process: the Referees Committee had fruitful exchanges for the initial review of proposals, as after having read reports and confront any different feeling. It was less productive for the year 2 and 3 reviews, since the Referees Committee had each time exhausting days listening to all the projects and not enough time to really confront respective opinions.

# Gruppo Nazionale per la Vulcanologia

## 1. Premessa

L'obiettivo generale del Programma Quadro del GNV è quello di migliorare il livello di conoscenze sia sui vulcani attivi italiani che sui metodi di sorveglianza e di valutazione della pericolosità in generale, attraverso progetti di ricerca coordinati di alto contenuto scientifico e tecnologico.

In particolare il Programma mira anche a:

- valorizzare l'enorme quantità di dati sperimentali raccolti negli anni recenti sui vulcani italiani, rielaborandoli con tecniche moderni ed integrandoli in modelli multidisciplinari;
- sviluppare gli aspetti di innovazione metodologica e tecnologica per consentire un progresso di conoscenze su aspetti rilevanti per la mitigazione del rischio sui vulcani attivi italiani.

Attraverso un bando pubblicato sul sito WEB del GNV e annunciato per e-mail a tutti i ricercatori del settore, è stato ad essi richiesto di proporre progetti sulle seguenti linee di ricerca generali:

1. SVILUPPO DI METODOLOGIE DI SORVEGLIANZA. La linea di ricerca n.1 riguarda lo sviluppo di metodologie (i) di sorveglianza geofisica (metodi sismici, geodetici e gravimetrici, elettromagnetici e di campi di potenziale), (ii) di sorveglianza geochemica e (iii) per il monitoraggio dell'attività eruttiva.
2. SCENARI ERUTTIVI E VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA'. La linea di ricerca n.2 prevede ricerche finalizzate alla definizione dell'evoluzione del sistema vulcanico dallo stato pre-eruttivo fino all'eruzione. Le ricerche dovranno comprendere (i) la conoscenza della storia eruttiva e magmatica del vulcano, (ii) la conoscenza dello stato attuale del vulcano (iii) la modellizzazione dei processi pre-eruttivi ed eruttivi.
3. DEFINIZIONE DEL RISCHIO, LIVELLI DI ALLERTA E GESTIONE DEL TERRITORIO. La linea di ricerca n.3 prevede lo sviluppo di ricerche dedicate alla definizione del rischio vulcanico e dei livelli di allerta e per la gestione del territorio.
4. SVILUPPO E APPLICAZIONE DI METODI DI TELERILEVAMENTO. La linea di ricerca n. 4 prevede la messa a punto di metodologie innovative legate in generale al telerilevamento. La disponibilità di nuovi sensori, in molti casi montati su satelliti, il loro prevedibile sviluppo nei prossimi anni, rappresentano uno strumento di grande potenzialità per il monitoraggio dei fenomeni connessi con l'attività vulcanica.
5. METODI INNOVATIVI ED INTEGRATI PER LO STUDIO DELLA STRUTTURA DEI VULCANI. La linea di ricerca n.5 prevede lo sviluppo e l'applicazione di metodologie di esplorazione e di analisi che tengano conto della estrema eterogeneità delle strutture vulcaniche e delle particolari condizioni operative nelle quali si è costretti ad operare sui vulcani italiani (alto rumore, alta densità abitativa, ecc.) ed utilizzare metodologie di inversione tridimensionale.
6. INDAGINI SULLE PARTI SOMMERSE DEI VULCANI ATTIVI ITALIANI. La linea di ricerca n.6 prevede indagini sulle parti sommerse dei vulcani italiani.  
La valutazione delle pericolosità, caratteristiche, dimensioni e probabilità d'occorrenza dei fenomeni d'innesco di onde di tsunami, costituiscono dati di fondamentale importanza per le attività rivolte alla prevenzione di tale pericolo.
7. CAMPI FLEGREI. La linea di ricerca n.7 prevede uno studio volto alla definizione del possibile scenario eruttivo e degli associati fenomeni precursori nei Campi Flegrei; considerando che nell'area vivono attualmente circa mezzo milione di persone, e che la città di Napoli si trova pochi chilometri ad est delle bocche eruttive degli ultimi 10.000 anni, questi studi rivestono una rilevanza prioritaria per la Protezione Civile.

### 1.1. Funzionamento del GNV

I progetti presentati sono stati valutati da un Comitato di Valutazione nominato dal Sottosegretario alla Protezione Civile e formato da:

- Enrico Bonatti, Università di Roma La Sapienza
- Domenico Giardini, Department of Geophysics, ETH, Zurigo
- Gudmundur Sigvaldason, Nordic Volcanological Institute, Reykjavik
- Marjorie Wilson, University of Leeds

A partire dal secondo anno, il Presidente dell'INGV, di concerto con il Sottosegretario per la Protezione Civile, ha sostituito Enrico Bonatti con il Direttore del GNV, Paolo Gasparini.

Il Comitato di Valutazione ha avuto il compito di monitorare l'andamento del progetto e ha effettuato finora quattro riunioni a questo scopo.

Per il funzionamento ordinario, il Direttore del GNV è stato coadiuvato da un Collegio di Gruppo, nominato nella riunione del Consiglio Direttivo dell'INGV del 6 marzo 2002 formato da:

- Prof. Paolo Gasparini, Direttore del GNV
- Dott. Ciro Del Negro, coordinatore di progetto triennale INGV-GNV
- Dott. Paolo De Natale, coordinatore di progetto triennale INGV-GNV
- Dott. Paolo Papale, coordinatore di progetto triennale INGV-GNV
- Dott. Salvatore Inguaggiato, Primo ricercatore dell'INGV Sezione di Palermo
- Dott. Warner Marzocchi, Geofisico associato dell'INGV Osservatorio Vesuviano
- Ing. Riccardo Colozza, Funzionario del Dipartimento di Protezione Civile
- Dott. Carmelina De Rosa, Segretaria Verbalizzante del Collegio

Il Collegio si è riunito con frequenza quasi mensile e i verbali delle riunioni sono disponibili sul sito WEB del GNV.

## 1.2. Stato di avanzamento del progetto

Il progetto si è concluso il 31.12.2004. L'Assemblea conclusiva del progetto si è svolta a Napoli il 20-21-22 Dicembre 2004. E' stato realizzato ed è in distribuzione il DVD con gli Atti dell'Assemblea.

Il Comitato di Valutazione ha considerato pienamente soddisfacente lo svolgimento del Progetto, ed i risultati raggiunti. Tale valutazione si è basata sia sulla produttività scientifica che sulla percentuale di raggiungimento degli obiettivi che erano stati previsti.

Alle ricerche inerenti i 19 progetti hanno partecipato più di 300 ricercatori, suddivisi in 133 Unità di Ricerca. Circa 100 ricercatori sono stati impegnati per più di 6 mesi uomo nelle ricerche del Programma Quadro.

## 1.3. Altre attività

Su indicazione del Comitato di Valutazione, il GNV nel corso del terzo anno di attività ha dedicato parte dei fondi di Direzione a finanziare la realizzazione e la pubblicazione dei prodotti e dei risultati del progetto. E' stata promossa inoltre la partecipazione di ricercatori a Congressi internazionali e a Workshop promossi nell'ambito di Progetti o comunque inerenti i temi oggetto del Programma Quadro. Ciò allo scopo di incentivare l'inserimento, soprattutto dei giovani ricercatori, negli ambienti internazionali di ricerca, la visibilità internazionale dell'attività svolta nell'ambito del Programma e il coordinamento nell'ambito dei Progetti e tra Progetti.

**Nel corso del 2004 il GNV ha continuato l'attività di gestione dei Centri Operativi di Vulcano e Stromboli. Interventi di manutenzione sono stati realizzati nei due centri e sono state potenziate e migliorate le sale visitatori, attrezzate con monitor TV, sistemi audiovisivi e posters. Queste attività sono state realizzate con il coinvolgimento di studenti universitari e la turnazione di ricercatori nella gestione estiva delle sale aperte al pubblico. Vi hanno partecipato studenti delle Università di Bari, Messina, Palermo, Pisa e Roma. I Centri hanno svolto la consueta funzione di appoggio logistico per ricercatori e tecnici in attività di ricerca e di monitoraggio.**

## 1.4. Budget di gestione

La Tabella seguente riassume i costi relativi al secondo anno di attività per la gestione del GNV e le altre attività del Gruppo:

	Euro
Attivazione nuovi progetti (include Progetto 19)	41.317
Pronto intervento	51.646
Gestione centri Vulcano e Stromboli	89.347
Funzionamento	206.583
Progetti di Ricerca	2.528.805
<b>Totale</b>	<b>2.917.698</b>

## 2. Elenco dei Progetti finanziati nel 3° anno di attività

### TEMA 1: SVILUPPO DI METODOLOGIE DI SORVEGLIANZA

Progetto 1	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Emissioni gassose diffuse in aree vulcaniche. Aspetti geochimici, strutturali e modelli fisici del processo. Sviluppo di tecniche di monitoraggio	Chiodini Giovanni	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli	90.896	325.368
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Chiodini Giovanni	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		46.456	
Cioni Roberto	Ist. Geocronologia e Geochimica Isotopica CNR, Pisa		2.066	
Mostacci Domiziano	Università di Bologna, Lab. di Ingegneria Nucleare di Montecuccolino		0	
Todini Ezio	Università di Bologna, Dip.to Scienze della Terra e Geologico-Ambientali		15.000	
Quattrocchi Fedora	INGV-Roma1		7.749	
Parello Francesco	Università di Palermo, Dip.to di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazioni		19.625	

Progetto 2	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Sviluppo di un sistema spettroscopico integrato per la rivelazione remota e in continua di gas vulcanici	De Natale Paolo	Istituto Nazionale Di Ottica, Firenze	144.608	464.295
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
De Natale Paolo	Istituto Nazionale Di Ottica – Firenze		64.352	
Gianfrani Livio	Seconda Università di Napoli, Dip.to Scienze Ambientali		49.502	
Oppenheimer Clive	Dept. Geography University of Cambridge		24.752	
Tittel Frank K.	Electrical & Computer Engineering Rice University, Houston, USA		6.002	

Progetto 3	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Innovazione tecnologica ed automazione nelle applicazioni integrate dei metodi elettromagnetici e dei campi di Potenziale in aree vulcaniche attive	Del Negro Ciro	INGV-Sezione di Catania	124.983	405.419

<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>	<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>
Del Negro Ciro	INGV-Sezione di Catania	42.983
Zaja Annalisa	Università di Padova, Dip.to di Geologia, Paleontologia e Geofisica	5.000
Schiavone Domenico	Università di Bari, Dip.to di Geologia e Geofisica	5.000
Meloni Antonio	INGV-Roma2	11.000
Lapenna Vincenzo	Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale del CNR, Potenza	6.000
Nunnari Giuseppe	Università di Catania, Dip.to Elettrico Elettronico e Sistemistico	0
Fedi Maurizio	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra	13.000
Budetta Gennaro	INGV-Sezione di Catania	15.000
Patella Domenico	Università di Napoli, Dip.to di Scienze Fisiche	12.000
Fortuna Luigi	Università di Catania, Dip.to Elettrico Elettronico e Sistemistica	15.000

<b>Progetto 4</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Caratteristiche chimiche ed isotopiche dei gas e delle acque del Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia e Vulcano: valutazione del rischio vulcanico	Stanzione Damiano	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra	20.658	128.081
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Stanzione Damiano	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra		5.500	
Pece Raimondo	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra		5.500	
Tedesco Dario	Università di Caserta, Dip.to di Scienze Ambientali		9.658	

<b>Progetto 5</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Studio Multidisciplinare per la Definizione del Budget di massa e di energia nei vulcani attivi italiani	Valenza Mariano	Università di Palermo, Dip.to di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazioni	147.190	457.064
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Valenza Mariano	Università di Palermo, Dip.to di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazioni		41.323	
Cioni Roberto	Istituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica, CNR –Pisa		5.164	
Allard Patrick	Laboratoire Pierre Sùe CEA -CNRS, Gif Sur Yvette, France		7.746	



Caltabiano Tommaso	INGV-Sezione di Catania	15.492
Vurro Filippo	Università di Bari, Dip.to Geomineralogico	2.582
Gurrieri Sergio	INGV-Sezione di Palermo	25.822
Parello Francesco	Università di Palermo, Dip.to di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazioni	12.911
Favara Rocco	INGV-Sezione di Palermo	25.822
D'Alessandro Walter	INGV-Sezione di Palermo	10.328

TEMA 2: SCENARI ERUTTIVI E VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

Progetto 6	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Studi e constraints su stoccaggi intermedi, risalita e condotti attraverso la modellizzazione dei campi di strain, e tomografia in velocità e attenuazione all'Etna	Bonafede Maurizio	Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Fisiche	123.950	433.824
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Bonafede Maurizio	Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Fisiche		28.406	
Bonaccorso Alessandro	INGV-Sezione di Catania		11.862	
Patanè Domenico	INGV-Sezione di Catania		12.835	
La Rosa Guido	Università di Catania, Istituto di Macchine, Facoltà di Ingegneria		10.650	
Chiarabba Claudio	INGV-CNT, Roma		19.626	
Gresta Stefano	Università di Catania, Dip.to di Scienze Geologiche		16.657	
Neri Giancarlo	Università di Messina, Istituto di Scienze della Terra		14.914	
Privitera Eugenio	INGV-Sezione di Catania		9.000	

Progetto 7	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Pericolosità del vulcano Stromboli	Rosi Mauro	Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra	150.805	520.072
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Rosi Mauro	Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra		29.616	
Pompilio Massimo	INGV-Sezione di Catania		6.197	
Francalanci Lorella	Università di Firenze, Dip.to di Scienze della Terra		16.010	
Serri Giancarlo	Università di Parma, Dip.to di Scienze della Terra		17.560	
Carapezza Maria Luisa	INGV-Roma1		24.407	
Tibaldi Alessandro	Università di Milano Bicocca, Dip.to Scienze Geologiche e Tecnologiche		18.592	
Vettore Antonio	Università di Padova, Centro Interdipartimentale Ricerca Cartografia, Fotogrammetria e SIT		16.214	

Tinti Stefano	Università di Bologna, Dip.to di Fisica	18.076
Marani Michael	Istituto di Geologia Marina CNR, Bologna	4.132

Progetto 8	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Eruzioni Esplosive di Vulcani Attivi Italiani-Scenari Eruttivi, Carte di pericolosità e di Rischio: Vesuvio, Vulcano e Lipari	Santacroce Roberto	Università di Pisa, Dip.to di Scienze della Terra	146.674	464.811
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
De Rosa Rosanna	Università della Calabria, Dip.to di Scienze della Terra		14.572	
La Volpe Luigi	Università di Bari, Dip.to Geomineralogico		31.072	
Mazzuoli Roberto	Università di Pisa, Dip.to di Scienze della Terra		16.572	
Pareschi Maria Teresa	Centro Studi di Geologia Strutturale e Dinamica Appennino, CNR-Pisa		19.072	
Peccerillo Angelo	Università di Perugia, Dip.to di Scienze della Terra		17.572	
Santacroce Roberto	Università di Pisa, Dip.to di Scienze della Terra		16.621	
Sbrana Alessandro	Università di Pisa, Dip.to di Scienze della Terra		16.621	
Scaillet Bruno	CRSCM-CNRS Orleans France		14.572	

Progetto 9	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Scenari eruttivi attraverso ricerche di modellistica fisica e vulcanologia sperimentale	Trigila Raffaello	Università di Roma, Dip.to di Scienze della Terra	328.983	929.622
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Trigila Raffaello	Università di Roma, Dip.to di Scienze della Terra		38.983	
Dragoni Michele	Università di Bologna, Dip.to di Scienze Fisiche		15.000	
Gaeta Francesco	MARS-CNR, Napoli		16.000	
Macedonio Giovanni	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		29.000	
Neri Augusto	CSGSDA, CNR, C/O Dipartimento di Scienze della Terra, Pisa		14.000	
Papale Paolo	INGV-Roma1, Pisa		12.500	

Carroll Michael	Università di Camerino, Dip.to di Scienze della Terra	20.000
Cigolini Corrado	Università di Torino, Dip.to di Scienze Mineralogiche e Petrologiche	14.000
De Vivo Benedetto	Università di Napoli, Dip.to di Geofisica e Vulcanologia	28.000
Dolfi Daniela	Università Roma3, Dip.to di Scienze Geologiche	10.000
Nuccio Mario	Università di Palermo, Dip.to di Chimica e Fisica	29.000
Pompilio Massimo	INGV-Roma 1	14.500
De Natale Giuseppe	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli	32.000
Kilburn Christopher	University College of London, Dep. of Geological Science, UK	22.000
Panza Giuliano	Università di Trieste, Dip.to di Scienze della Terra	24.000
Ripepe Maurizio	Università di Firenze, Dip.to di Scienze della Terra	10.000

Progetto 10	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Studio dei depositi piroclastici dell'Etna finalizzato alla ricostruzione delle principali eruzioni esplosive ed alla valutazione della loro pericolosità e del loro impatto ambientale	Vezzoli Luigina	Università dell'Insubria, Dip.to Scienze Chimiche Fisiche e Matematiche	56.810	180.760
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Vezzoli Luigina	Università dell'Insubria, Dip.to Scienze Chimiche Fisiche e Matematiche		25.307	
Coltelli Mauro	INGV-Sezione di Catania		25.823	
Vigliotti Luigi	Istituto Geologia Marina CNR, Bologna		5.680	

Progetto 18	Responsabile	Afferenza	Finanziamento 3° anno (Euro)	Finanziamento Triennio (Euro)
Pericolosità associata alla risalita di fluidi endogeni nei Colli Albani (Roma)	Renato Funciello	Dip.to di Scienze Geologiche, Uni. Roma Tre	72.304	144.608
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
De Rita Donatella	Dip.to di Scienze Geologiche, Uni. Roma Tre		28.734	
Capelli Giuseppe	Dip.to di Scienze Geologiche, Uni. Roma Tre		10.000	
Carapezza Maria Luisa	INGV-Roma1		33.570	

<b>Progetto 19</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Predisposizione di uno scenario di rischio in caso di eruzione in mare nella zona ad est di Panarea per finalità di protezione civile	Barberi Franco	Dip.to di Scienze Geologiche, Uni. Roma Tre	40.000	40.000

TEMA 3: DEFINIZIONE DEL RISCHIO, LIVELLI DI ALLERTA E GESTIONE DEL TERRITORIO

<b>Progetto 11</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Identificazione e interpretazione dei pattern sismici pre-eruttivi su vulcani effusivi ed esplosivi	Marzocchi Warner	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli	63.524	150.805
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>Finanziamento 3° anno (Euro)</b>	
Marzocchi Warner	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		29.955	
Scandone Roberto	Università Roma3, Dip.to di Fisica		4.648	
Falsaperla Susanna	INGV-Sezione di Catania		6.197	
Piersanti Antonio	INGV-Roma1		22.724	

<b>Progetto 12</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Creazione di Cartografia tematica in aree vulcaniche	Pareschi Maria Teresa	Centro Studi Geologia Strutturale e Dinamica Appennino, CNR-Pisa	0	103.291

TEMA 4: SVILUPPO E APPLICAZIONE DI METODI DI TELERILEVAMENTO

<b>Progetto 13</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Sviluppo ed applicazione di tecniche di telerilevamento per il monitoraggio dei vulcani attivi italiani	Coltelli Mauro	INGV-Sezione di Catania	237.570	779.850
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	
Mazzarini Francesco	Centro Studi Geologia Strutturale e Dinamica Appennino, CNR-Pisa		16.000	
Puglisi Giuseppe	INGV-Sezione di Catania		43.870	
Buongiorno M. Fabrizia	INGV-CNT, Roma		37.180	
Briole Pierre	Institut de Physique du Globe de Paris, France		17.040	
Lanari Riccardo	IREA-CNR, NA		15.490	
Donnadieu Franck	Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Fd, France		14.000	
Borgstrom Sven	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		5.160	
Prati Claudio	Dip.to di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano		12.390	
Baldi Paolo	Università di Bologna, Dip.to di Scienze Fisiche		14.980	
Di Massa Giuseppe	Università della Calabria, Dip.to di Elettronica Informatica e Sistemistica		8.270	
Nunnari Giuseppe	Università di Catania, Dip.to Elettrico Elettronico e Sistemistico		10.320	
Pugnaghi Sergio	Università di Modena, Dip.to Scienze Ingegneria, Sez. Osservatorio Geofisico		18.590	
Achilli Vladimiro	Università di Padova, Dip.to di Arch., Urb. e Rilevamento		7.750	
Marsella Maria	Università La Sapienza di Roma, Dip.to Idraulica, Trasporti e Strade		16.530	

TEMA 5: METODI INNOVATIVI ED INTEGRATI PER LO STUDIO DELLA STRUTTURA DEI VULCANI

<b>Progetto 14</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Metodologie Sismiche Integrate per lo studio della struttura dei vulcani attivi. Applicazione alla caldera dei Campi Flegrei	Zollo Aldo	Università di Napoli, Dip.to di Scienze Fisiche	226.725	601.156
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	
Zollo Aldo	Università di Napoli, Dip.to di Scienze Fisiche		58.876	
Capuano Paolo	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		23.240	
Chiarabba Claudio	INGV-CNT, Roma		29.955	
De Franco Roberto	IDPA-CNR Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, CNR, Milano		32.538	
Priolo Enrico	Osservatorio Geofisico Sperimentale, Trieste		42.865	
Virieux Jean	Univ. Nice-Sophia Antipolis Géosciences Azur CNRS DR20, France		12.395	
Giberti Grazia	Università di Napoli, Dip.to di Scienze Fisiche		12.395	
De Lorenzo Salvatore	Università di Bari, Dip.to di Geologia e Geofisica		7.230	
Musacchio Gemma	INGV – Sezione Milano		7.231	



TEMA 6: INDAGINI SULLE PARTI SOMMERSE DEI VULCANI ATTIVI ITALIANI

<b>Progetto 15</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Conoscenza delle parti sommerse dei vulcani italiani e valutazione del potenziale di rischio vulcanico	Chiocci Francesco Latino	Università di Roma, Dip.to di Scienze della Terra	134.279	619.748
	Marani Michael	Istituto di Geologia Marina CNR, Bologna		
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	
Chiocci Francesco Latino	Università di Roma, Dip.to di Scienze della Terra		32.537	
Marani Michael	Istituto di Geologia Marina CNR, Bologna		41.316	
Tommasi Paolo	Istituto di Ricerca sulla Tettonica, CNR Roma		24.273	
Romagnoli Claudia	Università di Bologna, Dip.to di Scienze della Terra Geol. Ambientali		4.648	
de Alteris Giovanni	Istituto Geomare Sud, CNR Napoli		10.846	
de Vita Sandro	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		7.746	
Senatore M. Rosaria	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra		12.913	
Vezzoli Luigina	Università dell'Insubria, Dip.to Scienze Chimiche Fisiche e Matematiche		0	

## TEMA 7: CAMPI FLEGREI

<b>Progetto 16</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Definizione e zonazione della pericolosità vulcanica della caldera risorgente dei Campi Flegrei e suoi effetti sull'uomo e sull'ambiente	Orsi Giovanni	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli	263.909	873.329
<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>		<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	
Orsi Giovanni	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		33.570	
Carroll Mikael	Università di Camerino, Dip.to di Scienze della Terra		14.461	
D'Antonio Massimo	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra		24.273	
Dellino Pierfrancesco	Università di Bari, Dip.to Geomineralogico		25.823	
Dingwell Donald	University of Munchen, Germany		26.339	
Faccenna Claudio	Università Roma3, Dip.to di Scienze Geologiche		16.527	
Ferrara Giorgio	Ist. Geocronologia e Geochimica Isotopica CNR, Pisa		12.395	
Lanza Roberto	Università di Torino, Dip.to di Scienze della Terra		7.747	
Macedonio Giovanni	INGV-Osservatorio Vesuviano, Napoli		5.165	
Patella Domenico	Università di Napoli, Dip.to di Scienze Fisiche		38.734	
Petrini Riccardo	Università di Trieste, Dip.to di Scienze della Terra		12.911	
Rapolla Antonio	Università di Napoli, Dip.to di Scienze della Terra		12.395	
Sbrana Alessandro	Università di Pisa, Dip.to di Scienze della Terra		12.911	
Zuccaro Giulio	Università di Napoli, Centro Interdipartimentale Ricerca LUPT		20.658	

<b>Progetto 17</b>	<b>Responsabile</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>	<b>Finanziamento Triennio (Euro)</b>
Simulazione di scenari eruttivi ai Campi Flegrei sulla base di studi stratigrafici, di laboratorio e numerici e implicazioni di pericolosità vulcanica	Papale Paolo	INGV – Roma1, Pisa	154.937	379.596

<b>UR responsabili</b>	<b>Afferenza</b>	<b>FINANZIAMENTO 3° ANNO (EURO)</b>
Papale Paolo	INGV – Roma1, Pisa	34.937
Rosi Mauro	Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra	33.200
Romano Claudia	Università di Roma3, Dip.to di Scienze Geologiche	22.000
Neri Augusto	Centro Studi Geologia Strutturale e Dinamica Appennino, CNR-Pisa	16.400
Malcolm J. Rutherford	Brown Univ. RI	15.000
Donald B. Dingwell	IMPG Univ. Munich	6.400
Scarlato Piergiorgio	INGV – Roma 1	27.000

Per quanto concerne i testi delle relazioni annuali del terzo anno si rimanda al sito web del GNV all'indirizzo: <http://gnv.ingv.it>



**S**chede per **O**biiettivo **S**pecifico





## **Obiettivo Specifico: 1.1.**

# **Monitoraggio sismico del territorio nazionale**

### **1. Curatore/i:**

Marco Cattaneo

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

CNT, RM1, NA-OV, MI, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Il monitoraggio sismico del territorio nazionale sta conoscendo una fase di potenziamento e rammodernamento molto intensa. Tale attività, pienamente inquadrata nell'obiettivo 1.1, è stata sviluppata in sinergia con gli obiettivi 1.4 (condivisione di scelte tecnologiche) e 1.9 (condivisione di siti e vettori trasmissivi). In particolare nel 2004 ha subito notevole impulso la conversione in digitale delle reti di monitoraggio sismico, e l'utilizzo di nuove tecnologie di trasmissione dati. Per esempio, per lo sviluppo della parte di rete a trasmissione satellitare, nel corso dell'anno dal CNT sono state installate 13 nuove stazioni e si è provveduto al mantenimento e al miglioramento logistico delle 12 stazioni di questo tipo già installate. Analogamente la Sezione di Catania ha provveduto alla realizzazione di 8 nuove infrastrutture nelle aree tettoniche della Sicilia orientale di competenza (6 in area Iblea e 2 in area Peloritana); tre stazioni a larga banda sono state installate in collaborazione con il progetto CESIS. Sono stati inoltre potenziati gli hub di acquisizione di Roma, Catania e Grottaminarda, giungendo alla configurazione con 4 canali satellitari utilizzati. Sempre nel 2004 si è iniziata la condivisione di segnali di stazioni satellitari tra le sedi di Roma e di Catania. Per le reti a trasmissione terrestre, nel 2004 si è completata positivamente la sperimentazione del sistema RUPA come vettore di collegamento, con il completamento di altre 13 installazioni di questo tipo. Questo tipo di collegamento consente di indirizzare il flusso di dati su più centri di acquisizione: questa tecnica è stata quindi adottata per la condivisione di siti campani tra le sedi di Roma e Napoli, e in futuro troverà altre applicazioni anche con strutture esterne (per esempio Università di Genova nel 2005). Si è stilato un progetto di ulteriore espansione di questa tecnologia, che nel 2005 andrà a sostituire completamente i collegamenti CDN; quest'ultima tecnica di trasmissione nel 2004 ha raggiunto la soglia delle 42 stazioni, con 9 nuove installazioni. Nelle nuove installazioni verrà utilizzata la nuova versione dell'acquisitore GAIA, che ha completato la fase di sviluppo e verifica nel 2004. Il nuovo acquisitore presenta dimensioni e consumi molto più ridotti, semplificando quindi la logistica di installazione e di gestione, in particolare in siti disagiati. La Sezione di Catania nel 2004 ha trasferito quasi tutti i segnali della sottorete Peloritani-Calabria meridionale all'Osservatorio di Lipari. Tali segnali unitamente a quelli della rete Eolie vengono trasferiti via rete GARR a Catania mediante protocollo Earthworm, protocollo usato anche per i collegamenti attivi nel 2004 tra Napoli e Roma. Anche la rete Mednet si è ulteriormente potenziata nel 2004, con l'installazione della nuova stazione di Tirana. Nel 2004 il CNT ha ricevuto in comodato d'uso dal Servizio Sismico Nazionale il parco strumentale delle reti di monitoraggio sismometrico regionale (Mars88/FD): si è provveduto alla conversione di tale strumentazione in Mars88/MC, ossia a controllo centralizzato; questo consentirà di inserire tale strumentazione in un progetto di monitoraggio a scala regionale il cui coordinamento è iniziato nel 2004, in collegamento con l'azione di monitoraggio dell'Italia Settentrionale proseguita dalla sezione di Milano con un totale di 7 stazioni installate. Sempre nel 2004 è stata rinnovata la convenzione triennale tra Regione Marche e INGV per il monitoraggio sismico del territorio nazionale: si è mantenuta in piena funzionalità e sviluppata la rete sismica regionale, portando il numero di stazioni da 13 a 18. I risultati di questo monitoraggio sono stati inseriti nel web regionale. Il monitoraggio sismico è stato inoltre reso più sensibile in aree di interesse particolare, tramite l'installazione di reti temporanee dense: in particolare questi interventi nel 2004 hanno interessato l'Abruzzo, il Veneto, l'Appennino Modenese e il Bresciano (quest'ultima installazione a seguito del terremoto del 24 Novembre). Per la parte di acquisizione centrale, nel 2004 le Sale Sismiche di Roma e di Catania hanno subito una prima fase di rinnovamento e ottimizzazione, con l'introduzione di nuovo hardware e software di acquisizione, memorizzazione, gestione e visualizzazione, rendendo in particolare le procedure di localizzazione automatica e interattiva degli eventi molto più efficienti e speditive. Nella sala sismica di Roma le nuove procedure di acquisizione e localizzazione automatica consentono di ottenere una prima localizzazione a meno di un minuto dall'arrivo delle prime onde P, e una prima stima di magnitudo solitamente entro due minuti. Questa innovazione ha consentito di sperimentare nuove forme di comunicazione eventi con la sala situazioni della Protezione Civile. E' inoltre stata organizzata la acquisizione in continuo di tutti i segnali registrati dalle varie stazioni sismiche, modificando quindi la filosofia di gestione del dato sismometrico. Si sono iniziate le sperimentazioni di gestione di canali accelerometrici "on-demand", ossia con acquisizione locale e recupero a richiesta dei dati in caso di eventi significativi; questa tecnica diventerà standard nel 2005 per tutte le installazioni a trasmissione satellitare.

## 4. Descrizione delle attività

### 4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

- Monitoraggio in tempo reale della sismicità nazionale (circa 4400 terremoti localizzati nel 2004).
- Monitoraggio di dettaglio in tempo reale delle regioni vulcaniche (cfr. TTC4) e delle aree limitrofe (Campania, Sicilia Orientale, Isole Eolie).
- Monitoraggio di dettaglio delle Regioni Marche e Lombardia.
- Apertura della nuova sede di Grottaminarda, avvio effettivo del progetto Cesis, addestramento del nuovo personale del progetto, costituzione del Centro di gestione e acquisizione di Grottaminarda (laboratori, hub satellitare, rete informatica).
- Analisi e revisione di tutta la sismicità registrata, sia su scala nazionale (bollettino sismico nazionale) che regionale (bollettini sismici specifici).
- Mantenimento delle reti di monitoraggio sismico.
- Potenziamento delle reti: ricerca e qualificazione di nuovi siti, con misure di noise specifiche, preparazione logistica dei siti, installazione complessivamente di circa 50 nuove stazioni digitali permanenti.

### 4.2 Metodologie d'indagine

Oltre al contributo dato dal monitoraggio sismico alla ricerca sismologica dell'Istituto nel suo complesso, vanno qui citate alcune metodologie più specifiche al monitoraggio:

- analisi in tempo reale di segnali sismici, picking automatico, calcolo della magnitudo in tempo quasi reale;
- analisi offline di segnali sismici registrati in continuo, detezione automatica di eventi anche a bassissima magnitudo;
- analisi del rumore sismico, procedure speditive di qualificazione di siti idonei alla installazione di stazioni sismiche.

### 4.3 Dati acquisiti

- Sismicità del territorio nazionale (bollettini sismici), in rete sul sito <http://www.ingv.it/~roma/frames/frame-boll.html>.
- Sismicità di dettaglio della Sicilia Orientale, in rete sul sito <http://www.ct.ingv.it/Sismologia>.
- Forme d'onda in continua di tutte le stazioni VBB (Mednet), in rete sul sito <http://mednet.ingv.it> o con programmi specifici di data retrieval (autodrm, netdc).
- Forme d'onda in continua di tutta la rete nazionale.
- Forme d'onda in continua di reti temporanee installate nel corso di esperimenti scientifici o a seguito di eventi significativi (Abruzzo, Veneto, Slovenia, Appennino Modenese, Bresciano).
- Sismicità di dettaglio della Regione Marche, on-line sul sito <http://protezionecivile.regione.marche.it/dbrsm>, e in corso di pubblicazione su CD-ROM.
- Database GEOVES della rete permanente dell'Osservatorio Vesuviano, in parte on-line sul sito <http://www.ov.ingv.it>.
- Database EOLO della rete broadband di Stromboli, on-line sul sito <http://eolo.ov.ingv.it>.

### 4.4 Avanzamenti scientifici

Ovviamente, il monitoraggio sismico rappresenta la fonte principale di dati per molte ricerche sismologiche dell'Istituto. Nell'ambito più direttamente inerente al monitoraggio, nel corso del 2004 gli avanzamenti scientifici più significativi sono stati relativi a:

- Ricerche finalizzate allo sviluppo, alla verifica e all'applicazione di nuove tecnologie e metodologie in ambito sismologico per la sorveglianza (studi e ricerche sismologiche di base e sui precursori di terremoti ed eruzioni).
- Studi e ricerche sui segnali acquisiti dalle nuove stazioni digitali a larga-banda e VBB, finalizzati ad una migliore caratterizzazione dei processi sismogenetici e dei parametri di sorgente dei terremoti.
- Identificazione e caratterizzazione di strutture sismogenetiche.

### 4.5 Avanzamenti tecnologici

#### Sviluppo di nuovi sistemi di acquisizione dati

La stazione GAIA, sviluppata nel Laboratorio Elettronico del CNT, nel 2004 è stata oggetto di una revisione molto profonda, che ha portato al disegno e implementazione di una nuova versione (GAIA2) dotata di caratteristiche di integrazione e funzionalità molto specifiche. La scelta di componenti a montaggio superficiale ha consentito di ridurre notevolmente dimensioni e consumo dell'apparato; le nuove componentistiche hanno consentito di aumentare le capacità (4 o 8 canali di acquisizione a 24 bit, GPS a 12 canali) e di integrare più funzioni su un'unica scheda. Il laboratorio dell'Osservatorio Vesuviano ha sviluppato una nuova scheda di acquisizione digitale a basso consumo, realizzata come modulo del sistema multiparametrico GILDA.



## Sviluppo di nuovi sistemi di acquisizione, analisi in tempo reale, visualizzazione e revisione interattiva della sismicità

Nel 2004 la crescita della complessità del sistema di acquisizione dei segnali sismici ha portato a un ridisegno del sistema di gestione dei segnali. Al momento nella sala sismica di Roma confluiscono vari flussi di dati, con caratteristiche differenti: sono stati creati moduli software appositi di interfacciamento, che permettono a questi flussi di omogeneizzarsi e confluire ad un unico processo di analisi automatica. Questo processo nel 2004 è stato fortemente rinnovato, consentendo di ottenere oltre a localizzazioni progressive sempre più accurate (man mano che fluiscono nuovi dati) anche una prima stima della magnitudo locale in tempi molto ridotti. La visualizzazione avviene in ambiente GIS. Tutto il sistema di acquisizione è completamente ridonato, ossia si hanno due sistemi continuamente operanti in parallelo. Presso l'INGV-CT l'Unità Funzionale Sismologia in collaborazione con l'UF Sala Operativa ha proceduto all'aggiornamento tecnologico dei sistemi hardware necessari alla gestione/trattamento dei dati sismici acquisiti attraverso il nuovo sistema Nanometrics e si è proseguito nello sviluppo di software proprietario relativo alle analisi automatiche (ottimizzazione dei sistemi di localizzazione e calcolo della Magnitudo WA equivalente). Inoltre grazie alla disponibilità di nuovi e più affidabili modelli di velocità in ambiente 3D sono stati anche avviati i primi tests relativi alle localizzazioni automatiche con questi nuovi modelli. L'Osservatorio Vesuviano ha sviluppato nuovi moduli software:

- OVWORM: distribuzione Earthworm per Linux, con varie modifiche;
- DIVARES: sistema di visualizzazione e analisi da remoto di segnali sismici;
- LINDRUM: software per la visualizzazione in tempo reale di dati sismici.

## **5. Prodotti**

### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(26) Azzaro, R., M.S. Barbano, R. Camassi, S. D'Amico, A. Mostaccio, G. Piangiamore and L. Scarfi (2004). The earthquake of 6 September 2002 and the seismic history of Palermo (Northern Sicily, Italy): implications for the seismic hazard assessment of the city, *J. Seismol.*, 8, 4, 525-543.

(31) Barberi, G., M.T. Cosentino, A. Gervasi, I. Guerra, G. Neri and B. Orecchio (2004). Crustal seismic tomography in the Calabrian Arc region, south Italy, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 147, 4, 297-314.

(40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.

(41) Bianco, F., E. Del Pezzo, L. Malagnini, F. Di Luccio and A. Akinci. Separation of depth dependent intrinsic and scattering seismic attenuation in the Northeastern sector of the Italian peninsula, *Geophys. J. Int.* (accepted).

(43) Bisio, L., R. Di Giovambattista, G. Milano and C. Chiarabba (2004). Three-dimensional earthquake locations and upper crustal structure of the Sannio-Matese region (southern Italy), *Tectonophysics*, 385, 1-4, 121-136.

(52) Braun, T., J. Schweitzer, R.M. Azzara, D. Piccinini, M. Cocco and E. Boschi (2004). Results from the temporary installation of a small aperture seismic array in the Central Apennines and its merits for the local event detection and location capabilities, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1557-1568.

(69) Caracausi, A., M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, P.M. Nuccio and A. Paonita. Massive submarine gas output during the volcanic unrest off Panarea Island (Aeolian arc, Italy): inferences for explosive conditions, *Geochem. J.* (accepted).

(70) Carapezza, M.L. and D. Granieri (2004). CO<sub>2</sub> soil flux at Vulcano (Italy): comparison between active and passive methods, *Appl. Geochem.*, 19, 1, 73-88.

(71) Carapezza, M.L., S. Inguaggiato, L. Brusca and M. Longo (2004). Geochemical precursors of the activity of an open-conduit volcano: the Stromboli 2002-2003 eruptive events, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07620.

(72) Caratori Tontini, F. Magnetic anomaly Fourier spectrum of a 3D Gaussian source, *Geophysics* (accepted).

(73) Caratori Tontini, F., P. Stefanelli, I. Giori, O. Faggioni and C. Carmisciano (2004). The revised aeromagnetic anomaly map of Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1547-1555.

(74) Carminati, E., C. Doglioni and S. Barba (2004). Reverse migration of seismicity along thrusts and normal faults, *Earth-Sci. Rev.*, 65, 3-4, 195-222.

(80) Chiaraluce, L., A. Amato, M. Cocco, C. Chiarabba, G. Selvaggi, M. Di Bona, D. Piccinini, A. Deschamps, L. Margheriti, F. Courboux and M. Ripepe (2004). Complex normal faulting in the Apennines thrust-and-fold belt: the 1997 seismic sequence in central Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 99-116.

- (81) Chiaraluce, L., M.R. Barchi, C. Collettini, F. Mirabella and S. Pucci. Connecting seismically active normal faults with Quaternary geological structures in a complex extensional environment: the Colfiorito 1997 case history (Northern Apennines, Italy), *Tectonics* (accepted).
- (86) Cimini, G.B. and A. Marchetti. Deep structure of peninsular Italy from seismic tomography and subcrustal seismicity, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (87) Cimini, G.B., P. De Gori and A. Frepoli. Passive seismology in southern Italy: the saptex array, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (101) Cucci, L., S. Pondrelli, A. Frepoli, M.T. Mariucci and M. Moro (2004). Local pattern of stress field and seismogenic sources in the Pergola-Melandro basin and the Agri valley (Southern Italy), *Geophys. J. Int.*, 156, 3, 575-583.
- (107) D'Amico, S. and V. Maiolino. Local magnitude estimate at Mt. Etna, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (111) de Lorenzo, S., G. Di Grazia, E. Giampiccolo, S. Gresta, H. Langer, G. Tusa and A. Ursino (2004). Source and Qp parameters from pulse width inversion of microearthquake data in southeastern Sicily, Italy, *J. Geophys. Res.*, 109, B7, B07308.
- (126) Di Giovambattista, R. and Y.S. Tyupkin (2004). Seismicity patterns before the M=5.8 2002, Palermo (Italy) earthquake: seismic quiescence and accelerating seismicity, *Tectonophysics*, 384, 1-4, 243-255.
- (142) Faccenna, C., C. Piromallo, A. Crespo-Blanc, L. Jolivet and F. Rossetti (2004). Lateral slab deformation and the origin of the Western Mediterranean arcs, *Tectonics*, 23, 1, TC1012.
- (143) Faenza L., W. Marzocchi, A.M. Lombardi and R. Console (2004). Some insights into the time clustering of large earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1635-1640.
- (172) Giampiccolo, E., S. Gresta and F. Rasconà (2004). Intrinsic and scattering attenuation from observed seismic codas in Southeastern Sicily (Italy), *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 55-66.
- (198) La Rocca, M., D. Galluzzo, G. Saccorotti, S. Tinti, G.B. Cimini and E. Del Pezzo (2004). Seismic signals associated with landslides and with a tsunami at Stromboli Volcano, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1850-1867.
- (217) Marchetti, A., S. Barba, L. Cucci and M. Pirro. Performances of the Italian Seismic Network, 1985-2002: the hidden thing, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (236) Michelini, A. and A. Lomax (2004). Reply to comment by Clifford Thurber and Haijiang Zhang on "The effect of velocity structure errors on double-difference" earthquake location, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 15, L15614.
- (237) Michelini, A. and A. Lomax (2004). The effect of velocity structure errors on double difference earthquake location, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09602.
- (238) Milano, G., D. Di Giovambattista and G. Ventura. Seismicity and Stress field in the Sannio-Matiese area, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (239) Milano, G., R. Di Giovambattista and G. Ventura. The 2001 seismic activity near Isernia (southern Apennines): implications for the seismotectonic of the transition zone between central and southern Apennines (Italy), *Tectonophysics* (accepted).
- (241) Miller, S.A., C. Collettini, L. Chiaraluce, M. Cocco, M. Barchi and M. Kaus (2004). Aftershocks driven by a high pressure CO<sub>2</sub> source at depth, *Nature*, 427, 6976, 724-727.
- (246) Morasca, P., K. Mayeda, L. Malagnini and W.R. Walter. Coda-derived source spectra, moment magnitudes and energy-moment scaling in the Western Alps, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (251) Murru, M., R. Console and A. Lisi (2004). Seismicity and mean magnitude variations correlated to the strongest earthquakes of the 1997 Umbria-Marche sequence (Central Italy), *J. Geophys. Res.*, 109, B1, B01304.
- (253) Musumeci, C., O. Cocina, P. De Gori and D. Patanè (2004). Seismological evidence of stress induced by dike injection during the 2001 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07617.
- (256) Neri, G., G. Barberi, G. Oliva and B. Orecchio (2004). Tectonic stress and seismogenic faulting in the area of the 1908 Messina earthquake, south Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10602.
- (257) Neri, G., G. Barberi, G. Oliva and B. Orecchio. Spatial variations of seismogenic stress orientations in Sicily, south Italy, *Phys. Earth Planet. Inter.* (accepted).

- (289) Pino, N.A., M. Ripepe and G.B. Cimini (2004). The Stromboli Volcano landslides of December 2002: a seismological description, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02605.
- (297) Pondrelli, S., A. Morelli and G. Ekstrom (2004). European-Mediterranean regional centroid-moment tensor catalog: solutions for years 2001 and 2002, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 127-147.
- (310) Rovelli, A., A. Vuan, G. Mele, E. Priolo and E. Boschi (2004). Rarely observed short-period (5–10 s) suboceanic Rayleigh waves propagating across the Tyrrhenian Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 22, L22605.
- (328) Scognamiglio, L., L. Malagnini and A. Akinci. Ground motion scaling in Eastern Sicily, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (333) Sgroi, T., T. Braun, T. Dahm and F. Frugoni. Integration of seismic data from land-based and OBS-stations for the analysis of the seismicity in the Southern Tyrrhenian Sea: the TYDE experiment, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (351) Termini, D., A. Teramo, T. Tuvè and A. Bottari. On the observed intensity filtering in the anisotropic distribution modelling of macroseismic intensity, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (369) Vannucci, G., S. Pondrelli, A. Argnani, A. Morelli, P. Gasperini and E. Boschi (2004). An atlas of Mediterranean seismicity, *Ann. Geophys.*, 47, 1, suppl., 247-306.
- (405) Azzaro, R. (2004). Seismicity and Active Tectonics in the Etna Region: Constraints for a Seismotectonic Model. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), *Geophysical monograph 143*, AGU, Washington D.C., 205-220.
- (419) Gresta, S., H. Langer, M. Mucciarelli, M.R. Gallipoli, S. Imposa, J. Letticia and C. Monaco (2004). The site response in the city of Ragusa-Ibla (Sicily) by using microtremors and strong ground motion simulations. In: *Risk Analysis IV*, C.A. Brebbia (ed.), Wessex Institute of Technology Press, Wessex (U.K.).
- (421) Lombardo, G., R. Rigano, S. Gresta, H. Langer, C. Monaco and G. De Guidi (2004). Evaluation of the Local Seismic Response in the Area of Catania (Italy). In: *Risk Analysis IV*, C.A. Brebbia (ed.), Wessex Institute of Technology Press, Wessex (U.K.).

## 5.2 Altre Pubblicazioni

- Emolo A., Gorini A., Iannaccone G., Zollo A. (2004). Constraints on the source mechanism of the 1930 Irpinia earthquake from simulation of the kinematic rupture process. *Proc. of the workshop on Multidisciplinary Approach to Seismic Risk Problem: The Many Facets of Seismic Risk*, M. Pecce, G. Manfredi and A. Zollo (Eds). (NA)
- Zollo A., Iannaccone G., Emolo A., Lancieri M., Weber E. (2004). The Irpinia fault system as a natural laboratory for earthquake fracture related studies. *Proc. of the workshop on Multidisciplinary Approach to Seismic Risk Problem: The Many Facets of Seismic Risk*, M. Pecce, G. Manfredi and A. Zollo (Eds). (NA)
- Augliera, P., E. D'Alema e S. Marzorati (2004). Data set registrazioni stazioni sismiche INGV-MI: anno 2003, Vers. 1.0. INGV, Milano, DVD. (MI)
- D'Alema, E. (2004). Studio sulla polarità dei sensori Mark L4-3D. Rapporto Tecnico INGV-MI, Milano, marzo 2004, 14 pp. (MI)
- Marzorati, S., E. D'Alema e P. Augliera (2004). Stazioni MARS88-MC: interventi in fase di installazione e monitoraggio delle condizioni di sito. Rapporto Tecnico INGV-MI, Milano, dicembre 2004, 33 p. (MI)

## 5.3 Banche dati

- Sismicità del territorio nazionale: sito <http://www.ingv.it/~roma/frames/frame-boll.html>.
- Sismicità di dettaglio della Sicilia Orientale, sito <http://www.ct.ingv.it/Sismologia>.
- Forme d'onda stazioni VBB (Mednet), sito <http://mednet.ingv.it>.
- Database GEOVES della rete permanente dell'Osservatorio Veuviano, sito <http://www.ov.ingv.it>.
- Sismicità di dettaglio della Regione Marche, sito <http://protezionecivile.regione.marche.it/dbbrsm>.

## 5.4 Prodotti tecnologici

- Software di acquisizione rete nazionale: backnet, locator, sismap, sispick (CNT).
- Software di acquisizione sala sismica Napoli: OVWORM, DIVARES, LINDRUM (NA-OV).
- Software di acquisizione sala sismica Catania (CT).
- Sistema di acquisizione GAIA2 (CNT).

- Sistema di digitalizzazione 4 canali per acquirente GILDA (NA-OV).

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Convenzione Protezione Civile	Enzo Boschi	Dipartimento Nazionale Protezione Civile	CNT, RM1, NA-OV, CT, MI		
Convenzione Protezione Civile Sicilia	Enzo Boschi	Protezione Civile Regione Sicilia	CT		
Progetto PROSIS	Enzo Boschi	MIUR	CNT, CT		
Convenzione Regione Marche	Enzo Boschi	Regione Marche	CNT	270.000	triennale
Convenzione Regione Emilia Romagna	Enzo Boschi	Regione Emilia Romagna	CNT	186.000	triennale
Convenzione Provincia Modena	Enzo Boschi	Provincia di Modena	CNT	52.000	biennale
Retreat	Lucia Margheriti	NSF	CNT, RM1	75.000 USD	triennale
Meridian	Salvatore Mazza	Comunità Europea	CNT	55.000	

## Obiettivo Specifico: 1.2.

# Sorveglianza geochimica delle aree vulcaniche attive

### 1. Curatore/i:

Sergio Gurrieri

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM1, NA-OV, PA, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

La sorveglianza geochimica di un'area vulcanica si basa sull'analisi delle variazioni temporali ed areali di parametri intensivi, quali la composizione chimica ed isotopica delle fasi fluide presenti nella parte più superficiale della crosta terrestre, ed estensivi, quali i flussi di massa e di energia. Il campionamento dei fluidi e la misura in situ dei parametri geochimici avviene mediante strumentazioni spesso sviluppate o modificate nei laboratori INGV, in modo da poter funzionare negli ambienti altamente aggressivi. Negli anni, queste attività hanno determinato approfondimenti notevoli nella conoscenza di ciascuna area vulcanica italiana, il cui risultato più evidente è dato dallo sviluppo di sistemi osservativi e di modelli geochimici interpretativi. Le attività di sorveglianza svolte nel 2004 sono consistite nel monitoraggio di parametri geochimici attraverso sistemi di acquisizione automatica (monitoraggio continuo) e campagne di campionamento e misura nelle principali aree vulcaniche attive italiane (monitoraggio discreto). Ciascuna delle due filosofie di monitoraggio presenta dei vantaggi irrinunciabili sia nell'ambito della sorveglianza che della ricerca. Il monitoraggio continuo è caratterizzato da frequenze di acquisizione elevate; consente di risolvere anomalie temporali di breve durata e di individuare con precisione l'inizio e/o la fine del periodo di anomalia. Il monitoraggio discreto permette invece di acquisire informazioni su un grande numero di parametri geochimici (es. composizione chimica ed isotopica) su vasta scala areale. Per tali motivi le due filosofie di indagine devono essere considerate complementari. Il monitoraggio continuo è stato effettuato tramite stazioni di misura automatica, collegate alle sale di monitoraggio mediante link radio, GSM e reti WIRELESS (Stromboli), ed ha riguardato il flusso di SO<sub>2</sub> nei plume vulcanici e di CO<sub>2</sub> dai suoli ed i parametri chimico fisici negli acquiferi. Le aree vulcaniche monitorate sono: Etna, Vulcano, Stromboli, Vesuvio e Campi Flegrei. Installazioni ridotte e in registrazione locale sono presenti a Panarea e sui Colli Albani. Durante il 2004, le reti di monitoraggio automatico, oltre ad essere state mantenute in efficienza, sono state ampliate per numero di installazioni e per parametri monitorati. L'ampliamento ha riguardato la rete Etna per il monitoraggio della falda e del flusso di CO<sub>2</sub> dai suoli. Nella stessa area è stato inoltre installato un sistema di misura automatico (8 stazioni sul lato orientale) per il monitoraggio del flusso di SO<sub>2</sub> emesso dai crateri sommitali. Un intervento analogo ha interessato la rete Stromboli in cui, oltre al sistema di misura del flusso di SO<sub>2</sub>, è stato anche installato un sistema per il monitoraggio automatico del potenziale spontaneo, della Temperatura e dei tenori di CO<sub>2</sub> nel suolo nell'area fumarolica sommitale. La rete Vesuvio – Campi Flegrei è stata infine potenziata con nuove strumentazione per il monitoraggio delle temperature al suolo (IR termico) e dei flussi totali di CO<sub>2</sub> (Solfatara di Pozzuoli) calcolati attraverso parametri ambientali (Eddy Covariances). Le indagini discrete sono consistite nel:

- Monitoraggio dei gas (fumarolici, nei suoli, gorgoglianti e disciolti in acque naturali).  
In relazione alla tipologia del campione sono stati determinati i tenori di He, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, Stot, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> nonché la composizione isotopica di He, H e O dell'acqua e del C e O nella CO<sub>2</sub>. Attraverso questi dati è possibile determinare la temperatura e la pressione di equilibrio, la genesi e la presenza di varie componenti (atmosfera, magmatica, idrotermale...) e le loro variazioni nel tempo.
- Monitoraggio diretto (filter packs, passive samplers) ed indiretto (COSPEC, FTIR, MiniDOAS) delle specie gassose SO<sub>2</sub>, HCl, HF e CO<sub>2</sub> nei plume dell'Etna e Stromboli.
- Monitoraggio delle acque in cui sono stati determinati i costituenti maggiori, minori ed in tracce.

La frequenza con cui sono state programmate le campagne di misura e campionamento è stata commisurata al livello di attività e di pericolosità per ciascuna area vulcanica. Le aree più attive e potenzialmente pericolose, quali l'Etna, il Vesuvio, lo Stromboli, i Campi Flegrei, Panarea e Vulcano sono state oggetto di indagini mensili ed in alcuni casi quindicinali. Nelle rimanenti aree (Ischia, Pantelleria) gli interventi hanno avuto frequenza trimestrale o inferiore. Durante i periodi di crisi (Etna) la frequenza di campionamento è stata incrementata fino ad oltre quattro campagne al mese ed il numero di siti monitorati è stato quasi raddoppiato. Per il campionamento e la misura dei flussi delle emissioni sottomarine ubicate in prossimità dell'isola di Panarea sono state utilizzate strumentazioni sviluppate presso i laboratori INGV. Anche sui Colli Albani sono state svolte indagini discrete nelle aree in cui, in passato, l'incremento del flusso di CO<sub>2</sub> aveva causato la morte di numerosi animali. Le informazioni acquisite attraverso il monitoraggio sia continuo che

discreto, oltre ad essere state utilizzate per individuare eventuali trend temporali legati al livello di attività di ciascuno dei sistemi vulcanici investigati, sono servite per sviluppare modelli interpretativi riguardanti il processo di essoluzione dei fluidi dal magma a varia profondità, di frazionamento ed interazione dei fluidi con le falde e le rocce incassanti e di trasferimento dei fluidi attraverso le linee di debolezza strutturale. Ad esempio, il modello H<sub>2</sub>O,CO<sub>2</sub>,N<sub>2</sub>,GasNobili messo a punto negli anni passati, attraverso cui è possibile individuare fasi di ricarica magmatica nelle porzioni più profonde dei condotti di alimentazione dell'Etna, è stato esteso alle specie SO<sub>2</sub>,HCl,HF e consente adesso di evidenziare il trasferimento di magma verso porzioni più superficiali dei condotti di alimentazione.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

I sistemi osservativi messi a punto per le aree vulcaniche italiane consistono in installazioni permanenti di strumentazioni automatiche di misura ed attività, svolte periodicamente da personale INGV. Queste ultime consistono in misure dirette di parametri geochimici, campionamenti ed analisi dei fluidi naturali di bassa ed alta temperatura (plume, fumarole, mofete, sorgenti, pozzi). Le aree vulcaniche che dispongono di sistemi automatici di misura sono Etna, Stromboli, Vulcano, Vesuvio e Campi Flegrei. Nel 2004 le reti automatiche sono state mantenute in efficienza e potenziate sia riguardo il numero dei siti che dei parametri monitorati. Riguardo quest'ultimo aspetto le implementazioni hanno riguardato il flusso di SO<sub>2</sub> (UV Scanner a distanza), la pressione totale dei gas disciolti nelle falde acquifere e la misura della temperatura delle emissioni fumaroliche (IR termico a distanza). Parallelamente, i sistemi di elaborazione automatica e visualizzazione dei dati utilizzati nelle sale di monitoraggio sono stati sviluppati sia per far fronte all'incremento della mole dei dati, sia per recepire gli sviluppi acquisiti nell'ambito dello studio dei processi di migrazione dei fluidi nella crosta, di frazionamento ed essoluzione da corpi magmatici. Nell'ambito del monitoraggio discreto, oltre alle aree già menzionate, sono stati monitorati i Colli Albani, Ischia, Pantelleria e le emissioni sottomarine nelle vicinanze dell'isola di Panarea, in cui è stato effettuato il monitoraggio della composizione chimica ed isotopica dei fluidi (acque e gas) e la misura dei flussi di specie gassose.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Grande impegno è stato profuso nello sviluppo di nuove metodologie di misura. I risultati più importanti sono stati ottenuti nei seguenti settori:

- Misura automatica, basata su spettroscopia a distanza, del flusso di SO<sub>2</sub>,HCl,HF nei pennacchi.
- Misura diretta dei rapporti CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S mediante spettrofotometria IR e sensori elettrochimici.
- Misura della pressione assoluta dei gas disciolti in acque naturali.
- Estrazione dei gas disciolti in acque naturali per la determinazione della loro composizione chimica ed isotopica attraverso l'uso di membrane semipermeabili.
- Misura a distanza della temperatura delle emissioni fumaroliche (infrarosso termico).
- Misura in situ della permeabilità dei suoli ai gas; - Misure in situ del flusso di gas in aree fumaroliche tramite tubo di Pitot.
- Misure del flusso di CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O attraverso il metodo Eddy Correlation.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Serie temporali acquisite mediante reti automatiche riguardanti:

- il flusso di CO<sub>2</sub> (Etna, Vulcano, Stromboli, Vesuvio, Campi Flegrei);
- la temperatura fumarolica (Etna, Vulcano, Stromboli, Vesuvio, Campi Flegrei);
- il flusso di SO<sub>2</sub> emesso dai crateri sommitali dei vulcani Etna e Stromboli.

Serie temporali acquisite con frequenza da settimanale a mensile attraverso campagne di misura e di campionamento riguardanti:

- il flusso di CO<sub>2</sub>, il chimismo e la composizione isotopica delle falde acquifere, dei gas fumarolici di bassa ed alta temperatura, dei gas disciolti negli acquiferi di Etna, Vulcano, Stromboli, Vesuvio, Campi Flegrei, nell'area sottomarina di Panarea, Ischia e Pantelleria. Nelle due ultime aree le campagne sono state semestrali;
- la composizione chimica in termini di SO<sub>2</sub>,HCl,HF ed il flusso di SO<sub>2</sub> emesso dall'Etna e dallo Stromboli.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Il modello H<sub>2</sub>O,CO<sub>2</sub>,N<sub>2</sub>,GasNobili sviluppato negli anni passati è stato esteso alle specie HCl HF SO<sub>2</sub> ed è in grado di fornire indicazioni sull'ingresso di nuovo magma nelle porzioni più profonde dei condotti di alimentazione dell'Etna e sulla

migrazione di questo verso le porzioni sommitali. Riguardo l'eruzione dell'Etna del 2001 è stato studiato il meccanismo che ha determinato le fontane di lava, è stata determinata la composizione chimica delle inclusioni vetrose nelle lave. Sviluppo di un modello per il calcolo delle geo-temperature in un reservoir idrotermale, basato sul sistema H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-CO-H<sub>2</sub> che prescinde da assunzioni riguardanti la pressione di vapore e l'esistenza di soluzioni acquose in ebollizione o buffer redox.

Sviluppo di un secondo modello per quantificare i processi di dissoluzione selettiva di una miscela gassosa CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S-N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-He-Ne in acqua marina (Panarea).

In area vesuviana, studi condotti sulle falde acquifere, sulle emissioni fumaroliche e sui gas diffusi dai suoli hanno consentito di modellizzare i processi di interazione gas-acqua-roccia allo scopo di valutare le composizioni originarie dei fluidi profondi e di individuare strutture tettoniche non visibili dalla superficie.

Analisi delle anomalie geochimiche riguardanti l'He, i rapporti He/CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>/HCl, SO<sub>2</sub>/HF ed il chimismo delle falde riscontrate nel periodo a cavallo dell'eruzione 2002-03 dello Stromboli.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

- Sviluppo rete automatica per il monitoraggio delle falde acquifere e dei flussi di CO<sub>2</sub> diffusi dai suoli basate su hardware modulare ed a basso consumo.
- Sviluppo rete automatica per il monitoraggio della temperatura, dei tenori di CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub> e del potenziale spontaneo.
- Stazione sperimentale mobile per la misura dei rapporti CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S.
- Sviluppo rete UV scanner sull'Etna e sullo Stromboli.
- Cablaggio rete wireless per trasferimento dati a larga banda (Stromboli).

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(5) Aiuppa, A. and C. Federico (2004). Anomalous magmatic degassing prior to the 5th April 2003 paroxysm on Stromboli, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 14, L14607.

(6) Aiuppa, A., A. Caleca, C. Federico, S. Gurrieri and M. Valenza (2004). Diffuse degassing of carbon dioxide at Somma-Vesuvius volcanic complex (Southern Italy) and its relation with regional tectonics, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 55-79.

(7) Aiuppa, A., C. Federico, G. Giudice, S. Gurrieri, A. Paonita and M. Valenza (2004). Plume chemistry provides insights into mechanisms of sulfur and halogen degassing in basaltic volcanoes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 2, 469-483.

(8) Aiuppa, A., C. Federico, P. Allard, S. Gurrieri and M. Valenza. Trace metal modelling of groundwater-gas-rock interactions in a volcanic aquifer: Mount Vesuvius (Southern Italy), *Chem. Geol.* (accepted).

(9) Aiuppa, A., M. Burton, F. Murè and S. Inguaggiato (2004). Intercomparison of volcanic gas monitoring methodologies performed on Vulcano Island, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02610.

(10) Aiuppa, A., S. Bellomo, W. D'Alessandro, C. Federico, M. Ferm and M. Valenza (2004). Volcanic plume monitoring at Mount Etna by diffusive (passive) sampling, *J. Geophys. Res.*, 109, D21, D21308.

(11) Aiuppa, A., S. Inguaggiato, A.J.S. McGonigle, M. O'Dwyer, C. Oppenheimer, M.J. Padgett, D. Rouwet and M. Valenza. H<sub>2</sub>S fluxes from Mt. Etna, Stromboli and Vulcano (Italy) and implications for the global volcanic sulfur budget, *Geochim. Cosmochim. Acta.* (accepted).

(15) Allard, P., M. Burton and F. Muré. Spectroscopic evidence for a lava fountain driven by previously accumulated gas phase, *Nature* (accepted).

(18) Alparone, S., D. Andronico, S. Giammanco and L. Lodato (2004). A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna (Sicily, Italy) before the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1-2, 121-140.

(21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002-03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(27) Badalamenti, B., N. Bruno, T. Caltabiano, F. Di Gangi, S. Giammanco and G. Salerno (2004). Continuous soil CO<sub>2</sub> and discrete plume SO<sub>2</sub> measurements at Mt. Etna (Italy) during 1997-2000: a contribution to volcano monitoring, *Bull. Volcanol.*, 66, 1, 80-89.

- (55) Brusca, L., S. Inguaggiato, M. Longo, P. Madonia and R. Maugeri (2004). The 2002-2003 eruption of Stromboli (Italy): evaluation of the volcanic activity by means of continuous monitoring of soil temperature, CO<sub>2</sub> flux, and meteorological parameters, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12001.
- (57) Burton, M., M. Neri and D. Condarelli (2004). High spatial resolution radon measurements reveal hidden active faults on Mt. Etna, *Geophys. Res. Lett.* 31, 7, L07618.
- (58) Caliro, S., A. Caracausi, G. Chiodini, M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, C. Minopoli, P.M. Nuccio, A. Paonita and A. Rizzo (2004). Evidence of a recent input of magmatic gases into the quiescent volcanic edifice of Panarea, Aeolian Islands, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07619.
- (62) Camarda, M., S. Gurrieri and M. Valenza. In situ permeability measurements based on a radial gas advection model: relationships between soil permeability and diffuse CO<sub>2</sub> degassing in volcanic areas, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (66) Capasso, G., M.L. Carapezza, C. Federico, S. Inguaggiato and A. Rizzo. Geochemical variations in fluids from Stromboli volcano (Italy): early evidences of magma ascent during 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (69) Caracausi, A., M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, P.M. Nuccio and A. Paonita. Massive submarine gas output during the volcanic unrest off Panarea Island (Aeolian arc, Italy): inferences for explosive conditions, *Geochem. J.* (accepted).
- (70) Carapezza, M.L. and D. Granieri (2004). CO<sub>2</sub> soil flux at Vulcano (Italy): comparison between active and passive methods, *Appl. Geochem.*, 19, 1, 73-88.
- (71) Carapezza, M.L., S. Inguaggiato, L. Brusca and M. Longo (2004). Geochemical precursors of the activity of an open-conduit volcano: the Stromboli 2002-2003 eruptive events, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07620.
- (82) Chiodini, G., C. Cardellini, A. Amato, E. Boschi., S. Caliro, F. Frondini and G. Ventura (2004). Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07615.
- (83) Chiodini, G., R. Avino, T. Brombach, S. Caliro, C. Cardellini, S. de Vita, F. Frondini, D. Granirei, E. Marotta and G. Ventura (2004). Fumarolic and diffuse soil degassing west of Mount Epomeo, Ischia, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 291-309.
- (84) Chiodini, G., S. Caliro, G. Caramanna, D. Granieri, C. Minopoli, R. Moretti and L. Perrotta. Geochemistry of the submarine gaseous emissions of Panarea (Aeolian Islands, Southern Italy): magmatic vs hydrothermal origin and implications for volcanic surveillance, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (98) Costa, A, G. Macedonio and G. Chiodini. Numerical model of gas dispersion emitted from volcanic sources. *Ann. Geophys.* (accepted).
- (106) D'Alessandro, W., C. Federico, M. Longo and F. Parello (2004). Oxygen isotope composition of natural waters in the Mt. Etna area, *J. Hydrol.*, 296, 1-4, 282-299.
- (151) Federico, C., A. Aiuppa, R. Favara, S. Gurrieri and M. Valenza (2004). Geochemical monitoring of groundwaters (1998-2001) at Vesuvius volcano (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 81-104.
- (153) Fiebig, J., G. Chiodini, S. Caliro, A. Rizzo, J. Spangenberg and J.C. Hunziker (2004). Chemical and isotopic equilibrium between CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in fumarolic gas discharges: generation of CH<sub>4</sub> in arc magmatic-hydrothermal systems, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68, 10, 2321-2334.
- (162) Frondini, F., G. Chiodini, S. Caliro, C. Cardellini, D. Granieri and G. Ventura (2004). Diffuse CO<sub>2</sub> degassing at Vesuvio, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 642-651.
- (272) Paonita, A. Noble gas solubility in silicate melts: a review of experimentation and theory and implications regarding magma degassing processes, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (278) Pecoraino, G., L. Brusca, W. D'Alessandro, S. Giammanco, S. Inguaggiato and M. Longo. Total CO<sub>2</sub> output from Ischia Island volcano (Italy), *Geochem. J.* (accepted).
- (358) Todesco, M, J. Rutqvist, G. Chiodini, K. Pruess and C.M. Oldenburg (2004). Modeling of recent volcanic episodes at Phlegrean Fields (Italy): geochemical variations and ground deformation, *Geothermics*, 33, 531-547.
- (402) Bonaccorso, A., S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.) (2004). *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 369 pp.
- (404) Aiuppa, A., P. Allard, W. D'Alessandro, S. Giammanco, F. Parello and M. Valenza (2004). Magmatic Gas Leakage at Mount Etna (Sicily, Italy): Relationships With the Volcano-Tectonic Structures, the Hydrological Pattern and the Eruptive activity. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 129-145.



## 5.2 Altre Pubblicazioni

Badalamenti, B., Bonfanti, P., Brusca, L., Calderone, L., Capasso, G., Cappuzzo, S., D'Alessandro, W., Di Gangi, F., Diliberto I., S., Favara, R., Federico, C., Francofonte, S., Francofonte, V., Gagliano Candela, E., Giammanco, S., Giudice, G., Grassa, F., Gurrieri, S., Inguaggiato, S., Italiano, F., Longo, M., Madonia, P., Mastrolia, A., Maugeri, R., Paonita, P., Pecoraino, G., Riccobono, G., Rizzo, A., Scaletta, C., Sortino, F., (2004) Sorveglianza geochemica dei vulcani italiani. Relazione annuale sullo stato di attività. (PA)

## 5.3 Banche dati

---

## 5.4 Prodotti tecnologici

Cappuzzo, S., Giudice G. (2004) Datalogger 8+2 canali e scheda per il condizionamento dei segnali a basso consumo, per l'acquisizione automatica di parametri geochemici. (PA)

Gurrieri, S. (2004) Software per la gestione automatica delle reti di monitoraggio acque e gas presenti nelle aree Etna e Piemonte e per la visualizzazione ed elaborazione automatica dei dati - Sala di monitoraggio dei parametri geochemici di Palermo. (PA)

Caltabiano, T., Burton, M., Salerno, G., Murè, F. (2004) Sviluppo di un sistema di monitoraggio UV Scanner per le misure del flusso di SO<sub>2</sub> emesso da vulcani. (CT)

Burton, M. (2004) Analisi automatica in tempo reale dello spettro UV di gas vulcanici. (CT)

Granieri, D., Chiodini G., Avino R. (2004) Stazione micro-meteorologica basata sul metodo della Eddy Correlation per la stima del flusso di CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O da parametri meteorologici. (NA-OV)

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Studio multidisciplinare per la definizione del budget di massa e di energia nei vulcani attivi italiani. Task: Indagini sul degassamento diffuso nell'area Etna	Sergio Gurrieri	GNV	PA	25.822	Relazioni fra tettonica e degassamento nell'area Etna
Studio multidisciplinare per la definizione del budget di massa e di energia nei vulcani attivi italiani. Task: 9 Acquiferi etnei	Walter D'Alessandro	GNV	PA	10.328	Studio degli acquiferi Etnei e dei processi di interazione con i gas profondi
Studio multidisciplinare per la definizione del budget di massa e di energia nei vulcani attivi italiani. Task: Caratterizzazione isotopica delle precipitazioni meteoriche finalizzato alla modellizzazione di acquiferi connessi ad apparati vulcanici	Rocco Favara	GNV	PA	25.822	
Studio delle emissioni gassose nel Comune di Marino	Luca Pizzino	Comune di Ciampino	RM1	10.300	Studio delle emissioni radon dal suolo e misure di concentrazione radon indoor
Thermal Infrared Imagery Monitoring Network (TIIM Net)	Giovanni Chiodini	PON-MIUR	NA-OV	198.096	
Piattaforme Evolute di Telecomunicazioni e di Information Technology per	Giovanni Macedonio	MIUR	NA-OV	52.664	

l'Offerta di Servizi al settore Ambiente (PETIT-OSA)					
---	--	--	--	--	--

## Obiettivo Specifico: 1.3.

# Sorveglianza geodetica delle aree vulcaniche attive

### 1. Curatore/i:

Giuseppe Puglisi

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, NA-OV, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

L'OS 1.3 del PTA 2005-2007 (Sorveglianza Geodetica delle Aree Vulcaniche Attive) raggruppa attività previste all'interno degli OS 1.2 (Sorveglianza e studio delle aree Vulcaniche attive), 1.6 (Sistemi osservativi geodetici) e 1.7 (Telerilevamento) del PTA 2004-2006. In particolare, sono confluite all'interno del OS 1.3 del PTA 2005-2007 tutte le attività di cui al capitolo "Monitoraggio Geodetico" dell'OS 1.2 del PTA 2004-2006 (pagine 13-18), ad esclusione della Gravimetria. Per quanto riguarda l'OS 1.6 e l'OS 1.7 del PTA 2004-2006, solo alcune attività, rispettivamente di batimetria in aree vulcaniche (pagina 35 del PTA 2004-2006) e di Interferometria SAR in aree vulcaniche (pagina 37 del PTA 2004-2006), fanno adesso riferimento al OS 1.3 del PTA 2005-2007. Sulla base di quanto previsto nel PTA 2004-2006, sono qui riportati i principali obiettivi raggiunti nel corso del 2004 dalle Sezioni INGV di Catania (CT), Roma – Centro Nazionale Terremoti (CNT) e Napoli – Osservatorio Vesuviano (OV). Complessivamente gli obiettivi previsti nel PTA sono stati raggiunti ed in alcuni casi superati. Per facilità di esposizione, si è ritenuto utile adottare la suddivisione dell'OS 1.2, opportunamente integrata dai punti presenti negli OS 1.6 ed 1.7 del PTA 2004-2007.

#### Misure altimetriche di precisione

La Sezione INGV-OV ha svolto attività di manutenzione delle reti dei Campi Flegrei e del Vesuvio, migliorandone la configurazione. Inoltre, seguendo la normale programmazione, le reti sono state misurate totalmente, ripetendo con maggiore frequenza alcune aree, adeguatamente selezionate, in base alla dinamica.

#### Misure EDM ed angolari

La Sezione INGV-CT ha condotto campagne di misura su tutte le reti dell'Etna e di Vulcano. A Vulcano è stata avviata la prevista evoluzione di queste reti con la sostituzione dei distanziometri (EDM) con la Stazione Totale; questo permetterà una strutturale integrazione tra le reti geodetiche terrestri e quelle GPS.

#### Clinometria

Nel 2004 sono state potenziate le reti curandone il miglioramento delle geometrie e l'implementazione dei sistemi. In particolare, la Sezione INGV-OV ha potenziato la rete operante nell'area flegrea con l'installazione di altre 3 stazioni, intervenendo anche su alcune stazioni migliorandone la sensibilità e l'affidabilità. Nell'ambito di queste attività è stato installato un idrometro digitale a Torre del Greco, anche per indagare sugli effetti che le variazioni del livello piezometrico possono causare su misure clinometriche. La sezione INGV-CT ha reinstallato il sensore a 10 m nel sito del Pozzo Agip a Vulcano ed ha condotto una manutenzione straordinaria a tutte le stazioni. Inoltre, nell'area etnea la sezione INGV-CT ha avviato l'ottimizzazione del sistema di trasmissione della rete rilocalizzando un ponte radio.

#### Mareometria

La Sezione INGV-OV ha installato altre 2 nuove stazioni mareometriche nell'area napoletana ed ha continuato la sperimentazione di un sensore con trasduttore ad ultrasuoni.

#### Osservazioni GPS

Gran parte delle attività dell'OS 1.3 hanno riguardato questo punto che sarà relazionato suddividendo le attività svolte sulle reti permanenti da quelle sulle reti non permanenti (campagne geodetiche discrete). La Sezione INGV-OV ha incrementato la rete permanente operante nell'area napoletana con la messa in opera di altre 2 stazioni nell'area vesuviana, migliorando la configurazione della rete e potenziando i sistemi automatici di scarico ed elaborazione dei dati. Nell'area Eoliana si è provveduto alla manutenzione straordinaria delle reti permanenti sulle isole di Lipari, Vulcano e Stromboli (Sezione INGV-CT) e sono state installate 2 stazioni permanenti a Lisca Bianca e Panarea (CNT), quest'ultima

in co-gestione con la Rete Nazionale GPS. La Sezione INGV-CT ha installato sull'Etna 6 nuove stazioni permanenti ed ha incrementato il numero di quelle in grado di fornire dati in tempo reale (oggi 9) potenziando di conseguenza i sistemi di alimentazione e trasmissione. Per quanto riguarda le misure discrete, il CNT ha rioccupato la rete non permanente dei Colli Albani. Nell'area flegrea è stata anche condotta una sperimentazione sull'uso della tecnica di misura fast static, utilizzando i percorsi coperti dalla livellazione, per scopi di validazione. Inoltre sono state svolte le programmate campagne di misura nell'area flegrea (Sezione INGV-OV), nelle isole di Lipari-Vulcano e di Vulcano Nord (Sezione INGV-CT), sull'intero Arcipelago eoliano (Sezioni OV e CNT) e due volte sull'isola di Panarea (CNT). Infine, la Sezione INGV-CT ha provveduto alla misura programmata delle reti discrete etnee ed a condurre campagne in aree selezionate, in occasione dell'eruzione iniziata a settembre 2004.

#### Interferometria SAR

Grazie anche a fondi esterni, sono stati aggiornati gli archivi e sono stati potenziati i sistemi per l'elaborazione dei dati SAR nelle varie Sezioni. Questo ha portato ad un'intensa attività di analisi delle immagini ERS ed ENVISAT relative alle aree dei Colli Albani, dei Campi Flegrei e dell'Etna. Su quest'ultimo vulcano la Sezione INGV-CT ha analizzato in tempi brevi (1 mese) i dati relativi all'eruzione iniziata il 7 settembre 2004.

#### Misure di Strain

Sull'Etna l'INGV-CT ha installato una nuova stazione sperimentale estensimetrica sul basso fianco meridionale, attraverso la faglia di Trecastagni.

#### Batimetria

Il CNT ha completato le analisi delle batimetrie ad altissima risoluzione dell'area esalativa di Panarea per la mappatura dei centri esalativi, del campo di fatturazione e per la realizzazione di una carta geologico-strutturale e morfobatimetrica basata su un modello digitale del terreno, strumento indispensabile per lo studio e monitoraggio integrato dell'area e per la interpretazione dei dati di deformazione. Infine, in tutte le Sezioni sono stati potenziati i sistemi informatici per la trasmissione, l'archiviazione, l'elaborazione e la gestione dei dati geodetici.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

I sistemi di monitoraggio geodetico sono presenti in tutte le aree vulcaniche attive italiane; C. Albani, C. Flegrei, Vesuvio, Ischia, Isole Eolie, Etna e Pantelleria. I sistemi sono raggruppati in Reti Permanenti, Reti Discrete, Sistemi d'Interferometria SAR (InSAR) e Reti complementari. Le reti di stazioni di misura Permanenti forniscono i parametri geodetici in modo continuo mentre quelle Discrete sono misurate periodicamente al fine di ottenere la deformazione, per confronto con le precedenti misure. Le R. Permanenti, garantiscono un'informazione temporale adeguata a seguire i fenomeni, ma scarsa risoluzione spaziale, perciò necessitano di R. Discrete per garantire un buon dettaglio areale. Negli anni '90 l'introduzione dell'InSAR ha incrementato il dettaglio areale; questa tecnica derivata dal telerilevamento si è affiancata a tecniche geodetiche classiche con cui oggi costituiscono un unico sistema di monitoraggio multiparametrico. I dati delle 50 stazioni permanenti GPS sono elaborati secondo procedure automatiche o semi-automatiche, basate su SW avanzati, che forniscono una soluzione giornaliera. In alcune stazioni a Stromboli e all'Etna i dati sono elaborati anche in tempo-reale, mediante appositi SW; in questi siti l'evoluzione della deformazione è seguita con frequenze confrontabili con quelle sismiche (1Hz). A Stromboli vi è un sistema basato su una Stazione Totale Robotizzata per il monitoraggio della Sciara del Fuoco (48 dati/giorno). Le 31 stazioni permanenti clinometriche acquisiscono i dati con una frequenza media di 1/30 minuti. Il monitoraggio permanente mareografico è oggi sviluppato nel Golfo di Napoli dove esiste una rete di 7 mareografi. Le R. Discrete GPS sommano a quasi 250 capisaldi distribuiti sui vulcani italiani, misurati in media una volta l'anno. Queste reti sono collegate a quelle discrete altimetriche ed EDM. Le reti altimetriche sommano a oltre 1600 capisaldi per uno sviluppo lineare di quasi 1000 km. Solo ai C. Flegrei la frequenza è annuale, mentre negli altri casi avviene ogni 2-3 anni. Sull'Etna le tre reti EDM, per un totale di 44 vertici, sono misurate annualmente. Le R. meteo e idrometriche (dati complementari) permettono un filtraggio dei dati clino o di modellare gli effetti perturbativi su altri dati geodetici.

### **4.2 Metodologie d'indagine**

I dati forniti dai sistemi osservativi sono analizzati con tecniche dirette ed inverse, per caratterizzare la deformazione dell'area monitorata e per la stima dei parametri delle sorgenti deformative. Modelli analitici (p.e. equazioni del tensore di strain valide per deformazioni infinitesime, o modelli di Mogi per le camere magmatiche) consentono un'indagine di primo ordine che, sebbene semplificata, è spesso sufficiente a definire utili modelli concettuali di funzionamento dei vulcani, specie se vincolati a dati multiparametrici (p.e. GPS e/o SAR e/o livellazione). Spesso le analisi si evolvono verso modelli analitici più complessi o approcci numerici. In quest'indagine di secondo ordine si affronta il ruolo della reologia, delle discontinuità e della topografia sullo stato deformativo e si analizza il campo di sforzi indotto da dislocazioni. Infine, con tecniche analitiche e numeriche, si conducono studi su modelli di trasferimento di sforzo tra faglie tettoniche e strutture vulcaniche.

### 4.3 Dati acquisiti

Tutti i dati acquisiti dai sistemi osservativi sopra descritti sono sottoposti a procedure di validazione e archiviati in appositi database, la cui gestione è automatizzata nel caso delle reti permanenti. Quindi, per ciascuna area monitorata, esistono in ogni Sezione di riferimento, archivi relativi alle reti di monitoraggio, incluso i sistemi InSAR.

### 4.4 Avanzamenti scientifici

Nel 2004 le attività geodetiche sui vulcani hanno portato ad un miglioramento dei metodi di analisi, e delle conoscenze sulla dinamica e sulla struttura di molte aree vulcaniche. È stato definito un approccio d'inversione numerica di dati SAR e geodetici ed uno per il calcolo del Tensore di Strain 3D, ed è stata studiata una tecnica di tipo Bayesiano per l'analisi di dati di livellazione in aree vulcaniche. Sono stati studiati gli effetti non lineari prodotti dalla presenza di discontinuità strutturali sul campo deformativo in aree calderiche ed applicato un metodo agli elementi finiti per la modellazione degli effetti di un dicco. Nell'area dei Colli Albani la modellazione dei dati SAR ed altimetrici ha individuato delle sorgenti sotto a Nemi ed Albano. Il modesto episodio di sollevamento che ha interessato i Campi Flegrei nel corso del 2000, è stato oggetto di studi differenti che hanno permesso un confronto tra i rispettivi modelli interpretativi. Le deformazioni flegree nella fase acuta del 1982-1984 sono state interpretate con una modellazione 3-D, che include gli effetti della topografia. La dinamica dell'evento parossistico di Stromboli del 5/3/05 e la struttura del sistema di alimentazione dei crateri sono state investigate grazie all'analisi dei dati della rete GPS in tempo-reale. A Panarea è stata realizzata la prima carta morfobatimetrica ad altissima risoluzione della zona esalativa; le deformazioni misurate dalla rete locale GPS sono state attribuite a dinamiche locali e regionali. La continua attività dell'Etna ha offerto spunto per ricerche finalizzate a comprenderne la dinamica e l'assetto strutturale. Gli studi relativi al periodo di ricarica post-eruzione 1991-93, analizzato con dati GPS e SAR, hanno permesso di definire dinamiche e strutture delle vie di risalita del magma e le principali discontinuità strutturali che guidano i movimenti del versante orientale. Sono state analizzate le fasi preparatorie dell'eruzione del 2001, integrando dati geodetici, sismologici e geologici, e gli effetti di questo evento su alcune strutture di primo ordine del vulcano, modellando dati GPS, clinometrici ed estensimetrici. Dati geodetici sono stati anche utili per lo studio delle fasi preparatorie dell'eruzione del 2002-03. Sono stati analizzati dati meteo di supporto alla rete clino di M. Melbourne.

### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(35) Beauducel, F., G. De Natale, F. Obrizzo and F. Pingue (2004). 3-D modelling of Campi Flegrei ground deformations: role of caldera boundary discontinuities, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1329-1344.

(38) Berrino, G. and U. Ricciardi (2004). Far-field gravity and tilt signals by large earthquakes: real or instrumental effects?, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1379-1397.

(46) Bonaccorso, A., E. Sansosti and P. Berardino (2004). Comparison of integrated geodetic data models and satellite radar interferograms to infer magma storage during the 1991-1993 Mt. Etna eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1345-1357.

(47) Bonaccorso, A., S. D'Amico, M. Mattia and D. Patanè (2004). Intrusive mechanism at Mt Etna forerunning the July-August 2001 eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1469-1487.

(48) Bonforte, A., F. Guglielmino, M. Palano and G. Puglisi (2004). A syn-eruptive ground deformation episode measured by GPS, during the 2001 eruption on the upper southern flank of Mt. Etna, *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 366-341.

(168) Gambino, S. (2004). Continuous dynamic response along a pre-existing structural discontinuity induced by the 2001 eruption at Mt. Etna, *Earth Planets Space*, 56, 4, 447-456.

(169) Gambino, S. Air and permafrost temperature at Mt. Melbourne (1989-1998), *Antarct. Sci.* (accepted).

(201) Lanari, R., P. Berardino, S. Borgström, C. Del Gaudio, P. De Martino, G. Fornaro, S. Guarino, G.P. Ricciardi, E. Sansosti and P. Lundgren (2004). The use of IFSAR and classical geodetic techniques for caldera unrest episodes: application to the Campi Flegrei uplift event of 2000, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 247-260.

- (226) Mattia, M., M. Rossi, F. Guglielmino, M. Aloisi and Y. Bock (2004). The shallow plumbing system of Stromboli Island as imaged from 1 Hz instantaneous GPS positions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 24, L24610.
- (259) Neri, M., V. Acocella, B. Behncke, V. Maiolino, A. Ursino and R. Velardita. Contrasting triggering mechanisms of the 2001 and 2002-2003 eruptions of Mount Etna (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (261) Obrizzo, F., F. Pingue, C. Troise and G. De Natale (2004). Bayesian inversion of 1994-1998 vertical displacements at Mt. Etna: evidence for magma intrusion, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 935-946.
- (262) Occhipinti, R., M. Elia, A. Bonaccorso and G. La Rosa (2004). Finite element analysis of ground deformation due to dike intrusion with applications at Mt. Etna volcano, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1541-1546.
- (287) Pietrantonio, G. and F. Riguzzi (2004). Three-dimensional strain tensor estimation by GPS observations: methodological aspects and geophysical applications, *J. Geodyn.*, 38, 1, 1-18.
- (298) Pondrelli, S., C. Piromallo and E. Serpelloni (2004). Convergence vs. retreat in Southern Tyrrhenian Sea: insights from kinematics, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06611.
- (300) Puglisi, G. and A. Bonforte (2004). Dynamics of Mount Etna Volcano inferred from static and kinematic GPS measurements, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11404.
- (316) Salvi, S., S. Atzori, C. Tolomei, J. Allievi, A. Ferretti, C. Prati, F. Rocca, S. Stramondo and N. Feuillet (2004). Inflation rate of the Colli Albani volcanic complex retrieved by the Permanent Scatterers SAR interferometry technique, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 12, L12606.
- (332) Serpelloni, E., M. Anzidei, P. Baldi, G. Casula and A. Galvani. Crustal velocity and strain-rate fields in Italy and surrounding regions: New results from the analysis of permanent and non-permanent GPS networks, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (362) Troise, C., G. De Natale and F. Pingue (2004). Non-linear effects in ground deformation at calderas due to the presence of structural discontinuities, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1513-1520.
- (406) Bonaccorso, A. and P.M. Davis (2004). Modeling of Ground Deformation Associated with Recent Lateral Eruptions: Mechanism of Magma Ascent and Intermediate Storage at Mt. Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 293-306.
- (407) Bonaccorso, A., O. Campisi, G. Falzone, and S. Gambino (2004). Continuous Tilt Monitoring: Lesson Learned From 20 Years Experience at Mt. Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 307-320.
- (429) Puglisi, G., P. Briole and A. Bonforte (2004). Twelve Years of Ground Deformation Studies on Mt. Etna Volcano Based on GPS Surveys. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 321-341.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

- Guglielmino F., M. Coltelli e G. Puglisi. Test for applying SAR Interferometry on the Nyiragongo area: preliminary results, Quaderni di Geofisica (In stampa). (CT)
- Barzaghi R., A. Borghi, M. Crespi, G. Pietrantonio e F. Riguzzi (2004). GPS permanent network solutions: the impact of temporal correlations. Proceedings of V Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy, Matera 17-21 Giugno, IAG Symposia, Springer, vol. 127, 179-183. (CNT)
- Berardino P., S. Borgström, C. Del Gaudio, P. De Martino, G. Fornaro, S. Guarino, R. Lanari, G.P. Ricciardi e E. Sansosti (2004). Geodetic/SAR monitoring of Campi Flegrei caldera: the 2000 uplift event. Atti del Mid Term Meeting del Progetto Triennale GNV "Telerilevamento, Catania, 24-25 Gennaio 2002, "Atti e Convegni" (nuova collana INGV) (In stampa). (NA)
- Borgström S., F. Casu, C. Del Gaudio, P. De Martino, P.A. Euillades, P. Grosse, M. Manzo, G.P. Ricciardi, C. Ricco, V. Siniscalchi, G. Zeni e R. Lanari, (2004). Geodetical monitoring of the Phlegrean Volcanic District (Naples. Italy). Atti del 5th Int. Symp. on Eastern Mediterranean Geology, Salonicco 15-18 Aprile 2004, su CD-ROM (Ref.T7-15). (NA)
- Capuano P, B. Buonocore, U. Tammara, F. Obrizzo, A. La Rocca, S. Pinto, A. Russo, F. Di Sena e F. Pingue F. (2004). Caratteristiche spettrali delle variazioni del livello marino delle baie di Napoli e Pozzuoli. Atti Convegno ASITA 2004, Roma, Vol. I, 615-620. (NA)

Coltelli M., G. Puglisi, F. Guglielmino e M. Palano. Application of Differential Sar Interferometry for Studying Eruptive Event Of 22 July 1998 at Mt. Etna. In Proc. of the GNV Project "Development and Application of Remote Sensing Methods for the Monitoring of Active Italian Volcanoes: mid-term meeting, 24-25 Jan. 2002, edited by Coltelli M., "Atti e Convegni" (nuova collana INGV) (in stampa). (CT)

Lundgren P., P. Berardino, M. Coltelli, G. Fornaro, R. Lanari, G. Puglisi, E. Sansosti e M. Tesauro. Report on observations and modeling of couplet magma chamber inflation and flank motion on Mt. Etna volcano, in Proc. of the GNV Project "Development and Application of Remote Sensing Methods for the Monitoring of Active Italian Volcanoes: mid-term meeting, 24-25 Jan. 2002, edited by Coltelli M., "Atti e Convegni" (nuova collana INGV) (in stampa). (CT)

Pugliano G., F. Obrizzo, F. Pingue, V. Sepe, P. Alves, G. Lachapelle (2004). Monitoring the Neapolitan Volcanic Area Using an Advanced Multiple Reference Station RTK DGPS Technique, in "Proc. of the 17th Int. Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation – (ION) GNSS 2004", Long Beach (USA), September 2004, 1703-1712. (NA)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

Pierantonio G. e F. Riguzzi, (2004). SW per la stima del tensore di strain dai dati GPS, sviluppato in Fortran77 (STRAINGPS).

Guglielmino F., Nunnari G. e Puglisi G., (2004). SW d'inversione di mappe di deformazione (interferogrammi InSAR e vettori GPS), sviluppato in ambiente Matlab, basato sugli Algoritmi Genetici.

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Convenzione DPC-INGV per lo studio e monitoraggio dello Stromboli e Panarea	M. Anzidei e G. Puglisi responsabili rispettivamente per il monitoraggio delle deformazioni a Panarea e Stromboli	DPC	CT, NA-OV, CNT		
PETIT-OSA	F. Pingue	MIUR-PON	NA-OV		Solo Settore Geodetico
SIMONA	G. De Natale	MIUR-PON	NA-OV		
Modelli Fisici Integrati per la simulazione dei processi Vulcanici	G. De Natale	MIUR-PON	NA-OV		
Sviluppo ed applicazione di tecniche di telerilevamento per il monitoraggio dei vulcani attivi italiani	G. Puglisi	GNV	CT, NA		Solo Task 1: Interferometria SAR
Sistema di osservazione spaziale per il monitoraggio e la gestione del Rischio Vulcanico	M. F. Buongiorno	ASI	CT, NA, CNT, PA		
Monitoring of Ground Deformations at Nyiragongo Volcano (DRC)	M. Coltelli	UN-OCHA	CT		





## **Obiettivo Specifico: 1.4.**

# **Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive**

### **1. Curatore/i:**

Marcello Martini

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

CNT, NA-OV, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Nel corso del 2004 l'INGV ha proceduto alla gestione ed allo sviluppo delle reti sismiche centralizzate e dei sistemi di analisi dei segnali per il Vesuvio, i Campi Flegrei, Ischia, Etna, Arcipelago Eoliano) e, nell'ambito di un progetto internazionale dell'ONU, per il monitoraggio del vulcano Niyragongo (Repubblica Popolare del Congo). In sintonia con il PT 2004-2006, le attività principali relative ai sistemi di rilevamento sono state indirizzate principalmente al miglioramento della dinamica delle reti di monitoraggio sismico, con ulteriori sensori a larga banda ed acquisitori numerici ad elevata dinamica, sia con installazioni permanenti (2 nuove stazioni per la rete dell'Etna e 2 per quella dello Stromboli) che temporanee, queste ultime realizzate con le Reti Mobili delle Sezioni INGV Osservatorio Vesuviano (NA-OV) e Catania (CT). In particolare sono state installate all'Etna 5 stazioni a larga banda (3 OV e 2 CT) e 9 stazioni NA-OV a corto periodo. La rete ha acquisito diverse migliaia di forme d'onda di tremore, eventi LP e vulcano-tettonici, ed in particolare tutta la sismicità che ha preceduto, accompagnato e seguito l'eruzione iniziata il 7 Settembre 2004. Nell'area siciliana, per le attività di ammodernamento della rete di monitoraggio, la sezione CT ha provveduto alla realizzazione di 5 infrastrutture idonee per le future installazioni ad elevata dinamica (3 in area Etna e 2 in area Eoliana), in parte utilizzando siti già della rete. La sezione CT ha inoltre acquisito la strumentazione necessaria per l'ammodernamento della rete delle Eolie, prevedendone l'installazione a partire dal 2005. Nelle aree vulcaniche della Campania la Rete Mobile NA-OV ha operato al Vesuvio con una stazione a sensore misto (accelerometrico+larga banda) ed ai Campi Flegrei con due stazioni a corto periodo, concorrendo al monitoraggio del rumore sismico di fondo delle aree vulcaniche napoletane, in appoggio alla rete centralizzata a larga banda NA-OV, ed all'acquisizione di forme d'onda con elevata risoluzione in caso di eventi sismici. Per la realizzazione di sistemi specifici per il monitoraggio dei segnali generati in ambiente vulcanico sono stati implementati piccoli array sismici densi, principalmente finalizzati al rilevamento ed all'analisi del tremore vulcanico. Ne sono stati realizzati due temporanei sull'Etna, con acquisizione locale tramite stazioni mobili, ed uno al Vesuvio, centralizzato ed integrato nella rete sismica permanente. Nell'ambito di tale attività, nel corso del 2004 è stata completata la realizzazione di un array di maggiori dimensioni (48 canali), dotato di 16 geofoni da 1 Hz a 3 componenti che nel corso del 2005 sarà parte integrante del sistema monitoraggio del Vesuvio. Nell'area Vesuvio e Campi Flegrei, nell'ambito del progetto POR "Centri di Competenza" della Regione Campania, in collaborazione con il Dip. di Fisica dell'Università di Salerno sono stati realizzati 5 pozzi dotati di dilatometri volumetrici (profondità ~200m), in grado di rilevare anche lo strain dinamico generato dai segnali sismici. Nel corso del 2005, come previsto dal progetto, queste installazioni saranno corredate da altrettanti sismometri da pozzo a larga banda (profondità ~100m). Nel corso del 2004 la rete permanente a larga-banda dell'Etna, costituita da una decina di stazioni, integrata da stazioni temporanee della rete mobile, ha permesso lo sviluppo di nuove procedure di indagine dei segnali sismo-vulcanici. Per i numerosi eventi LP registrati dalle stazioni poste alle quote più alte del vulcano sono state implementate procedure di analisi per il riconoscimento automatico e per lo studio dei meccanismi di sorgente. La disponibilità di segnali dalla rete sismica INGV dello Stromboli, realizzata con 13 stazioni a larga banda ed elevata dinamica, dotata di un sistema di accesso distribuito ai dati e trasmessa verso i Centri di Monitoraggio delle sezioni INGV di CT, NA-OV e CNT, ha permesso ulteriori realizzazioni innovative nei sistemi di monitoraggio vulcanico. In particolare è stato migliorato e ulteriormente sviluppato il sistema di analisi in tempo reale dei segnali associati all'attività esplosiva stromboliana (sistema EOLO), che consente, tra l'altro, l'analisi dei segnali "Very Long Period" (VLP). Inoltre nel corso del 2004 è stato realizzato un sistema per la valutazione dei parametri della sorgente dei segnali VLP, ossia delle componenti dinamiche del tensore momento e delle singole forze agenti alla sorgente. La creazione di una vasta libreria di funzioni di Green per la propagazione delle onde sismiche, necessaria per l'analisi dei segnali VLP, è stata realizzata tramite un codice numerico alle differenze finite adattato al sistema di calcolo parallelo basato su cluster. Per l'interpretazione del fenomeno fisico all'origine dei segnali VLP dello Stromboli è stato elaborato un modello numerico LBM (Lattice-Boltzmann Method) per la simulazione della risalita di uno "slug" di gas in un condotto vulcanico. Per queste attività, oltre

alla implementazione su cluster Linux (132 CPU) della sezione NA-OV, è stata anche sperimentata la struttura di calcolo GRID realizzata nell'ambito del progetto FIRB-Grid a cui l'INGV partecipa.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Nel corso del 2004 è stato ulteriormente sviluppato il sistema di analisi in tempo reale dei segnali rilevati dalla rete a larga banda dello Stromboli (sistema EOLO). Oltre alla identificazione ed alla localizzare automatica degli eventi VLP, realizzata utilizzando il 50% del cluster Linux (132 CPU) che il Centro di Monitoraggio NA-OV ha realizzato per l'analisi in tempo reale dei segnali sismici, è stato sviluppato un sistema per la valutazione delle caratteristiche dinamiche della sorgente di questi segnali, basato su tecniche di inversione numerica. Il sistema realizzato è in grado di effettuare 50.000 inversioni di forme d'onda in tempo reale utilizzando la rimanente parte disponibile del cluster Linux dedicato e si avvale di una vasta libreria di funzioni di Green, appositamente realizzate per simulare l'interazione tra la sorgente sismica e la struttura vulcanica 3D dello Stromboli. Per la sezione CT il Laboratorio di Analisi e Sorveglianza (LAS) ha assicurato le attività di analisi finalizzate al monitoraggio e alla sorveglianza sismica delle aree coperte dalla rete gestita dalla sezione, il Laboratorio Informatico di Sismologia (LIS) ha assicurato la gestione/manutenzione dei sistemi di acquisizione ed analisi dei segnali sismici ed il corretto funzionamento della Sala Sismica, il Task di Pronto Intervento Macrosismico (TPIM) ha assicurato le attività legate al verificarsi di terremoti oltre la soglia dell'avvertimento da parte della popolazione o del danno.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Sono stati realizzati metodi avanzati per il monitoraggio dei segnali sismici caratterizzanti le aree vulcaniche attive (microtremore e segnali VLP) mediante sviluppo di sistemi di analisi basati su tecniche di calcolo parallelo, implementati su cluster di processori dedicati. Sono state sviluppate tecniche di identificazione delle diverse tipologie dei segnali sismici rilevati mediante sistemi numerici basati su reti neurali. E' stato costituito un Laboratorio di Analisi aVanzate (LAV) presso la sezione NA-OV per l'analisi di parametri sismici di sorgente e/o propagativi nelle aree vulcaniche attive napoletane. In tale ambito sono state sviluppate attività inerenti metodi stocastici non lineari per la localizzazione delle sorgenti sismiche, la caratterizzazione dei volumi anisotropi attraverso metodologie di indagine matriciali (SVD, matrice di covarianza) e tecniche di analisi multicanale di segnali sismici a bassa frequenza.

##### **4.3 Dati acquisiti**

I dati acquisiti dalle reti sismiche centralizzate per il Vesuvio, i Campi Flegrei, Ischia, Etna, Arcipelago Eoliano e quelle fornite dalle reti sismiche mobili installate a supporto di quelle fisse popolano le banche dati delle diverse sezioni INGV. Oltre all'archiviazione dei dati parametrici, sono archiviate le forme d'onda dei segnali transienti identificati. Per le reti installate sui vulcani in attività (Etna e Stromboli) l'archiviazione dei segnali avviene in modo continuo. Per i dati acquisiti dalla rete dello Stromboli ed analizzati dal sistema EOLO è stato realizzato un database relazionale parametrico (eventi VLP, tremore, spettrogrammi, polarizzazione etc.) disponibile on-line sul sito <http://eolo.ov.ingv.it>. Sempre con pubblicazione on-line (dal sito <http://www.ov.ingv.it>) è disponibile il database WBSM relativo alle localizzazioni automatiche della rete sismica che opera nell'area della Campania

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

- Ricerche finalizzate allo sviluppo, alla verifica e all'applicazione di nuove tecnologie e metodologie in ambito sismologico per la sorveglianza (studi e ricerche sismologiche di base e sui precursori di terremoti ed eruzioni).
- Monitoraggio sperimentale dei parametri di splitting al Vesuvio ed ai Campi Flegrei.
- Stima dei parametri spettrali delle sorgenti sismiche al Vesuvio ed ai Campi Flegrei.
- Sviluppo di tecniche numeriche mediante reti neurali per il riconoscimento dei diversi segnali sismici in ambiente vulcanico.
- Studi e ricerche sui segnali acquisiti dalle nuove stazioni digitali a larga-banda e VBB, per lo studio dei processi sismogenetici e dei parametri di sorgente dei terremoti e degli eventi sismo-vulcanici.
- Sviluppo di tecniche di monitoraggio continuo per il tracking spaziale dei segnali VLP dello Stromboli e dei parametri di sorgente ad essi associati.
- Caratterizzazione del campo d'onda associato al tremore sismico all'Etna in relazione alla attività eruttiva.
- Studio dei meccanismi intrusivi recenti all'Etna mediante l'inversione di dati multiparametrici.
- Quantificazione della dinamica della frana di Stromboli del Dicembre 2002 da dati sismici.
- Studi e ricerche finalizzate alla ricostruzione della struttura crostale all'Etna e in Sicilia orientale attraverso metodi topografici ed alla identificazione e caratterizzazione di strutture sismogenetiche.

##### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Nel corso del 2004 è stata realizzata la sezione A/D (24 bits) a basso rumore del sistema GILDA (Geophysical Instrument for Low Power Acquisition), progetto in sviluppo presso il Centro di Monitoraggio della sezione OV e finalizzato alla

realizzazione di apparati di acquisizione sismici e/o multiparametrici con caratteristiche di bassa potenza e centralizzazione dei segnali, requisiti tipici delle reti di monitoraggio vulcanico. Per i sistemi software di acquisizione e gestione dei segnali sismici è stata realizzata una distribuzione per Linux (OVWORM) del noto sistema Earthworm sviluppato dall'USGS, con varie modifiche aggiuntive e corredata di un modulo per la visualizzazione in tempo reale dei dati sismici (LINDRUN), operante direttamente sul ring\_buffer dati. Per il sistema di identificazione e localizzazione automatica della rete dei vulcani della Campania è stato realizzato un sistema di visualizzazione ed analisi da remoto dei dati sismici (DIVARES) basato su tecnologia Java.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(18) Alparone, S., D. Andronico, S. Giammanco and L. Lodato (2004). A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna (Sicily, Italy) before the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1-2, 121-140.

(32) Barberi, G., O. Cocina, V. Maiolino, C. Musumeci and E. Privitera (2004). Insight into Mt. Etna (Italy) kinematics during the 2002-2003 eruption as inferred from seismic stress and strain tensors, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 21, L2161.

(40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.

(47) Bonaccorso, A., S. D'Amico, M. Mattia and D. Patanè (2004). Intrusive mechanism at Mt Etna forerunning the July-August 2001 eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1469-1487.

(59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).

(107) D'Amico, S. and V. Maiolino. Local magnitude estimate at Mt. Etna, *Ann. Geophys.* (accepted).

(110) De Gori, P., C. Chiarabba and D. Patanè. Qp structure of Mt. Etna: constraints for the physics of the plumbing system, *J. Geophys. Res.* (accepted).

(114) De Natale, G., C. Troise, R. Trigila, D. Dolfi and C. Chiarabba (2004). Seismicity and 3-D substructure at Somma-Vesuvius volcano: evidence for magma quenching, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 221, 1-4, 181-196.

(115) De Natale, G., I. Kuznetsov, T. Kronrod, A. Peresan, A. Saraò, C. Troise and G.F. Panza (2004). Three decades of seismic activity at Mt. Vesuvius: 1972-2000, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 123-144.

(122) Del Pezzo, E., F. Bianco and G. Saccorotti (2004). Seismic source dynamics at Vesuvius volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 23-39.

(123) Del Pezzo, E., F. Bianco, S. Petrosino and G. Saccorotti (2004). Changes in the coda decay rate and shear-wave splitting parameters associated with seismic swarms at Mt. Vesuvius, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 439-452.

(145) Falsaperla, S., S. Alparone, S. D'Amico, G. Di Grazia, F. Ferrari, H. Langer, T. Sgroi and S. Spampinato. Volcanic tremor at Mt. Etna, Italy, preceding and accompanying the eruption of July-August, 2001, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).

(166) Galluzzo, D., E. Del Pezzo, M. La Rocca and S. Petrosino (2004). Peak ground acceleration produced by local earthquakes in volcanic areas of Campi Flegrei and Mt. Vesuvius, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1377-1389.

(168) Gambino, S. (2004). Continuous dynamic response along a pre-existing structural discontinuity induced by the 2001 eruption at Mt. Etna, *Earth Planets Space*, 56, 4, 447-456.

(170) Gambino, S., A. Mostaccio, D. Patanè, L. Scarfi and A. Ursino (2004). High-precision locations of the microseismicity preceding the 2002-2003 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 18, L18604.

(198) La Rocca, M., D. Galluzzo, G. Saccorotti, S. Tinti, G.B. Cimini and E. Del Pezzo (2004). Seismic signals associated with landslides and with a tsunami at Stromboli Volcano, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1850-1867.

(199) La Rocca, M., G. Saccorotti, E. Del Pezzo and J. Ibanez (2004). Probabilistic source location of explosion quakes at Stromboli volcano estimated with double array data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 123-142.

(244) Monaco, C., S. Catalano, O. Cocina, G. De Guidi, C. Ferlito, S. Gresta, C. Musumeci and L. Tortorici. Tectonic control on the eruptive dynamics at Mt. Etna volcano (Sicily) during the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).

(253) Musumeci, C., O. Cocina, P. De Gori and D. Patanè (2004). Seismological evidence of stress induced by dike injection during the 2001 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07617.

(260) Nisii, V., A. Zollo and G. Iannaccone (2004). Depth of a midcrustal discontinuity beneath Mt. Vesuvius from the stacking of reflected and converted waves on local earthquake records, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1842-1849.

(313) Saccorotti, G., L. Zuccarello, E. Del Pezzo, J. Ibanez and S. Gresta (2004). Quantitative analysis of the tremor wavefield at Etna Volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 3-4, 223-245.

(326) Scarpa, R., R. Muscente, F. Tronca, C. Fischione, P. Rotella, M. Abril, G. Alguacil, W. De Cesare and M. Martini (2004). UNDERSEIS: The Underground Seismic Array, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).

(327) Scarpetta, S., F. Giudicepietro, C. Ezin, S. Petrosino, E. Del Pezzo, M. Martini and M. Marinaro. High-precision classification of seismic signals at Mt. Vesuvius volcano, Italy using neural networks, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).

(405) Azzaro, R. (2004). Seismicity and Active Tectonics in the Etna Region: Constraints for a Seismotectonic Model. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 205-220.

(414) Chiarabba, C., P. De Gori, and D. Patanè (2004). The Mt. Etna Plumbing System: The contribution of Seismic Tomography. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 191-204.

(425) Patanè, D. and E. Giampiccolo (2004). Faulting Processes and Earthquake Source Parameters at Mount Etna: State of the Art and Perspectives. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 167-189.

(426) Patanè, D., O. Cocina, S. Falsaperla, E. Privitera and S. Spampinato (2004). Mt Etna Volcano: A Seismological Framework. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 147-165.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Dispositivo Virtuale per l'Analisi da remoto degli eventi sismici DiVARES. G. Scarpato, F. Giudicepietro, S.P. Romano, M. Martini, G. Ventre, W. De Cesare (Rapporto Tecnico) (NA)

## 5.3 Banche dati

- Banche dati delle reti di monitoraggio sismico dell'Etna e rete Eolie e dei vulcani attivi della Campania gestite dai laboratori di analisi delle sezioni CT e OV.
- Banca dati sismica ad accesso remoto del sistema DIVARES per il rilevamento e la localizzazione automatica (basata su Earthworm), operante per la rete Vesuvio-Campi Flegrei (OV).
- Banca dati del sistema automatico EOLO per il monitoraggio sismico di Stromboli (OV).

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Edu-Risk 2002: Educazione al terremoto: un itinerario nella riduzione del rischio	Azzaro	GNDT-GNV	CT		
Studi e constraints su stoccaggi intermedi, risalita e condotti attraverso la modellizzazione dei campi di strain, e tomografia in velocità e	Patané/Privitera	GNV-INGV	CT		

attenuazione all'Etna					
Studio della periodicità dei processi di alimentazione e ricostruzione di scenari sismici associati ad eventi vulcanici parossistici dell'Etna e dello Stromboli	Falsaperla	GNV-INGV	CT		
MULTIMO - Multi-disciplinary monitoring, modeling and forecasting of volcanic hazard	Falsaperla	EC	CT		
Vulcani – Campo d'onda sismico associato alla dinamica di vulcanismo attivo	Del Pezzo	FIRB-MIUR	NA-OV, CT		
Dinamica della sorgente esplosiva stromboliana	Martini	FIRB-MIUR	NA-OV		
Progetto dilatometri Scarpa	(associato INGV-OV)	POR-Regione Campania	NA-OV		
PETIT-OSA	Macedonio	PON-MIUR	NA-OV		



## **Obiettivo Specifico: 1.5.**

# **Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani**

### **1. Curatore/i:**

Sonia Calvari

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

CNT, RM1, NA-OV, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Il TTC5 ha contribuito per il 2004 al raggiungimento dei seguenti Obiettivi Generali (OG) e Specifici (OS) del Piano Triennale di Attività 2004-2006. OG 1 -Sviluppo dei Sistemi di Osservazione- OS 1.2 Sorveglianza e studio delle aree Vulcaniche attive - Il monitoraggio dell'attività vulcanica è stato garantito (CT, OV) mediante reti di telecamere installate sui vulcani attivi Etna, Vesuvio, Campi Flegrei, Vulcano, Stromboli, rilievi diretti sul terreno, studi geologici finalizzati alla ricostruzione dell'attività eruttiva ed alla valutazione della pericolosità. Il servizio di reperibilità vulcanologica e di aiuto vulcanologo con stesura di rapporti informativi periodici e monitoraggio strutturale, termico, petrologico e delle piroclastiti è stato garantito all'Etna, Stromboli e Vulcano (CT). A questi sistemi di monitoraggio si sono aggiunte le tecniche di telerilevamento da satellite ed aereo sviluppate dal CNT, applicate già da diversi anni al controllo dei fenomeni vulcanici. A questo scopo il CNT ha installato una stazione HRPT per ricevere i dati dei satelliti polari NOAA. Tra questi i dati del radiometro AVHRR che fornisce immagini multispettrali nel range VIS-TIR a bassa risoluzione sull'area europea mediterranea. Nella seconda metà del 2004 le attività di gran parte del personale afferente al TTC5 sono state concentrate a monitorare la nuova situazione eruttiva dell'Etna, che per le sue caratteristiche di tranquilla attività effusiva ha visto coinvolti quasi esclusivamente i vulcanologi CT, in stretta collaborazione, soprattutto nelle prime fasi dell'eruzione, con i colleghi OV. Alla stratigrafia di dettaglio, anche ricostruita tramite studi paleomagnetici, si sono affiancati studi geologici, strutturali, petrologici e magmatologici dei vulcani attivi anche fuori dal contesto italiano, ai quali hanno contribuito le sezioni CT, RM1 ed OV, con pregevoli lavori su riviste internazionali che hanno analizzato non solo i prodotti dell'attività eruttiva esplosiva ed effusiva, ma anche quelli legati a fenomeni di erosione ed instabilità dei vulcani, quali lahars, debris-flow, collassi laterali, eventi di tsunami ricostruiti anche sulla base dei depositi associati. RM1 ha contribuito al monitoraggio della cenere vulcanica con lo sviluppo e la validazione di nuove tecniche analitiche e sperimentali volte ad associare le sue caratteristiche ai parametri che controllano le dinamiche eruttive; con l'ampliamento della base di dati composizionali e tessiturali relativi ai prodotti eruttati dai vulcani Etna e Stromboli nel corso delle eruzioni recenti; con l'aumento delle conoscenze sui sistemi di alimentazione e le dinamiche eruttive dei vulcani Etna e Stromboli e lo sviluppo di tecniche analitiche e di elaborazione dati relativi alle caratteristiche tessiturali e composizionali della cenere vulcanica emessa durante l'attività esplosiva.

### OG 3 - Studiare e capire il sistema Terra

#### *OS 3.A.3 Fisica del Vulcanismo.*

In questo ambito sono stati analizzati i parametri che influiscono sul movimento del magma nei condotti vulcanici e la sua frammentazione sulla base di studi petrochimici, geochimici ed isotopici, di magmatologia e petrologia sperimentale utilizzando le campionature dei prodotti eruttati durante le attività esplosive ed effusive dei vulcani italiani allo scopo di riconoscere i processi chiave che determinano le transizioni nello stile dell'attività eruttiva, la frammentazione del magma e la sua reologia. Studi multidisciplinari sono stati anche rivolti alla caratterizzazione della zona sorgente dei magmi ed alle relazioni tra evoluzione composizionale e variazioni della dinamica eruttiva. Lo studio morfologico e tessiturale delle ceneri ed il confronto con i risultati di esperimenti di laboratorio, hanno consentito di individuare i parametri che controllano l'attività esplosiva e la transizione tra i diversi stili eruttivi.

## OG 4 - Comprendere ed affrontare i Rischi Naturali

### *OS 4.2 Pericolosità e Rischio Vulcanico.*

Nel 2004 è stato analizzato il record eruttivo dei vulcani italiani con raccolta, studio ed interpretazione dei dati del monitoraggio in aree vulcaniche, studi teorici e interpretazione dei processi eruttivi. Si è proceduto alla ricostruzione dell'attività effusiva ed esplosiva dell'Etna negli ultimi 4000 anni ed all'analisi statistica dei dati con costruzione di mappe preliminari di hazard da ricoprimento lavico. Le analisi dei dati di eruzioni storiche hanno riguardato anche le strutture dei campi lavici, volte alla definizione della pericolosità vulcanica ed alla comprensione e previsione dei processi. Studi stratigrafici, vulcanologici, strutturali, petrologici e geochimici sono stati eseguiti sulla caldera dei Campi Flegrei con definizione sia delle aree a variabile probabilità di apertura di una bocca eruttiva che dei probabili scenari eruttivi attesi, in caso di ripresa dell'attività in tempi brevi o medi. Sono state costruite carte di pericolosità vulcanica in funzione dei pericoli attesi.

## OG 5 - L'impegno verso le Istituzioni e verso la Società

### *OS 5.A.2 Vulcanologia.*

Si è proceduto alla costruzione di banche dati con archivio informatico delle eruzioni storiche di tutti i vulcani italiani, all'organizzazione di un archivio iconografico dell'attività eruttiva storica dei vulcani italiani, all'aggiornamento e completamento del catalogo degli eventi da tsunami verificatisi nel Mediterraneo.

### *OS 5.C. Formazione e Informazione scientifica.*

Sebbene il TTC5 non sia direttamente impegnato in questo settore, bisogna ricordare la collaborazione ed il supporto offerto da numerosi ricercatori e tecnici di tutte le sezioni afferenti al presente TTC per la realizzazione di programmi televisivi ed articoli scientifici su quotidiani e settimanali, sia locali che nazionali, atti a divulgare le tecniche di monitoraggio dei vulcani attivi, le informazioni sullo stato dei vulcani italiani, i risultati più significativi raggiunti dalle ricerche in ambito vulcanologico.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Le reti di monitoraggio vulcanologico afferenti al TTC5 sui vulcani attivi Etna, Vesuvio, Campi Flegrei, Stromboli e Vulcano, hanno permesso di seguire l'evoluzione della situazione nelle aree monitorate. Nel 2004 sono stati ripristinati, ampliati o costituiti i seguenti sistemi di monitoraggio ed analisi di dati: installazione di 4 telecamere per il monitoraggio continuo dello Stromboli, di cui due telecamere visibili, una termica ed una all'infrarosso per la visione continua dell'attività eruttiva (CT); completamento dell'installazione delle telecamere termiche alla Solfatara ed al Vesuvio e del relativo sistema di trasmissione dati, e primi studi per le correzioni dei parametri atmosferici, i cui risultati sono già stati presentati a convegni (OV); installazione di due nuove telecamere (visibile ed infrarosso) all'Etna per il controllo delle nubi di cenere, e manutenzione delle telecamere per il controllo continuo dell'attività eruttiva (CT); esecuzione di campagne di misura per la definizione dello stato di attività del vulcano Etna, giornalieri in occasione dell'inizio dell'evento eruttivo, e produzione di rapporti pubblicati sul sito web; rilievi strutturali misure dirette e mappe aggiornate del campo lavico, campionatura delle colate (CT, OV); analisi semi-automatica delle immagini delle telecamere di Stromboli tramite sistema VAMOS con produzione di rapporti settimanali (CT); mantenimento del servizio di reperibilità vulcanologica ed aiuto vulcanologo per l'Etna e lo Stromboli (CT) con rilievi diretti e produzione di rapporti e comunicati anche giornalieri o plurigiornalieri nel corso di eventi eruttivi; servizio di monitoraggio petrologico (CT, OV) con campionatura ed analisi dei prodotti emessi dai vulcani Etna e Stromboli per l'interpretazione dei fenomeni eruttivi, con produzione di rapporti di dettaglio pubblicati sul sito web; monitoraggio delle piroclastiti (CT, RM1) emesse sia dall'Etna che dallo Stromboli con quantificazione dei componenti, definizione della morfoscopia ed interpretazioni utili alla definizione dei fenomeni in atto, e produzione di rapporti scientifici pubblicati sul sito web; installazione di campionatori di piroclastiti allo Stromboli, e ideazione di campionatori automatici da installare sia allo Stromboli che sull'Etna (CT); monitoraggio dei fenomeni effusivi dell'Etna tramite sorvoli periodici in elicottero e mappature termiche con produzione di mappe aggiornate delle colate pubblicate sul sito web, misure dirette dei tassi effusivi, stima dei volumi emessi, produzione di rapporti di dettaglio pubblicati sul sito web (CT, OV). Inizio di monitoraggio tramite mappature termiche da elicottero e da terra della zona craterica di Vulcano, e confronto con i dati registrati in continuo alle fumarole e con misure dirette (CT, OV, PA). Per quanto riguarda le tecniche di telerilevamento per il monitoraggio e lo studio dei fenomeni vulcanici il CNT ha installato una stazione HRPT per ricevere i dati dei satelliti polari NOAA. Tra questi i dati del radiometro AVHRR che fornisce immagini multispettrali in 5 bande nel range VIS-TIR a bassa risoluzione sull'area europea mediterranea. È inoltre in via di sviluppo (CNT) un sistema di monitoraggio delle ceneri vulcaniche che prevede lo studio di algoritmi di separazione delle nubi vulcaniche da quelle meteorologiche, e di algoritmi d'inversione per la stima del contenuto di ceneri nell'atmosfera.



## 4.2 Metodologie d'indagine

Reti di telecamere sul visibile, infrarosso e termiche; campagne di misura dirette con campionature dei prodotti; analisi petrologiche, chimiche, geochimiche ed isotopiche; rilievi da satellite, aereo ed elicottero; microscopia elettronica e microanalisi a dispersione di energia (SEM-EDS); ICP-MS, INAA (attivazione neutronica) e XRF; microsonda elettronica e nucleare; FTIR; LA-ICP-MS.

## 4.3 Dati acquisiti

---

## 4.4 Avanzamenti scientifici

Il personale afferente al TTC 5, pur garantendo il monitoraggio dei vulcani attivi, ha contribuito per oltre 1/5 alla produzione scientifica ISI di tutto l'Ente per il 2004. Analisi ed interpretazione multidisciplinare dei dati vulcanologici raccolti nel corso di eventi effusivi ed esplosivi recenti dell'Etna e dello Stromboli, con individuazione dei meccanismi di innesco degli episodi parossistici e della dinamica eruttiva, e dei processi di riattivazione dei sistemi sommitali documentati attraverso lo studio microanalitico "in situ" dei clasti juvenili emessi durante le esplosioni legate alla riapertura dei condotti. Studio della dinamica del versante orientale dell'Etna sulla base di rilievi strutturali, anche integrati con mappature radon. Studio strutturale del Sistema di faglie della Pernicana, ricostruzione per la prima volta della sua reale estensione e del ruolo che assume sia come margine settentrionale del fianco instabile del vulcano, sia in relazione a particolari eruzioni laterali. Analisi strutturale dei sistemi di faglie che destabilizzano i fianchi orientale e meridionale dell'apparato vulcanico etneo, con modellizzazione semiquantitativa dei blocchi instabili. Interpretazione dei dati petrologici, vulcanologici, termici e strutturali raccolti nel corso dell'eruzione di Stromboli 2002-03; organizzazione delle prime basi per la pubblicazione di una nuova monografia AGU sui risultati scientifici conseguiti dai dati raccolti nel corso dell'eruzione. Analisi integrata di dati vulcanologici, di deformazioni del suolo e sismologici per l'interpretazione della dinamica eruttiva delle ultime eruzioni laterali dell'Etna. Studio dei dati termici raccolti a Stromboli nel corso dell'eruzione 2002-03, ed estrazione dei tassi di effusione giornalieri; inizio di applicazione della stessa metodologia anche alle mappature termiche effettuate all'Etna. Interpretazione dell'eruzione Etna 2004 sia sulla base dei soli dati petrologici, che sulla base di dati multidisciplinari. Studi neotettonici regionali del settore compreso tra gli Iblei e l'Etna, attestanti l'esistenza di deformazioni compressive N-S e un'inversione tettonica recente.

## 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(1) Acocella, V. and M. Neri. Structural features of an active strike-slip fault on the sliding flank of Mt. Etna (Italy), *J. Struct. Geol.* (accepted).

(2) Acocella, V., R. Funiciello, E. Marotta, G. Orsi and S. de Vita (2004). The role of extensional structures on experimental calderas and resurgence, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 129, 1-3, 199-217.

(4) Aguilera, E., M.T. Pareschi, M. Rosi and G. Zanchetta (2004). Risk by lahars in the Northern valleys of Cotopaxi volcano (Ecuador), *Nat. Hazards*, 33, 2, 161-189.

(15) Allard, P., M. Burton and F. Muré. Spectroscopic evidence for a lava fountain driven by previously accumulated gas phase, *Nature* (accepted).

(18) Alparone, S., D. Andronico, S. Giammanco and L. Lodato (2004). A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna (Sicily, Italy) before the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1-2, 121-140.

(20) Andò, B., M. Coltelli and M. Sambataro (2004). A measurement tool for investigating cooling lava properties, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 53, 2, 507-513.

(21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002-03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system, *Bull. Volcanol.* (accepted).

- (34) Baxter, P., R. Boyd, P. Cole, A. Neri, R. Spence and G. Zuccaro. The impacts of pyroclastic surges on buildings at the eruption of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (36) Behncke, B., M. Neri and G. Sturiale (2004). Rapid morphological changes at the summit of an active volcano: reappraisal of the poorly documented 1964 eruption of Mount Etna (Italy), *Geomorphology*, 63, 3-4, 203-218.
- (51) Branca, S. and P. Del Carlo. Types of eruptions of Etna Volcano AD 1670-2003: implications for short-term eruptive behavior, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (57) Burton, M., M. Neri and D. Condarelli (2004). High spatial resolution radon measurements reveal hidden active faults on Mt. Etna, *Geophys. Res. Lett.* 31, 7, L07618.
- (59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).
- (60) Calvari, S. and H. Pinkerton (2004). Birth, growth and morphologic evolution of the 'Laghetto' cinder cone during the 2001 Etna eruption, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 225-239.
- (61) Calvari, S., L. Spampinato, L. Lodato, A.J.L. Harris, M.R. Patrick, J. Dehn, M.R. Burton and D. Andronico. Chronology and complex volcanic processes during the 2002-2003 flank eruption at Stromboli volcano (Italy) reconstructed from direct observations and surveys with a handheld thermal camera, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (79) Chiarabba, C., N.A. Pino, G. Ventura and G. Vilardo (2004). Structural features of the shallow plumbing system at Vulcano Island, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 477-484.
- (90) Civetta, L., M. D'Antonio, S. di Lorenzo, V. Di Renzo and P. Gasparini (2004). Thermal and geochemical constraints to the deep magmatic structure of Mount Vesuvius, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 1-12.
- (94) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Buoyancy of magmas at Mt. Etna, *Terr. Nova*, 16, 1, 16-22.
- (95) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Magma dynamics in the shallow plumbing system of Mt. Etna as recorded by compositional variations in volcanics of recent summit activity (1995-1999), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 55-71.
- (109) De Astis, G., L. Pappalardo and M. Piochi (2004). Procida volcanic history: new insights into the evolution of the Phlegraean Volcanic District (Campania region, Italy), *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 622-641.
- (118) Deino, A.L., G. Orsi, S. de Vita and M. Piochi (2004). The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera – Italy) assessed by  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating method, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 157-170.
- (119) Del Carlo, P. and M. Pompilio. The relationship between volatile content and the eruptive style of basaltic magma: the Etna case, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1423-1432.
- (124) Dellino, P., R. Isaia and M. Veneruso (2004). Turbulent boundary layer shear flows as an approximation of base surges at Campi Flegrei (Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 211-228.
- (125) Dellino, P., R. Isaia, L. La Volpe and G. Orsi (2004). Interaction between particles transported by fallout and surge in the deposits of the Agnano-Monte Spina eruption (Campi Flegrei, Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 193-210.
- (127) Di Muro, A., A. Neri and M. Rosi (2004). Contemporaneous convective and collapsing eruptive dynamics: the transitional regime of explosive eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10607.
- (129) D'Oriano, C., E. Poggianti, A. Bertagnini, R. Cioni, P. Landi, M. Polacci and M. Rosi. Changes in eruptive style during the A.D. 1538 Monte Nuovo eruption (Phlegraean Fields, Italy): the role of syn-eruptive crystallization, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (131) Dubosclard, G., F. Donnadieu, P. Allard, R. Cordesses, C. Hervier, M. Coltelli, E. Privitera and J. Kornprobst (2004). Doppler radar sounding of volcanic eruption dynamics at Mount Etna, *Bull. Volcanol.*, 66, 5, 443-456.
- (133) Duncan, A.M., J.E. Guest, E. Stofan, S. Anderson, H. Pinkerton and S. Calvari (2004). Development of tumuli in the medial portion of the 1983 aa flow-field, Mount Etna, Sicily, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 173-187.
- (147) Favalli, M., D. Karátson, R. Mazzuoli, M.T. Pareschi and G. Ventura. Volcanic geomorphology and tectonics of the Aeolian archipelago (Southern Italy) based on integrated DEM data, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (149) Favalli, M., M.T. Pareschi, A. Neri and I. Isola. Forecasting lava flow paths by a stochastic approach, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).

- (164) Fulignati, P., C. Panichi, A. Sbrana, S. Caliro, A. Gioncada and A. Del Moro. Skarn formation at the walls of the 79 A.D. magma chamber of Vesuvius (Italy): mineralogical and isotope constraints. *Neues Jahrb. Mineral.-Mon.hefte* (accepted).
- (174) Giordano, D., C. Romano, P. Papale, D. Dingwell. Viscosity of trachytes from Phlegrean Fields and comparison with basaltic, phonolitic, and rhyolitic melts, *Chem. Geol.* (accepted).
- (183) Gurioli, L., M.T. Pareschi, E. Zanella, R. Lanza, E. Deluca and M. Bisson. Interaction of pyroclastic density currents with human settlements: evidence from Ancient Pompeii, *Geology* (accepted).
- (185) Harris, A.J.L., J. Dehn, M.R. Patrick, S. Calvari, M. Ripepe and L. Lodato. Lava effusion rates from hand-held thermal infrared imagery: an example from the June 2003 effusive activity at Stromboli, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (187) Holtz, F., S. Lenné, G. Ventura, F. Vetere and P.H. Wolf. Non-linear deformation and break up of enclaves in a rhyolitic magma: a case study from Lipari Island (Southern Italy), *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (188) Houghton, B.F., C.J.N. Wilson, P. Del Carlo, M. Coltelli, J.E. Sable and R. Carey (2004). The influence of conduit processes during two basaltic plinian eruptions: Tarawera 1886 and Etna 122 BC, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 1-14.
- (193) Isaia, R., M. D'Antonio, F. Dell'Erba, M. Di Vito and G. Orsi (2004). The Astroni volcano: the only example of closely spaced eruptions in the same vent area during the recent history of the Campi Flegrei caldera (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 171-192.
- (203) Landi, P., N. Métrich, A. Bertagnini and M. Rosi (2004). Dynamics of magma mixing and degassing recorded in plagioclase at Stromboli (Aeolian Archipelago, Italy), *Contrib. Mineral. Petrol.*, 147, 213-227.
- (205) Lautze, N.C., A.J.L. Harris, J.E. Bailey, M. Ripepe, S. Calvari, J. Dehn, S.K. Rowland and K. Evans-Jones (2004). Pulsed lava effusion at Mount Etna during 2001, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 231-246.
- (209) Lombardo, V., M.F. Buongiorno and S. Amici. Characterization of a volcanic hot-spot source by means of sub-pixel temperature distribution analysis: a case from the 1996 mount Etna eruption using airborne imaging spectrometer data, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (210) Lombardo, V., M.F. Buongiorno, D.C. Pieri and L. Merucci (2004). Differences in Landsat TM derived lava flow thermal structure during summit and flank eruption at Mt. Etna, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 134, 1-2, 15-34.
- (213) Macedonio, G., A. Neri, J. Marti and A. Folch. Temporal evolution of flow conditions in sustained magmatic explosive eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (215) Maramai, A., L. Graziani and S. Tinti. Tsunamis in the Aeolian Islands (Southern Italy): A Review, *Mar. Geol.* (accepted).
- (216) Maramai, A., L. Graziani, G. Alessio, P. Burrato, L. Colini, L. Cucci, R. Nappi, A. Nardi and G. Vilardo. Field-survey report of the 30 December 2002 Stromboli (southern Italy) tsunami in the near- and far-field, *Mar. Geol.* (accepted).
- (219) Marra, F., J. Taddeucci, C. Freda, W. Marzocchi and P. Scarlato (2004). Recurrence of volcanic activity along the Roman Comagmatic Province (Tyrrhenian margin of Italy) and its tectonic significance, *Tectonics*, 23, 4, TC4013.
- (222) Marzocchi, W., L. Sandri, P. Gasparini, C. Newhall and E. Boschi (2004). Quantifying probabilities of volcanic events: the example of volcanic hazard at Mt. Vesuvius, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11201.
- (223) Marzocchi, W., L. Zaccarelli and E. Boschi (2004). Phenomenological evidence in favor of a remote seismic coupling for large volcanic eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04601.
- (227) Mazzarini, F., M.T. Pareschi, M. Favalli, I. Isola, S. Tarquini and E. Boschi. Morphology of basaltic lava channel during the Mount Etna September 2004 eruption from airborne laser altimeter data, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (235) Métrich, N., P. Allard, N. Spilliaert, D. Andronico and M. Burton (2004). 2001 flank eruption of the alkali- and volatile-rich primitive basalt responsible for Mount Etna's evolution in the last three decades, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 228, 1-2, 1-17.
- (244) Monaco, C., S. Catalano, O. Cocina, G. De Guidi, C. Ferlito, S. Gresta, C. Musumeci and L. Tortorici. Tectonic control on the eruptive dynamics at Mt. Etna volcano (Sicily) during the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (258) Neri, M., V. Acocella and B. Behncke, (2004). The role of the Pernicana Fault System in the spreading of Mount Etna (Italy) during the 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.*, 66, 5, 417-430.

- (259) Neri, M., V. Acocella, B. Behncke, V. Maiolino, A. Ursino and R. Velardita. Contrasting triggering mechanisms of the 2001 and 2002-2003 eruptions of Mount Etna (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (264) Orsi, G., M.A. Di Vito and R. Isaia (2004). Volcanic hazard assessment at the restless Campi Flegrei caldera, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 514-530.
- (273) Papale, P. Determination of total volatile contents in evolving magmas from melt inclusion data, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (275) Pappalardo, L., M. Piochi and G. Mastrolorenzo (2004). The 3550 year BP – 1944 A.D. magma-plumbing system of Somma-Vesuvius: constraints on its behaviour and present state through a review of Sr-Nd isotope data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1471-1483.
- (281) Perugini, D., G. Ventura, M. Petrelli and G. Poli (2004). Kinematic significance of morphological structures generated by mixing of magmas: a case study from Salina Island (Southern Italy), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 3-4, 1051-1066.
- (290) Piochi, M., L. Pappalardo and G. De Astis (2004). Geochemical and isotopical variations within the Campanian Comagmatic province: implications on magma source composition, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1485-1499.
- (295) Polacci, M. Constraining the dynamics of volcanic eruptions by characterization of pumice textures, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (296) Polacci, M., P. Papale, D. Del Seppia, D. Giordano and C. Romano (2004). Dynamics of magma ascent and fragmentation in trachytic versus rhyolitic eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 93-108.
- (301) Quarenì, F., A. Piombo and M. Dragoni. The steady-state, laminar flow of a mud suspension: application to the May 1998 mud flows in Sarno, Italy, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (302) Quarenì, F., A. Tallarico and M. Dragoni (2004). Modeling of the steady-state temperature field in lava flow levées, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 241-251.
- (305) Ripepe, M., M. Burton, T. Caltabiano, J. Dehn, A. Fiaschi, A. Harris, E. Marchetti, P. Poggi, G. Salerno, G. Ulivieri and R. Wright. The effusive to explosive transition during the 2002 eruption of Stromboli Volcano, *Geology* (accepted).
- (307) Rosi, M., P. Landi, M. Polacci, A. Di Muro and D. Zandomenighi (2004). Role of conduit shear on ascent of the crystal-rich magma feeding the 800 year B.P. Plinian eruption of Quilotoa Volcano (Ecuador), *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 307-321.
- (308) Rossano, S., G. Mastrolorenzo and G. De Natale (2004). Numerical simulation of pyroclastic density currents on Campi Flegrei topography: a tool for statistical hazard estimation, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 1, 1-14.
- (312) Rust, D., B. Behncke, M. Neri and A. Ciocanel. Nested zones of instability in the Mount Etna volcanic edifice, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (315) Sahagian, D. and the Participants of the Volcanic Conduit Modeling Intercomparison Activity (including A. Neri and P. Papale). Volcanic eruption mechanisms: insights from intercomparison of models of conduit processes, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (318) Sandri, L., W. Marzocchi and L. Zaccarelli (2004). A new perspective in identifying the precursory patterns of volcanic eruptions, *Bull. Volcanol.*, 66, 3, 263-275.
- (336) Slejko, F.F., R. Petrini, G. Orsi, M. Piochi and C. Forte (2004). Water speciation and Sr isotopic exchange during water-melt interaction: a combined NMR-TIMS study on the Cretatio Tephra (Ischia Island, south Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 311-320.
- (339) Speranza, F., M. Pompilio and L. Sagnotti (2004). Paleomagnetism of spatter lavas from Stromboli volcano (Aeolian Islands, Italy): implications for the age of paroxysmal eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02607.
- (340) Spieler, O., B. Kennedy, U. Kueppers, D.B. Dingwell, B. Scheu and J. Taddeucci (2004). The fragmentation threshold of pyroclastic rocks, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 226, 1-2, 139-148.
- (348) Taddeucci, J., M. Pompilio and P. Scarlato (2004). Conduit processes during the July-August 2001 explosive activity of Mt. Etna (Italy): inferences from glass chemistry and crystal size distribution of ash particles, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 33-54.
- (349) Taddeucci, J., O. Spieler, B. Kennedy, M. Pompilio, D.B. Dingwell and P. Scarlato (2004). Experimental and analytical modeling of basaltic ash explosions at Mount Etna, Italy, 2001, *J. Geophys. Res.*, 109, B8, B08203.

- (350) Tanner, L.H. and S. Calvari (2004). Unusual sedimentary deposits on the SE side of Stromboli volcano, Italy: products of a tsunami caused by the ca. 5000 years BP Sciara del Fuoco collapse?, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 4, 329-340.
- (352) Textor, C., H.-F. Graf, A. Longo, A. Neri, T. Esposti Ongaro, P. Papale, C. Timmreck and G.G.J. Ernst. Numerical Simulation of Explosive Volcanic Eruptions from the Conduit Flow to Global Atmospheric Scales, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (353) Thouret, J.-C., M. Rivera, G. Wörner, M.-C. Gerbe, A. Finizola, M. Fornari and K. Gonzales. Ubinas: the evolution of the historically most active volcano in southern Peru, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (356) Tinti, S., A. Maramai and L. Graziani (2004). The new catalogue of the Italian tsunamis, *Nat. Hazards*, 33, 3, 439-465.
- (357) Tinti, S., A. Maramai, A. Armigliato, L. Graziani, A. Manucci, G. Pagnoni and F. Zaniboni. Quantitative observations of the physical effects of the Stromboli tsunamis occurred on December 30, 2002, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (370) Ventura, G. (2004). The strain path and kinematics of lava domes: an example from Lipari (Aeolian Islands, Southern Tyrrhenian Sea, Italy), *J. Geophys. Res.*, 109, B1, B01203.
- (371) Ventura, G. and G. Vilardo. Estimates of fluid pressure and tectonic stress in hydrothermal/volcanic areas: a methodological approach, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (372) Ventura, G., G. Vilardo and P.P. Bruno (2004). Comment on "A new model for the formation of the Somma Caldera" (2004) by G. Rolandi, F. Bellucci and M. Cortini, *Mineral. Petrol.*, 82, 157-158.
- (381) Zanchetta, G., R. Sulpizio and M.A. Di Vito (2004). The role of volcanic activity and climate in alluvial fan growth at volcanic areas: an example from southern Campania (Italy), *Sediment. Geol.*, 168, 249-280.
- (382) Zanchetta, G., R. Sulpizio, M.T. Pareschi, F.M. Leoni and R. Santacrose (2004). Characteristic of May 5-6, 1998 volcanoclastic debris-flows in the Sarno area (Campania, southern Italy): relationships to structural damage and hazard zonation, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 377-393.
- (383) Zanon, V. and I. Nikogosian (2004). Evidence of crustal melting events below the Island of Salina (Aeolian Arc, southern Italy), *Geol. Mag.*, 141, 4, 525-540.
- (402) Bonaccorso, A., S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.) (2004). Mt. Etna: Volcano Laboratory, Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 369 pp.
- (408) Bousquet, J.C. and G. Lanzafame (2004). The Tectonics and Geodynamics of Mt. Etna: Synthesis and Interpretation of Geological and Geophysical Data. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 29-47.
- (409) Branca, S. and P. Del Carlo (2004). Eruption of Mt. Etna During the Past 3,200 Years: A Revised Compilation Integrating the Historical and Stratigraphic Records. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 1-27.
- (410) Branca, S., M. Coltelli and G. Groppelli (2004). Geological Evolution of Etna Volcano. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 49-63.
- (413) Calvari, S., L.H. Tanner, G. Groppelli and G. Norini (2004). Valle del Bove, eastern flank of Etna volcano: a comprehensive model for the opening of the depression and implications for future hazards. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 65-75.
- (415) Civetta, L., I. Arienzo, M. D'Antonio and V. Di Renzo. The isotope geochemistry and volcanology. The Neapolitan volcanoes. *Atti Acc. dei Lincei* (accepted).
- (416) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Dynamics of Magmas at Mount Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 91-110.
- (417) Del Carlo, P., L. Vezzoli and M. Coltelli (2004). Last 100 Ka Tephrostratigraphic Record of Mount Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 77-89.

(423) Orsi, G., S. de Vita, M. Di Vito and R. Isaia. The Campi Flegrei nested caldera (Italy): A restless, resurgent structure in a densely populated area. In: The Cultural Response to the Volcanic Landscape, Balmuth M. (ed.), Archaeological Institute of America, Boston, MA (accepted).

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Oltre 120 rapporti interni di monitoraggio pubblicati sul sito web dell'INGV-CT (pagina web dell'UF di Vulcanologia e Geochimica alla voce report), prodotti anche da personale dell'OV di Napoli che ha collaborato al monitoraggio dell'eruzione Etna 2004. (CT)

Oltre 80 comunicati giornalieri e plurigiornalieri redatti nel corso dell'attività eruttiva dell'Etna da CT, anche in collaborazione con personale dell'OV. (CT)

Sono inoltre in fase di elaborazione finale la Carta Sismotettonica e la Carta Geologica dell'Arco Calabro-Peloritano, entrambe alla scala 1:100.000. (CT)

Andronico D., Avino R., Brown R., Caliro S., Chiodini G., Cioni R., Civetta L., D'Antonio M., Dell'Erba F., Fulignati P., Granieri D., Gurioli L., Marianelli P., Santacroce R., Sbrana A., Sulpizio R. – 2004 – The Neapolitan active volcanoes (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia): science and impact on human life. In Orsi G., de Vita S., Di Vito M.A., Isaia R., Sansivero F. (Editors) - 32nd Int. Geol. Congr., Florence, Italy, August 20-28, Pre-Congress Field Trip Guide Book B28, 44 pp. (NA)

Barrier P., Lanzafane G., Rossi P.L., Carta Geologica della Calabria, dalla fossa di Catanzaro allo Stretto di Messina, alla scala 1: 100.000, in bozze. (CT)

Calvari S., Del Carlo P., Branca S., Andronico D., Bruno N., Burton M.R., Caltabiano T., Cascone M., Coltelli M., Condarelli D., Corsaro R.A., Cristaldi A., De Beni E., Garfi G., Lanzafame G., Lodato L., Longo V., Mangiagli S., Messina L., Miraglia L., Morabito F., Muré F., Neri M., Pecora E., Pompilio M., Salerno G., Sawyer G., Scollo S., Spampinato L. (2004) - The first period of the 2002 Etna eruption (27 October-5 November): preliminary results. Quaderni di Geofisica, 32, 1-10. (CT)

Civetta L., Orsi G., Patella D. (Editors) – 2004 – The Neapolitan Volcanoes: Vesuvius, Campi Flegrei and Ischia. Special Volume J. Volcanol. Geotherm. Res., 133, 1-4: 393 pp. (NA)

Orsi G., de Vita S., Di Vito M.A., Isaia R., Sansivero F. (Editors) – 2004 – The Neapolitan active volcanoes (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia): science and impact on human life. 32nd Int. Geol. Congr., Florence, August 20-28, Pre-Congress Field Trip Guide Book B28, 44 pp. (NA)

Orsi G., Lindsay J., Naranjo J., Moreno H., Lara L., Siebe C. (Organisers) – 2004 – Guidelines and Criteria for the Preparation of Volcanic Hazards Maps. Workshop W1, IAVCEI General Assembly, Pucon, Chile, November 14-19. (NA)

Tommasi, P., F.L. Chiocci, M. Marsella, M. Coltelli, and M. Pompilio, Preliminary analysis of the December 2002 instability phenomena at Stromboli volcano, in: Occurrence and mechanisms of flow-like landslides in natural slopes and earthfills, pp. 297-303, Sorrento, 2004. (CT)

## 5.3 Banche dati

- Campionatura dei prodotti dell'attività esplosiva ed effusiva dell'Etna e dello Stromboli dal 1987 ad oggi (CT);
- mappe di espansione dei flussi lavici e campi lavici dell'Etna e dello Stromboli dal 2001 ad oggi (CT);
- comunicati informativi dell'attività eruttiva dei vulcani Etna e Stromboli nel corso di crisi eruttive dal 2001 ad oggi (CT);
- catalogo eruzioni storiche Etna, in via di completamento (CT, BO).

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Simulazione dei flussi lavici con gli automi cellulari	S. Calvari	MIUR-FIRB	CT	27.000	

Studio di fattibilità sul monitoraggio integrato dei vulcani	F. Buongiorno	ASI	CT, CNT, OV, PA		
Proseguimento delle attività in ambito GNV relative allo Stromboli	M. Coltelli	INGV-GNV	CT, RM1, OV		
Attività di monitoraggio e ricerca a Stromboli e Panarea	D. Patané	INGV-GNV	CT, RM1, NA-OV, PA		
Ricerche sui vulcani attivi, scenari, precursori e rischio	P. Papale	INGV-GNV	CT, RM1, CNT, NA-OV, PA		
Ideazione, sperimentazione ed applicazione di tecniche innovative per lo studio dei vulcani attivi	W. Marzocchi	INGV-GNV	CT, RM1, CNT, NA-OV, PA		
Volcanologic and geochemical-petrologic study of the 2002-2003 Stromboli eruption	A. Bertagnini (M. Rosi)	DPC	RM1		
Hazard Assessment of Stromboli Volcano	A. Bertagnini (M. Rosi)	INGV-GNV	RM1		
Evoluzione vulcanologica e strutturale della caldera dei Campi Flegrei, e cinematica della risorgenza per la valutazione e zonazione della pericolosità vulcanica	G. Orsi	INGV-GNV	NA-OV	41.316	
Definizione della storia e dello stato attuale del sistema magmatico della caldera dei Campi Flegrei	M. D'Antonio	INGV-GNV	NA-OV	19.626	
Gli effetti sull'ambiente e sul clima delle grandi eruzioni esplosive: l'Ignimbrite Campana la più grande eruzione degli ultimi 200.000 anni nell'area Mediterranea	G. Orsi	MIUR-FIRB	NA-OV	37.800	
Processes and timescales of magma evolution in volcanic systems	G. Orsi	EC	NA-OV	58.363	
Genesi ed evoluzione del magmatismo e del vulcanismo del settore settentrionale del Main Ethiopian Rift e sue relazioni con il magmatismo del plateau Etiopico e dell'Afar	L. Civetta	MIUR-Cofin	NA-OV	13.500	
Conoscenza delle Parti Sommerse dei Vulcani Italiani e Valutazione del Potenziale Rischio Vulcanico	S. de Vita	INGV-GNV	NA-OV	9.296	
Evoluzione Mesozoica e Cenozoica del Mare di Ross e aree adiacenti	G. Orsi	PEA	NA-OV	12.900	
Evoluzione geologico-vulcanologica e deformativa dell'isola di Ustica (stratigrafia, tettonica, meccanismi eruttivi e dinamica costiera in relazione all'eustatismo)	G. Orsi	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio	NA-OV	12.000	
Cara Sonia	J. Taddeucci (D. Dingwell)	Marie-Curie	RM1	108.472	





## Obiettivo Specifico: 1.6.

# Osservazioni di geomagnetismo

### 1. Curatore/i:

Angelo De Santis e Paolo Palangio

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM2

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### Completamento di osservatori geomagnetici e realizzazione dell'Osservatorio di Lampedusa.

Per avviare all'aumento di disturbi e.m. provocati dall'imminente costruzione di una linea metropolitana nelle aree circostanti l'Osservatorio di L'Aquila, nel corso del 2004 sono giunte a conclusione le trattative con il Comune di Barete (AQ) per la realizzazione del nuovo osservatorio geomagnetico in una zona incontaminata del demanio comunale. Nel 2005 verranno realizzate le strutture logistiche di base per l'insediamento della strumentazione. E' in fase avanzata la verifica magnetica del sito di Belluno, ad oggi dedicato al monitoraggio magnetico come semplice stazione variometrica automatica senza misure assolute periodiche. Il sito vuole essere per ora di supporto parallelo all'attuale Osservatorio di Castello Tesino, ma in un futuro prossimo si prevede la sua elevazione al rango di Osservatorio permanente date le sue qualità di basso disturbo magnetico e alto isolamento del sito da insediamenti urbani, essendo all'interno di un parco naturale gestito dal Corpo Forestale dello Stato. Analoga situazione è stata individuata nel sito di Lampedusa, anch'esso all'interno di un parco naturale, gestito però dal WWF. Nel corso del 2004 è stata al fine trovata piena disponibilità da parte degli Enti proprietario (Corpo Forestale) e gestore (WWF) di affidare all'INGV il terreno e la possibilità di insediare un Osservatorio permanente automatico con relativa strumentazione magnetometrica.

#### Rioccupazione e misure sui capisaldi magnetici della Rete Nazionale.

Sono continuate le misure della Rete Magnetica Nazionale i cui dati saranno centrati al 2005, e inserite nel database nazionale ed europeo. La copertura realizzata nel 2004 è il 60% del totale, in aggiunta è stata eseguita anche la ripetizione delle misure sui capisaldi della Rete Magnetica Albanese da parte di personale e strumentazione INGV. A seguito di questo è stato anche sviluppato un modello di campo geomagnetico per l'area Sud-Est Italia e Albania in armoniche sferiche su calotta sferica (Duka et al., 2004) tenendo conto anche delle Campagne magnetiche passate dal 1990 ad oggi, in Italia e Albania. Tale tipo di modelli permette anche l'opportuna estrazione dei dati di anomalia magnetica, così importanti per la caratterizzazione regionale della crosta terrestre dal punto di vista magnetico (ad es. Faggioni et al., 2004).

### 4. Descrizione delle attività

#### 4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

Gli osservatori geomagnetici INGV di L'Aquila e Castello Tesino (Tn) sono le strutture preposte al monitoraggio continuo del campo magnetico terrestre in Italia e Baia Terra Nova in Antartide. Gli Osservatori di Castello Tesino (Italia) e Baia Terra Nova essendo normalmente privi di personale sono completamente automatici. I tre Osservatori sono collegati via Internet e rendono disponibili i propri dati anche all'esterno; per l'elevato standard internazionale che li caratterizza, forniscono i dati fondamentali per la comprensione dei meccanismi che governano la generazione e l'evoluzione del campo stesso, anche con applicazioni al rischio ambientale su scala globale, incluso il continente Antartico. L'Osservatorio di L'Aquila è uno dei centri affiliati al progetto di scambio dati magnetici internazionale denominato INTERMAGNET che prevede standard rigorosi di qualità. Per integrare le osservazioni ambientali in questo settore, si effettuano acquisizioni di dati elettromagnetici in differenti bande di frequenza, associate a fenomeni naturali legati sia alla dinamica della ionosfera e della magnetosfera che a quelli di origine interna alla Terra. L'Osservatorio si dedica anche alle misurazioni nel campo della sismologia, dell'elettromagnetismo a bassa frequenza e di alcuni parametri della ionosfera. Quest'altro tipo di misurazioni saranno argomento di altro punto del consuntivo dell'Ente. Oltre agli Osservatori geomagnetici è presente la Rete Magnetica Nazionale, distribuita sul territorio nazionale con un centinaio di punti dove,

ad a intervalli periodici, vengono effettuate misurazioni programmate. I dati provenienti dagli Osservatori e dalla rete, con nuove misure a cadenza quinquennale, permetteranno la costruzione delle mappe di campo magnetico per il territorio italiano, utili non solo per ricerche di base ma anche come supporto alle applicazioni tecnologiche nel settore della navigazione aerea e navale anche attraverso la taratura e calibrazione degli strumenti di bordo. Osservazioni magnetiche sistematiche in reti di misura locali realizzate ad hoc permettono inoltre di attuare studi a carattere sismo-magnetico. In Italia centrale sono attivi dall'estate 1989 tre siti di registrazione dell'intensità di campo magnetico che permettono il monitoraggio e l'investigazione delle proprietà elettromagnetiche a scale temporali diverse. La variazione di alcuni indicatori può essere correlata all'attività sismica locale e regionale. A questi siti dove si misura la sola intensità totale del campo si aggiungono quelli delle stazioni variometriche di Gibilmanna e Belluno dove si misurano le variazioni delle tre componenti cartesiane.

#### **4.2 Metodologie d'indagine**

I magnetogrammi ottenuti dai vari sistemi di misura presso gli Osservatori sono archiviati digitalmente. Dagli stessi sono estratte le medie orarie, diurne e mensili, infine quella annuale dell'anno in questione. Le tabelle dei valori sono poi pubblicate nella forma di annuari di Osservatorio. Metodologie più sofisticate sono applicate per l'analisi spazio-temporale dei dati stessi e di quelli provenienti da stazioni e apposite campagne di misura allo scopo di fornire appropriati modelli fisico matematici del campo magnetico terrestre in Italia. Più in generale, i dati magnetici così acquisiti permettono lo studio del campo magnetico terrestre su diverse scale spazio-temporali. Alcune metodi di indagine considerano analisi lineari in armoniche sferiche ed altri sono tipicamente non lineari in quanto si basano sulla Teoria del Caos o sulla Teoria dell'Informazione. Lo scopo finale sarebbe non solo di rappresentare il campo magnetico in superficie e sul nucleo terrestre, ma anche di risalire alle proprietà dinamiche del sistema dinamo generante il campo magnetico stesso.

#### **4.3 Dati acquisiti**

I dati magnetici acquisiti in Osservatorio sono le medie al minuto del campo magnetico totale, le componenti cartesiane X,Y,Z, la declinazione magnetica e l' inclinazione. Insieme a questi dati, vengono archiviati gli indici di attività magnetica K, le medie annuali di altri Osservatori mondiali, i valori di tutti gli elementi del campo magnetico terrestre (in particolare declinazione, inclinazione, intensità totale) presso i capisaldi della Rete Magnetica Italiana ridotti ad epoche fondamentali allo scopo di realizzare non solo cartografia magnetica nazionale ma anche ricerche mirate sulle proprietà del campo geomagnetico.

#### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Per gli avanzamenti scientifici determinati dall'uso dei dati magnetici si vedano i corrispondenti punti 4.4 degli obiettivi specifici 2.6, 3.2, 3.6.

#### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

I sistemi di misura ed acquisizione del dato magnetico sono completamente autonomi. E' possibile trasferire il dato a distanza presso la sede centrale dell'Ente via cavo telefonico o via GSM. Nell'ambito delle attività dell'Osservatorio di L'Aquila è stato completato il progetto del sistema per la esecuzione automatica delle misure assolute del campo magnetico terrestre e del radiometro a larga banda. Sono state inoltre sviluppate diverse linee di ricerca e monitoraggio che hanno riguardato principalmente lo sviluppo tecnologico di alcuni progetti iniziati negli anni precedenti (EPOT, GEOSTAR, EARVOLC, MEM) e ricerche nel settore delle micropulsazioni del campo geomagnetico. Sono stati sviluppati alcuni temi di ricerca riguardanti i metodi di separazione dei campi elettromagnetici di origine interna alla Terra nella banda ULF.

### **5. Prodotti**

#### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(73) Caratori Tontini, F., P. Stefanelli, I. Giori, O. Faggioni and C. Carmisciano (2004). The revised aeromagnetic anomaly map of Italy, *Ann. Geophys.*, **47**, 5, 1547-1555.

(113) De Michelis, P. and G. Consolini. Time intermittency and spectral features of the geomagnetic field, *Ann. Geophys.* (*accepted*).

(117) De Santis, A., R. Tozzi and L.R. Gaya-Piquè (2004). Information content and K-entropy of the present geomagnetic field, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **218**, 3-4, 269-275.

(132) Duka, B., L.R. Gaya-Piqué, A. De Santis, S. Bushati, M. Chiappini and G. Dominici (2004). A geomagnetic reference model for Albania, Southern Italy and the Ionian Sea from 1990 to 2005, *Ann. Geophys.*, **47**, 5, 1609-1615.

(144) Faggioni, O., F. Caratori Tontini, P. Stefanelli, L. Cocchi, C. Carmisciano and I. Giori. A topographic surface reduction of Aeromagnetic anomaly field over the Tyrrhenian Sea area (Italy), *Mar. Geophys. Res.* (accepted).

(233) Meloni, A., D. Di Mauro, S. Lepidi, G. Mele and P. Palangio (2004). Tectonomagnetic and VLF electromagnetic signals in Central Italy, *Ann. Geophys.*, **47**, 1, 29-37.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Risultati delle osservazioni magnetiche dell'Osservatorio Geomagnetico di L'Aquila, anno 2003, autori vari, Pubblicazione INGV, 2004. (RM2)

Geomagnetic Observation Results 2000-2001, Cafarella L. Di Mauro D., Lepidi S., Meloni A., Palangio P., Santarelli L., Zirizzotti A., National Antarctic Research Program Terra Nova Bay, Antartica, 2004. (RM2)

## 5.3 Banche dati

- Dati di medie al minuto, giornalieri, mensili, annuali degli Osservatori magnetici.
- Indici K di attività magnetica per il solo Osservatorio di L'Aquila.
- Dati al minuto per le stazioni magnetiche di Gibilmanna e Belluno.

## 5.4 Prodotti tecnologici

- Carte preliminari degli elementi del campo magnetico terrestre per l'epoca 2004.
- Magnetogrammi degli Osservatori su web ([www.ingv.it/geomag/osservat.htm](http://www.ingv.it/geomag/osservat.htm)).
- Modelli di riferimento per l'Italia, l'Albania, e l'Antartide.
- Programma interattivo ARM su web ([www.ingv.it/arm](http://www.ingv.it/arm)).

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Homing magnetico animale	A. De Santis	MIUR	RM2		
REM (Reversing Earth Magnetism)	A. De Santis	PNRA	RM2	20.000	
Spatial Structure of the Geomagnetic Field	A. De Santis	INTAS	RM2		
Campo magnetico terrestre nell'area italo-albanese	A. De Santis	MAE	RM2		
MEM - Monitoraggio EM Ambientale Nelle Bande Ulf-Elf-Vlf-Lf	P. Palangio	EU	RM2		
Experimental Investigation Of Ambient Electromagnetic Noise From 0.001 Hz To 100 Khz Generated In The Magnetosphere	P. Palangio	CNR/EU	RM2		
Stratospheric Balloon Magnetometry	P. Palangio	PNRA	RM2		
Fenomeni e.m. legati ad eventi sismici e/o vulcanici	A. De Santis	MAE	RM2		



## **Obiettivo Specifico: 1.7.**

# **Osservazioni di aeronomia**

### **1. Curatore/i:**

Giorgiana De Franceschi e **Cesidio Bianchi**

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM2

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Le attività di ricerca svolte all'INGV in ambito aeronomico hanno riguardato tradizionalmente la fisica della Ionosfera e i suoi aspetti radio propagativi. Pertanto le misure e le attività sperimentali sono finalizzate alle misure di densità elettronica in alta atmosfera. In questo contesto sono proseguite le osservazioni degli strati ionosferici nella loro composizione elettronica e altezze degli stessi in funzione del tempo. L'importanza delle osservazioni della densità elettronica ha varie ricadute che riguardano lo studio e le relazioni Sole-Terra, la fisica dell'alta atmosfera inclusi i moti di propagazione, la fisica dei plasmi, la propagazione delle onde elettromagnetiche nella ionosfera con applicazioni alla comunicazioni radio. Le grandezze fisiche della ionosfera sono state misurate negli osservatori e nelle stazioni dell'INGV. Come per altre grandezze geofisiche, si è privilegiata la continuità e la sistematicità della misura di densità elettronica. Da questa grandezza sono stati dedotti tutta una serie di parametri di interesse nella radio propagazione e nella fisica dell'alta atmosfera in genere. Oltre a questa attività di osservazione sistematica, diverse campagne di misura sono state effettuate anche in zone remote. Le osservazioni ionosferiche sono state eseguite nei tre osservatori ionosferici dell'INGV di Roma, Gibilmanna (PA) e Baia Terra Nova, ora Stazione Mario Zucchelli in Antartide (MZA). In particolare gli osservatori di Gibilmanna (Arokiasamy et.al) e MZA sono stati equipaggiati con la ionosonda digitale AIS-INGV. I risultati di queste osservazioni, ottenuti attraverso un complesso lavoro di interpretazione delle registrazioni, è pubblicato su bollettini mensili ed annuari e contribuisce in modo fondamentale alla sinottica ionosferica del pianeta. Attraverso i dati della stazione ionosferica di Roma, l'INGV provvede anche ad un importante servizio di previsione ionosferica a medio termine, pubblicato ogni due mesi, necessario alla pianificazione dei radiocollegamenti ad onda corta. Le previsioni, presentate in forma grafica, hanno validità nell'area mediterranea. I loro principali utenti sono il Ministero della Difesa, il Ministero dell'Interno e la Protezione Civile. Le osservazioni sono regolarmente distribuite e disponibili presso i World Data Center. Recentemente sono state rese disponibili anche attraverso un server dedicato. Oltre a provvedere all'archiviazione dei dati, tale server consente il controllo remoto della strumentazione, un accesso controllato ai dati con protocollo ftp, il monitoraggio via protocollo http degli ionogrammi autoscalati di Roma e Gibilmanna e dei relativi fplot. Provvede inoltre alla visualizzazione via http di mappe di previsione della foF2 relative alla zona europea. Riguardo alle osservazioni nelle regioni polari è stato realizzato un altro prototipo di ionosonda digitale con alcune peculiarità costruttive per renderlo adatto all'impiego negli osservatori remoti. Tale apparato, come i precedenti prototipi sviluppati opera in un campo di frequenze compreso tra 1 e 22.5 MHz ed è costituito da un sintetizzatore di frequenza variabile (VFO), che si realizzerà con un Direct Digital Synthesizer (DDS), un trasmettitore a larga banda, un ricevitore, un apparato di controllo costituito da un PC che serve anche per la registrazione dei dati e il loro processamento. Per il controllo in remoto è stato impiegato un particolare sistema d'interruzione di potenza elettrica azionabile attraverso la rete internet e collegamento satellitare. Questa particolarità conferisce al sistema una facile interscambiabilità con prototipi simili da impiegare in caso di danneggiamento. Questo è di notevole importanza quando si opera in osservatori remoti e in aree molto disagiate. Inoltre per gli stessi motivi è stato impiegato anche uno switch d'antenna, per la commutazione su varie linee e/o su carico fittizio. Data l'elevata dinamica della ionosfera polare sono stati modificati anche gli algoritmi di processo on-line per rendere più efficace, sia l'operazione l'integrazione in coerenza di fase, sia alcune operazioni nel filtraggio del segnale, tempo discreto, nel dominio della frequenza. Questi algoritmi consentono un ulteriore guadagno di processo 10-20 dB migliorando notevolmente il rapporto segnale rumore. Un altro miglioramento è stato fatto per ciò che concerne gli sviluppi off-line dei dati. Infatti gli sono state aggiunte alcune routine nel software d'interpretazione automatica. Il programma di interpretazione automatico è stato perfezionato per aggiungere alcune caratteristiche ancora mancati, la regione F1 e la regione E, allo scopo di arrivare alla realizzazione di un programma in grado di tracciare il profilo di densità elettronica in maniera automatica. Per quanto concerne le osservazioni di scintillazione, i dati provengono dalla stazione artica a Ny-Alesund (Svalbard), dove nell'anno in esame sono stati registrati i valori di delle ampiezze con i parametri indicativi della scintillazione (S4 e s) e le fasi dei segnali per la misura di TEC con frequenza di campionamento pari a 1/20 di ms. Oltre all'osservatorio ionosferico, presso la stazione antartica MZA sono stati acquisiti dati per le misure riometriche a diverse frequenze tra 30 e 51.4 MHz (in funzione dal

2004). Questi strumenti sono particolarmente adatti a svolgere il monitoraggio dei Polar Cap Absorption (PCA) causati da fenomeni bruschi di precipitazione di particelle provenienti dal Sole che provocano una ionizzazione aggiuntiva nelle basse regioni ionosferiche con forte assorbimento delle onde elettromagnetiche.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

###### Sondaggio ionosferico verticale

La sezione Roma2 mantiene due osservatori ionosferici a medie latitudini, a Roma e a Gibilmanna, e un osservatorio a latitudini polari, nella base Mario Zucchelli a Terra Nova Bay (Antartide, 74.69°S, 164.12°E). In essi sono attivi apparati di sondaggio progettati e realizzati nella sezione Roma2, in grado di essere controllati remotamente e di fornire il risultato delle loro misure direttamente sui server (<http://eskimo.ingv.it> e <http://ionos.ingv.it/spaceweather/start.htm>) dell'INGV, in tempo reale, per le stazioni a medie latitudini, e quasi reale per la stazione antartica. La stazione antartica è anche equipaggiata con un server locale per la gestione dell'osservatorio e che consente il controllo remoto dall'Italia della strumentazione e l'accesso ai dati.

###### Scintillazioni

Nel 2004 è stato installato il secondo ricevitore GISTM (GPS Ionospheric Scintillation and TEC monitoring) a NyAlesund (Svalbard, Norway, 78.9° N, 11.9° E ). Lo strumento è parte di un network permanente per il monitoraggio del contenuto elettronico totale e delle scintillazioni ionosferiche che si sta sviluppando nell'emisfero nord in regione polare (RM2-INGV) e aurorale (Univerità di Bath, UK). Queste osservazioni trovano applicazione nel settore delle comunicazioni satellitari. Le due stazioni GISTM dell'INGV a NyAlesund sono controllate in remoto attraverso il server ESKIMO dove i dati sono anche aggiornati ogni ora.

###### Riometri

Nel corso del 2004 si è proceduto alla installazione della quarta stazione per il monitoraggio del rumore cosmico a Terra Nova Bay-MZS (Antartide), le cui variazioni relative individuano fenomeni di assorbimento ionosferico nella regione D provocati da forti flussi di particelle cariche (protoni) provocate da fenomeni solari come i brillamenti. La stazione è costituita da un riometro (Relative Ionospheric Opacity Meter) a 51.4 MHz e completa un network permanente costituito da due stazioni a MZS operanti a 30 e 38.2 MHz e da una stazione in sito remoto, Eskimo Point (Antartide, 74° 16.358 S; 162° 32.591 E). È stato anche sviluppato un server locale per la gestione della strumentazione e acquisizione locale.

###### Campagna di sondaggio ionosferico obliquo

Durante gran parte dell'anno 2004 è stata mantenuta in funzione un sistema per sondaggi obliqui. Si tratta sostanzialmente di un radiorecettore sincronizzato da GPS in grado di sintonizzarsi su emittenti remote e studiare il cammino di propagazione delle onde radio sullo spettro di frequenze da 2 a 30 MHz. La stazione trasmittente si trova ad Inskip (54°N, 3°W) a circa 1760 km da Roma. La campagna di misure che tuttora continua è condotta in collaborazione con la società di comunicazione Qinetiq (UK) e ha come scopo quello di studiare il comportamento del canale ionosferico per trasmissioni a lunga distanza.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Le metodologie impiegate per le osservazioni di grandezze caratteristiche dell'alta atmosfera si basano tutte su tecniche radio. Queste tecniche sono sia attive che passive. Nelle prime sono inclusi i radar HF, dotati di apparati di potenza in grado di emettere dei segnali che si riflettono nei vari strati ionosferici e una volta ricevuti si procede all'analisi dello stesso per estrarre le informazioni utili della misura. Il secondo metodo, quello passivo, si avvale di segnali generati da altre sorgenti naturali o artificiali (rumore cosmico, segnali GPS, ecc.) di cui si conoscono le caratteristiche.

##### **4.3 Dati acquisiti**

###### Sondaggio ionosferico

Gli ionogrammi, risultato di ogni sondaggio ionosferico, eseguiti sia nell'osservatorio ionosferico di Roma che in altri osservatori periferici, i cui dati sono inviati a Roma tramite la connessione internet, vengono interpretati automaticamente. Tali interpretazioni forniscono valori in tempo reale per i parametri ionosferici fondamentali. Ogni osservatorio fornisce una misura ogni 15 minuti durante tutti i giorni dell'anno e i dati archiviati vanno ad incrementare la serie storica di misure che caratterizza l'attività ionosferica della sezione di Roma2. Gli stessi ionogrammi vengono poi verificati per la compilazione del bollettino annuale.

### Scintillazioni

Il TEC e i parametri della scintillazione ionosferica (S4 e s) sono stati permanentemente acquisiti, con frequenza di campionamento pari a 1/20 di ms, nel corso del 2004 dalle stazioni GISTM a NyAlesund e archiviati su server ESKIMO.

### Riometri

I dati di rumore cosmico a 30 e 38.2 MHz sono stati acquisiti nel corso del 2004 con frequenza di campionamento pari ad 1 min. e archiviati sul server ESKIMO.

### Campagna di sondaggio ionosferico obliquo

Il prodotto primo di un sondaggio obliquo è lo ionogramma obliquo cioè un diagramma che indica il ritardo impiegato dall'onda elettromagnetica a ciascuna frequenza per percorrere la distanza che separa il trasmettitore dal ricevitore. Nella sua propagazione l'onda percorre cammini diversi a seconda della frequenza e delle condizioni ionosferiche. Lo studio di tali cammini nei diversi istanti della giornata fornisce informazioni sullo stato della ionosfera. Durante il 2004 sono stati registrati ed interpretati ionogrammi ogni 5 minuti nell'arco delle 24 ore.

## **4.4 Avanzamenti scientifici**

Nel 2004 è stato proseguito lo sviluppo del software per l'interpretazione automatica degli ionogrammi, denominato Autoscala, realizzando la routine di identificazione della frequenza critica dello strato F1. La nuova versione del programma è stata applicata agli ionogrammi registrati dalla ionosonda AIS – INGV funzionante nella stazione ionosferica di Roma. I dati sono disponibili in tempo reale soltanto su una pagina web di interna di prova.

## **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Perfezionamento degli algoritmi di calcolo on-line implementati su processore DSP TMS 320 della TI. Tali algoritmi riguardano operazioni in tempo discreto, sia di correlazione che integrazioni in coerenza di fase.

## **5. Prodotti**

### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(25) Arokiasamy, J.B., C. Bianchi, M. Pezzopane, V. Romano, U. Sciacca, C. Scotto, A. Zirizzotti and E. Zuccheretti. New low power Pulse compressed ionosonde at Gibilmanna Ionospheric Observatory, *Ann. Geophys.* (*accepted*).

### **5.2 Altre Pubblicazioni**

---

### **5.3 Banche dati**

- Dati di sondaggio ionosferico verticale e obliquo, archiviati su supporto informatico CD-ROM pubblicati.
- Serie storica delle caratteristiche ionosferiche negli appositi bollettini

### **5.4 Prodotti tecnologici**

Brevetto N. 1325371 del 7-12-2004 per invenzione industriale dal titolo: Ionosonda digitale. Inventori: C. Bianchi, E. Zuccheretti, U. Sciacca, G. Tutone, J.B. Arokiasamy, C. Scotto, M. Pezzopane

## **6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV**

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
OE-CSIS/INGV	Cesidio Bianchi	Osservatorio de L'Ebre (Spagna)	RM2	33.800	
Osservazioni Alta Atmosfera e Climatologia Spaziale	Giorgiana De Franceschi	PNRA	RM2	30.000	





## **Obiettivo Specifico: 1.8.**

# **Osservazioni di geofisica ambientale**

### **1. Curatore/i:**

**Cesidio Bianchi**, Laura Beranzoli e Marco Marchetti

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM2

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Insieme alle altre strutture preposte, sono proseguiti gli studi per definire le caratteristiche magnetiche delle discariche di rifiuti solidi urbani e per la ricerca di oggetti metallici sepolti (ex 1.4 del PT 2004-06). In questo settore l'INGV, oltre ad aver lavorato per il miglioramento dei metodi osservativi, ha formulato standard operativi ed interpretativi di grande aiuto per le forze di polizia che operano sul territorio.

È stato avviato un progetto per il rilevamento di alcuni parametri elettromagnetici d'interesse ambientale allo scopo di individuare e caratterizzare le sorgenti emittenti. Il monitoraggio del rumore di fondo elettromagnetico naturale e artificiale è necessario al fine di discriminare i due contributi, studiare la natura dei campi elettromagnetici per determinare la posizione, polarizzazione, impulsività, contenuto spettrale e potenza delle sorgenti elettromagnetiche.

La tematica "Rete sottomarina multidisciplinare integrata" (ex 1.8 PT 2004-06) ha conseguito obiettivi di natura tecnologica e scientifica. Gli obiettivi tecnologici sono relativi allo svolgimento di esperimenti pilota di monitoraggio geofisico e ambientale sottomarino, con osservatori multiparametrici di fondo mare e all'elaborazione dei dati acquisiti durante gli esperimenti. In particolare nel corso del 2004

Sono state acquisite a partire dal Dicembre 2003 misure geofisiche e ambientali con un prototipo di rete sottomarina (rete ORION) deposto nel Tirreno Meridionale, ai piedi del Vulcano sottomarino Marsili; le misure acquisite dagli osservatori sono state in parte trasmesse a terra grazie alla comunicazione acustica verticale di cui la rete dispone per comunicare con una boa di superficie e alla comunicazione radio e satellitare di cui è equipaggiata la boa di superficie. L'osservatorio INGV di Gibilmanna ha svolto le funzioni di stazione di controllo della rete ORION ricevendone i dati e verificando in modalità remota e attraverso la boa il regolare funzionamento della rete. Questa attività si inserisce nell'ambito del progetto Europeo ORION-GEOSTAR-3 coordinato dall'INGV.

E' stato eseguito con esito positivo nel Golfo di Corinto e nel Golfo di Patrasso un esperimento pilota nell'ambito del progetto Europeo ASSEM (INGV partner) volto alla realizzazione di un array di sensori sottomarini per il monitoraggio a basse profondità (rete ASSEM); all'esperimento pilota l'INGV ha partecipato con la deposizione di due osservatori multiparametrici, uno costruito nel progetto ORION-GEOSTAR-3 ed uno realizzato nello stesso progetto ASSEM. L'esperimento ha dimostrato le funzionalità dell'array quali l'acquisizione dei dati, l'accesso remoto ai dati tramite server dedicato raggiungibile via internet e l'integrabilità delle reti ORION e ASSEM in un unico sistema di monitoraggio esteso dalle zone costiere ai bacini profondi.

Il sito del primo esperimento pilota dell'osservatorio sottomarino multiparametrico SN-1 è stato selezionato come uno dei "siti chiave" della prossima rete europea di monitoraggio dei margini continentali; tale riconoscimento rappresenta uno degli esiti del progetto Europeo ESONET di cui l'INGV è partner.

E' stato completato l'adeguamento dell'elettronica dell'osservatorio sottomarino multiparametrico SN-1 in vista del riposizionamento di quest'ultimo nel sito della prima deposizione e del collegamento ad un cavo sottomarino messo a disposizione dall' Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) sulla base di un accordo con l'INGV. Le operazioni marine per il collegamento al cavo sono programmate per gennaio 2005.

Si è concluso positivamente il test in condizioni reali di un prototipo di analizzatore chimico sottomarino per misure di pH; il prototipo è stato installato nel nodo principale della rete ORION e ha fornito una prima serie di misure (circa 4 mesi) la cui analisi preliminare effettuata congiuntamente alle misure acquisite dagli altri sensori della rete lascia ipotizzare l'esistenza di attività idrotermale nel sito di deposizione della rete ORION.

Gli obiettivi scientifici raggiunti nel corso del 2004 sono di seguito riportati.

- L'analisi dei dati acquisiti dall'osservatorio SN-1 nel corso del primo periodo di operatività a largo delle coste di Catania ha dimostrato l'elevata qualità dei dati e permesso di valutare l'influenza delle correnti marine sulle misure sismometriche. Inoltre è stata evidenziata la presenza di una sismicità diffusa e riconducibile da un lato ad alcune strutture tettoniche solo parzialmente note e dall'altro all'occorrenza di frane sottomarine.
- L'analisi dei dati sismologici acquisiti dall'esperimento TYDE (TYrrhenian Deepsea Experiment), ha evidenziato l'importanza di disporre di misure sismometriche di fondo mare per raffinare i modelli di struttura del mantello superiore e della crosta, per migliorare la conoscenza della sismicità locale e contribuire con nuovi elementi alla valutazione della pericolosità delle aree costiere.
- Nel 2004 sono stati ulteriormente elaborati i dati sulle emissioni di metano acquisiti negli anni precedenti; i risultati, pubblicati su riviste internazionali, confermano il ruolo significativo del metano di origine geologica nel budget atmosferico dei gas serra. Le emissioni geologiche saranno incluse, per la prima volta, nei prossimi rapporti dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).
- Per quanto concerne gli studi sui maremoti nell'area mediterranea, è in fase di completamento la nuova versione del catalogo dei maremoti europei, che verrà pubblicato nella prima metà del 2005. Il nuovo catalogo contiene dati, descrizioni e bibliografia originale di eventi accaduti in Italia, Grecia, Portogallo, Norvegia, Mar Nero, Spagna e Algeria. I dati sono stati forniti dai rappresentanti delle diverse nazioni in formato non elaborato. Il gruppo INGV ha provveduto alla omogeneizzazione delle informazioni e alla parametrizzazione sulla base del formato stabilito in sede internazionale europea.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Per quanto concerne le prospezioni di geofisica ambientale, l'INGV ha in corso varie attività di ricerca e indagine volte alla caratterizzazione di aree d'interesse ambientale, con metodi geofisici. Per tale attività sono state utilizzate tecniche non invasive, di tipo magnetico, geoelettrico e geo-radar. Sono stati effettuati degli studi con l'utilizzo dei seguenti sistemi di monitoraggio: tomografia geoelettrica per l'individuazione di perdite di percolato ai margini di una discarica di RSU e metodologie magnetiche su siti sospetti per individuare masse ferrose interrate. Su questi monitoraggi sono effettuate elaborazioni e rapporti consegnati alle autorità preposte alla tutela ambientale. Nell'ambito delle reti sottomarine di monitoraggio con osservatori multiparametrici di fondo mare, le attività sono rivolte a investigare i fenomeni che avvengono al Benthic Boundary Layer (BBL) con approccio multidisciplinare per evidenziare eventuali relazioni tra gli stessi processi. Il 2004 segna ulteriori avanzamenti nel passaggio dal singolo punto osservativo multiparametrico ad una rete di più osservatori e nel passaggio dalla sperimentazione della trasmissione dati in near-real-time all'integrazione in tempo reale dei dati acquisiti dagli osservatori con quelli delle reti di monitoraggio terrestri. Nel corso dell'esperimento pilota del progetto europeo ORION-GEOSTAR 3 (coordinato dall'INGV) è stato deposto un prototipo di rete di osservatori sottomarini, a circa 3300 m di profondità. Il nodo principale della rete comunica con una stazione di terra (osservatorio INGV di Gibilmanna) attraverso una boa di superficie. Il sistema di comunicazione ha consentito di trasmettere a terra segmenti di serie temporali e di verificare periodicamente il funzionamento della rete. Uno degli osservatori sviluppati nel progetto ORION-GEOSTAR 3 e denominato Nodo 4, è stato integrato in un array di monitoraggio sottomarino costiero (ASSEM, Progetto della Commissione Europea di cui l'INGV è partner) in occasione di un esperimento pilota nel Golfo di Corinto (Grecia). Le misure acquisite dal Nodo 4 sono state trasferite per via acustica al nodo principale dell'array, e ad un server installato a terra accessibile da rete internet. Ciò ha consentito il recupero di segmenti di dati acquisiti a fondo mare durante lo svolgimento dell'esperimento. Nel progetto ASSEM è stato eseguito un esperimento pilota nel Golfo di Patrasco, con un osservatorio sottomarino, (Gas Monitoring Module) deposto a circa 40 m di profondità, collegato a terra tramite cavo e equipaggiato di sensori per il rilevamento di temperatura, pressione, conducibilità, concentrazione di CH<sub>4</sub> (prototipo) e H<sub>2</sub>S. È stata completata l'elaborazione dei dati geofisici integrati e oceanografici acquisiti dall'osservatorio multiparametrico SN-1 deposto a fondo mare per circa 7 mesi tra il 2002 e il 2003 a largo delle coste della Sicilia orientale alla profondità di circa 2100 m. L'analisi ha evidenziato l'elevata qualità dei segnali geofisici acquisiti da SN-1 rispetto al rapporto segnale-rumore. In particolare è stata valutata l'influenza del regime delle correnti marine sul segnale sismometrico (lavoro in pubblicazione). Grazie ad un investimento specifico dell'INGV, nel corso del 2004 l'osservatorio SN-1 è stato opportunamente modificato per essere deposto nuovamente nel sito dell'esperimento pilota e collegato ad un cavo sottomarino che permetterà l'alimentazione da terra, la trasmissione in tempo reale delle misure e l'integrazione dell'osservatorio nelle reti di monitoraggio terrestre. Il cavo è stato messo a disposizione dall'INFN per il rilevamento dei neutrini dell'universo lontano (esperimento NEMO-1). Il riposizionamento e il collegamento al cavo di SN-1 e NEMO-1 è previsto per il Gennaio 2005.

## 4.2 Metodologie d'indagine

Sono state sviluppate nuove tecniche per la cartografia magnetica ad alta risoluzione spaziale usando strumentazione interfacciabile con GPS differenziali. Tali tecniche d'indagine sono state utilizzate anche in campo archeologico per la definizione non invasiva di strutture sepolte.

Applicazione di metodologie geofisiche integrate (georadar, geoelettrica e magnetometrica) per la ricerca di strutture antropiche interrate.

Sono disponibili serie temporali geofisiche e ambientali acquisite a fondo mare che possono eventualmente essere analizzate superando l'approccio monodisciplinare.

## 4.3 Dati acquisiti

Gli osservatori sottomarini hanno acquisito in modalità continua e secondo un unico riferimento temporale dati geomagnetici, gravimetrici, sismologici, oceanografici (velocità puntuale e velocità degli strati d'acqua al di sopra dell'osservatorio, temperatura, pressione, conducibilità) e chimici (e.g., pH, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S).

## 4.4 Avanzamenti scientifici

L'analisi dei dati sismometrici acquisiti nel corso dell'esperimento marino TYDE ha portato all'elaborazione di un nuovo modello tridimensionale di struttura del mantello superiore e della crosta inferiore del Tirreno meridionale con una risoluzione maggiore rispetto agli studi precedenti. E' stata anche evidenziata la sismicità locale di questo settore marino. Uno studio condotto in particolare sui dati sismometrici acquisiti ai piedi del vulcano Stromboli ha portato elementi di caratterizzazione dell'attività del vulcano che saranno interpretati attraverso il confronto con le informazioni messe a disposizione della rete di monitoraggio terrestre.

## 4.5 Avanzamenti tecnologici

Il cluster di progetti ORION-ASSEM ha dimostrato la compatibilità dei sistemi di comunicazione dei due sistemi e l'integrabilità in un'unica rete sottomarina dalle coste ai bacini profondi.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(137) Etiope, G. (2004). New directions: GEM - Geologic Emissions of Methane, the missing source in the atmospheric methane budget, *Atmos. Environ.*, 38, 19, 3099-3100.

(138) Etiope, G. and A.V. Milkov (2004). A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere, *Environ. Geol.*, 46, 8, 997-1002.

(139) Etiope, G. Mud volcanoes and microseepage: the forgotten geophysical components of atmospheric methane budget, *Ann. Geophys.* (accepted).

(140) Etiope, G., A. Feyzullayev, C.L. Baciuc and A.V. Milkov (2004). Methane emission from mud volcanoes in eastern Azerbaijan, *Geology*, 32, 6, 465-468.

(141) Etiope, G., C. Baciuc, A. Caracausi, F. Italiano and C. Cosma (2004). Gas flux to the atmosphere from mud volcanoes in eastern Romania, *Terr. Nova*, 16, 4, 179-184.

(142) Faccenna, C., C. Piromallo, A. Crespo-Blanc, L. Jolivet and F. Rossetti (2004). Lateral slab deformation and the origin of the Western Mediterranean arcs, *Tectonics*, 23, 1, TC1012.

(143) Faenza L., W. Marzocchi, A.M. Lombardi and R. Console (2004). Some insights into the time clustering of large earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1635-1640.

(148) Favalli, M., F. Mazzarini, M.T. Pareschi and E. Boschi (2004). Role of local wind circulation in plume monitoring at Mt. Etna Volcano (Sicily): insight from a mesoscale numerical model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09105.

(218) Marinaro, G., G. Etiope, F. Gasparoni, D. Calore, S. Cenedese, F. Furlan, M. Masson, F. Favali and J. Blandin (2004). GMM - a gas monitoring module for long-term detection of methane leakage from seafloor, Environ. Geol., 46, 8, 1053-1058.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Favali P., L. Beranzoli e A. Maramai, 2004. Review of the Tyrrhenian Sea seismicity: how much is still to be unknown?, in: M.P. Marani, F. Gamberi e E. Bonatti (Ed.), From seafloor to deep mantle: architecture of the Tyrrhenian back-arc basin, Mem. Descr. C. Geol. d'It., LXIV:57-70. (RM2)

Marchetti M., F. Fuschetti. Rilievi magnetometrici a servizio della natura. Rivista Il Forestale n.22 maggio/giugno 2004 (RM2)

Marchetti M., Massimo Chiappini Rapporto per la Commissione parlamentare d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti e sulle attività illecite ad esso connesse, 13 ottobre 2004. (RM2)

## 5.3 Banche dati

[www.ingv.it/italiantsunamis](http://www.ingv.it/italiantsunamis)

## 5.4 Prodotti tecnologici

- Progettazione e realizzazione di un radiometro nel campo di frequenza 0.001 Hz -100 kHz.
- Allestimento di un magnetometro a precessione di protoni per misure in foro.
- N. 5 osservatori sottomarini completamente equipaggiati di sensoristica geofisica e ambientale.
- Un analizzatore elettrochimico per applicazioni sottomarine e analisi in tempo reale.
- Uno spettrometro nucleare, prototipo in fase di adattamento ad applicazioni marine.

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Prospezioni Geofisiche Appia Antica-Severiana	Marco Marchetti	Università la Sapienza Roma	RM2	9.200	
Monitoraggio Elettromagnetico	Palangio Paolo	Regione Abruzzo/CE	RM2	115.000	
SN-1	Beranzoli	GNDT	RM2, CNT, CT	200.000	
ESONET	Favali	Com. Europea	RM2	30.000	
ORION-GEOSTAR 3	Favali, Beranzoli	Com. Europea	RM2, RM1, CNT	260.000	
ASSEM	Etiope	Com. Europea	RM2	104.000	
APLABES	Favali	MIUR	RM2	74.000	
MOMARNET	Favali	Com. Europea	RM2	8.000	
MABEL	Favali	PNRA	RM2	Non calcolabile su base annuale	
Groundwater resources impact from radioactive deposits generated durino geofluids exploitation Etiope		NATO	RM2	6.500	

## **Obiettivo Specifico: 1.9.**

# **Rete GPS nazionale**

### **1. Curatore/i:**

Giulio Selvaggi

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

CNT, RM1, NA-OV, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Gli obiettivi del piano triennale relativamente alla realizzazione di una rete permanente GPS per il monitoraggio geodetico (Obiettivo specifico 1.9) sono principalmente due:

- i) realizzazione di una rete costituita da circa 90 stazioni permanenti;
- ii) realizzazione di una database condiviso tra le sezioni INGV dei dati acquisiti.

Il lavoro svolto, quindi gli obiettivi raggiunti nel 2004 dalle sezioni INGV ha riguardato principalmente i seguenti campi:

- Acquisizione della strumentazione GPS.
- Assunzione e formazione del personale CE.SI.S. per le attività geodetiche.
- Ricerca siti, prove di qualità del segnale GPS sui siti scelti.
- Installazione di stazioni permanenti.
- Test di trasmissione su canali satellitari.
- Scambio esperienze tecniche tra le diverse sezioni.
- Sviluppo di procedure di acquisizione e scambio dati GPS.
- Condivisione delle politiche di sviluppo rete permanente e gestione comune dei dati acquisiti.
- Realizzazione di prototipi software finalizzati all'acquisizione e al processamento automatico dei dati della rete permanente.
- Ammodernamento tecnologico di siti realizzati dalle varie sezioni nel passato finalizzato all'acquisizione degli standard individuati dal TTC.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

E' stata svolta da parte del CNT la gara per la fornitura di 60 GPS da dedicare allo sviluppo della rete nazionale GPS nelle aree di obiettivo 1. Ulteriori 10 ricevitori GPS sono stati acquisiti dal CNT per lo sviluppo della rete nelle regioni centro-settentrionali. A marzo 2004 è stato assunto il personale del progetto CE.SI.S. che è in parte dedicato alla realizzazione della rete GPS. Nei seguenti due mesi sono stati svolti dal CNT i corsi di formazione del personale che è diventato operativo a Maggio 2004. Da Maggio è iniziata la fase di ricerca siti per le installazioni delle stazioni permanenti. Sono stati controllati più di 70 siti, dove sono state eseguite misure di qualità di ricezione del segnale GPS, valutata la logistica e tutti gli aspetti legati alle pratiche amministrative per i permessi. Dei circa 70 siti, 35 sono stati scelti per una definitiva installazione. Quattordici di questi sono stati effettivamente installati nel corso del 2004(\*) e i dati vengono acquisiti giornalmente o in tempo reale presso le diverse sezioni INGV. Il sistema di trasmissione principale delle stazioni installate è su canale satellitare con il sistema Libra-Nanometrics, acquisito in collaborazione con la rete sismica nazionale. La maggior parte delle stazioni GPS sono in effetti localizzate nei pressi dei sensori sismici. Parte del lavoro svolto ha quindi riguardato i test di trasmissione sul sistema satellitare in quanto non vi sono esperienze all'INGV pregresse in questo campo. Su altri sistemi di trasmissione ci si avvale delle esperienze maturate nelle diverse sezioni che collaborano al raggiungimento degli obiettivi. Il TTC 6 ha impostato le politiche di scambio dati GPS all'interno delle sezioni. In questo senso è stato provato il sistema di condivisione su dischi virtuali ma senza il successo sperato. Negli ultimi mesi del 2004 è cominciata la realizzazione di un server ftp su rete esterna per la condivisione dei dati GPS

prodotti dalle sezioni INGV. E' proseguita l'attività di analisi dei dati geodetici nelle diverse sezioni per fini di ricerca scientifica e sono state discusse le modalità per la creazione di un centro di combinazione delle soluzioni elaborate da cluster di stazioni della rete. A tale obiettivo partecipano tutte le sezioni INGV che afferiscono al TTC. Sono stati sviluppati dei prototipi originali di software dedicato all'acquisizione ed alla elaborazione dei dati GPS. Infine, da non trascurare il lavoro di ammodernamento tecnologico per adeguare vecchie stazioni a più adeguati standard operativi, allo scopo di inserirle a pieno titolo tra le stazioni della rete nazionale. Non viene qui rendicontata tutta l'attività svolta in collaborazione con il TTC 1 (Rete Sismica Nazionale) con il quale sono condivise numerose attività riguardanti lo sviluppo della rete geodetica nazionale, in quanto già considerate nella rendicontazione dei relativi obiettivi specifici.

(\*) le stazioni GPS permanenti installate nel corso del 2004 dalle sezioni INGV che concorrono alla realizzazione della rete nazionale sono: Teolo, S. Giovanni in Persiceto, M. Urbino, Tofa, M. Terminillo, S. Marino, M. Rocchetta, S. Croce del Sannio, Rionero Sannitico, Trivento, Grottaminarda, S. Angelo dei Lombardi, Muro Lucano, Panarea.

## **4.2 Metodologie d'indagine**

Le metodologie di indagine che sono state seguite nel corso del 2004 sono la realizzazione delle serie temporali dei dati delle stazioni acquisite. Le diverse sezioni che concorrono all'obiettivo "rete nazionale GPS" effettuano il calcolo giornaliero delle soluzioni di rete.

## **4.3 Dati acquisiti**

---

## **4.4 Avanzamenti scientifici**

---

## **4.5 Avanzamenti tecnologici**

---

## **5. Prodotti**

### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(24) Anzidei, M., P. Baldi, A. Pesci, A. Esposito, A. Galvani, F. Loddo and P. Cristoforetti. Geodetic deformation across the central Apennines from gps data in the time SPAN 1999-2003, *Ann. Geophys.* (accepted).

(33) Battaglia, M., M. Murray, E. Serpelloni, and R. Burgmann (2004). The Adriatic region: an independent microplate within the Africa-Eurasia collision zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09605.

(47) Bonaccorso, A., S. D'Amico, M. Mattia and D. Patanè (2004). Intrusive mechanism at Mt Etna forerunning the July-August 2001 eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1469-1487.

(105) D'Agostino, N. and G. Selvaggi (2004). Crustal motion along the Eurasia-Nubia plate boundary in the Calabrian Arc and Sicily and active extension in the Messina Straits from GPS measurements, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11402.

(226) Mattia, M., M. Rossi, F. Guglielmino, M. Aloisi and Y. Bock (2004). The shallow plumbing system of Stromboli Island as imaged from 1 Hz instantaneous GPS positions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 24, L24610.

(287) Pietrantonio, G. and F. Riguzzi (2004). Three-dimensional strain tensor estimation by GPS observations: methodological aspects and geophysical applications, *J. Geodyn.*, 38, 1, 1-18.

(298) Pondrelli, S., C. Piromallo and E. Serpelloni (2004). Convergence vs. retreat in Southern Tyrrhenian Sea: insights from kinematics, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06611.

(332) Serpelloni, E., M. Anzidei, P. Baldi, G. Casula and A. Galvani. Crustal velocity and strain-rate fields in Italy and surrounding regions: New results from the analysis of permanent and non-permanent GPS networks, *Geophys. J. Int.* (accepted).

### **5.2 Altre Pubblicazioni**

---

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

- Realizzazione della rete informatica con accesso internet HDSL e dei servizi di rete (ftp, web, mail, DNS, time, e seedlink) presso l'Osservatorio di Grottaminarda. (CNT)
- Realizzazione di un software per l'acquisizione automatica delle osservazioni GPS trasmesse dal sistema satellitare Libra-Nanometrics. (CNT)
- Realizzazione di un prototipo per la gestione automatica dei dati GPS provenienti da reti permanenti (archiviazione-elaborazione-analisi). (CT, CNT, NA-OV)
- Realizzazione di un software gestito via web per l'acquisizione dei dati da stazioni permanenti GPS collegate via sistemi di comunicazione wireless. (CT)
- Realizzazione di vari sistemi hardware (dispositivi per il controllo dei principali parametri di funzionamento delle stazioni) per la gestione delle reti permanenti GPS. (CT)
- Sperimentazione di sistemi di acquisizione dati basati su sistemi GPRS, Wireless (vari standard) e radio. (CT)
- Realizzazione di un software per il calcolo automatico dei parametri di deformazione bi e tridimensionale misurati per mezzo di dati GPS. (CT-CNT)
- Realizzazione di un prototipo software per la modellizzazione dei dati di deformazione basato sull'algoritmo di Okada. (CT)

### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
CE.SI.S.	E. Boschi	MIUR	CNT		





## Obiettivo Specifico: 1.10.

# Telerilevamento

### 1. Curatore/i:

Fabrizia Buongiorno

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, RM2, NA-OV, PA, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### Applicazioni sismologiche

##### *Deformazioni*

Nell'ambito dell'indagine ad ampia copertura delle aree sismogenetiche e vulcaniche italiane ed europee mediante 10 anni di dati satellitari presenti nell'archivio storico ESA sono stati elaborati i dati SAR relativi a 2 aree di circa 80 x 80 km: Abruzzo Centrale e Tessaglia, ottenendo le mappe della velocità del suolo ad alta risoluzione (80 m per e della deformazione intersismica ricavata da dati InSAR. È stata analizzata la deformazione cosismica e sviluppati modelli di faglia relativi al terremoto di Bam 2003. Identificazione e caratterizzazione della struttura del Pergola-Melandro. È stato messo a punto un metodo per l'individuazione di componenti a diversa lunghezza d'onda nelle mappe di deformazione, applicandolo all'area del Bacino delle Acque Albule (Roma).

##### *Danneggiamenti*

Sono stati studiati 4 principali eventi sismici: Izmit 1999, Molise 2001, Bam 2003, Al Hoceima 2004) per l'identificazione dei crolli prodotti in aree urbane tramite utilizzo di dati telerilevati SAR ed ottici ad alta risoluzione. Sono state sviluppate procedure ed algoritmi di "data fusion" e per l'estrazione dei parametri utili all'estrazione dell'informazione legata al danneggiamento. È stato sviluppato un modello di risposta elettromagnetica in aree urbanizzate.

#### Applicazioni vulcanologiche

##### *Struttura termica*

Consolidamento della tecnica innovativa basata sull'utilizzo di immagini telerilevate nell'IR che consente la stima sia delle temperatura della crosta lavica che del core in maniera indipendente utilizzando immagini telerilevate nell'IR vicino e termico. Lo studio delle proprietà termiche è stato anche realizzato mediante acquisizioni periodiche di immagini IR riprese da telecamera a bordo di elicotteri. Analisi della struttura termica nell'area Flegrea (Cratere della Solfatara) mediante misure con telecamere nell'IR, immagini si sensori aerei e spaziali.

##### *Analisi di plumes vulcanici*

Misure continue del plume vulcanico di Stromboli hanno permesso stima dei gas emessi utilizzando diversi strumenti di telerilevamento prossimale aereo (dati: COSPEC, FTIR, DOAS). Per l'area etnea è stata completata l'analisi dei dati della campagna 2003 che metteva a confronto misure prossimali con immagini ASTER, HYPERION, MODIS finalizzate alla stima per l'SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O emessa dai crateri sommatiali.

##### *Deformazioni*

Le tecniche SAR integrate con le misure di livellazione geometrica di precisione e GPS hanno permesso l'aggiornamento di mappe di deformazione superficiale delle aree vulcaniche attive Napoletane: Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia.

### *Analisi delle proprietà ottiche dei prodotti vulcanici*

Sono state sviluppate procedure per la stima dell'emissività e della riflettanza spettrale dei prodotti lavici finalizzate allo studio della composizione e alterazione dei prodotti lavici con particolare riferimento all'Etna e isola di Vulcano mediante FTIR e spettrometri portatili (MicroFTIR, Fieldspec) ed aerei (FASA).

### Applicazioni in campo ambientale

Sono stati effettuati esperimenti mediante Gladio-Radar aviotrasportato in Antartide mirati a rivelare la topografia del bedrock l'esplorazione dei laghi sub-glaciali, il rilevamento della morfologia dei ghiacciai di sbocco, delle lingue glaciali e delle piattaforme galleggianti. Nel campo della tutela del territorio, sono state applicate tecniche GPR (Ground Penetrating Radar), per l'individuazione e monitoraggio di aree degradate. In futuro si prevede d'integrare queste tecniche con il rilevamento aereo per le quali in futuro si potrà sviluppare una siner. Applicazioni in campo ambientale di dati SAR per lo studio della qualità delle acque (Golfo di Napoli).

### Sviluppo tecnologico

Istallazione di una stazione Terascan presso la sede INGV di Roma per l'acquisizione diretta delle immagini ottiche AVHRR (da 6 a 10 acquisizioni al giorno) dei satelliti NOAA (pixel 1km) su tutto il bacino del Mediterraneo ed sviluppo dei sottosistemi di processamento ed archiviazione. Partecipazione ai progetti Olimpo e Boomerang e Pegaso che riguardano misure cosmologiche e geofisiche effettuate da palloni stratosferici in aree polari. È stata sviluppata la scheda per la telemetria di Olimpo ed il sensore solare. Per il progetto Pegaso è stato effettuato il primo volo dalle isole Svalbard con l'acquisizione della telemetria.

Sviluppo di velivoli non abitati (Uninhabited Aerial Vehicle - UAV) di opportune dimensioni, pilotabile da terra ed in grado di svolgere missioni di volo autonomo in ambienti ostili.

Attività hanno riguardato l'analisi del velivolo e del carico utile (magnetometri per la misura del campo magnetico terrestre, analizzatori della composizione degli aerosol, camere ad infrarosso e visibile, etc) ed un Test aereo sull'isola di Stromboli del sistema UAV Butterfly in collaborazione con l'Università di Bologna Dip. Aeronautica (sede di Forlì).

Istallazione di un sistema software (ERDAS Spatial Analyst) di processamento di coppie stereo aereo/satellitari per la creazione di DTM a diversa scala.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Sistema NOAA-AVHRR per l'osservazione dell'attività vulcanica, meteorologica e di altri fenomeni superficiali nel bacino del Mediterraneo. Sono stati eseguiti due studi di fattibilità finanziati da ASI per lo sviluppo di sistemi integrati di monitoraggio dei fenomeni sismici e vulcanici a cui hanno partecipato ricercatori delle Sezioni: CNT, OV, CT, PA. Approvazione di un progetto europeo (EURORISK-PREVIEW) per lo studio di un sistema prototipale su scala europea per il supporto alle Protezione Civili per la gestione del rischio sismico. Sono state messe a punto una serie di procedure di calcolo per ottimizzare l'esecuzione delle analisi di dati SAR con la tecnica SBAS e PS. Nell'ambito del progetto MINERVA la tecnica SBAS ha permesso di generare serie temporali della deformazione del suolo utilizzate per la sorveglianza dei vulcani campani. Sono stati creati degli strumenti software integrati in ambito GIS per la gestione e l'analisi dei dati di deformazione del suolo.

### **4.2 Metodologie d'indagine**

#### Metodologie di analisi InSAR e fotointerpretazione.

- La SBAS è stata migliorata specificamente per aree molto rumorose per tecniche InSAR e con velocità del suolo molto basse (<3 mm/anno).
- Sono stati sviluppati procedure ed algoritmi di data fusion e per l'estrazione dei parametri utili all'estrazione dell'informazione legata al danneggiamento.
- Metodo integrato basato sull'analisi fotogeologica e immagini InSar, utilizzo di DEM, immagini SPOT per l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture sismogenetiche.

#### Metodologie di analisi gas vulcanici.

- Miglioramento delle tecniche d'inversione per il calcolo della CO<sub>2</sub> mediante la rimozione del contributo di vapore d'acqua stimato dalle immagini.
- Sviluppo di:
  - a) algoritmi dell'emissività spettrale per dati ASTER e mediante dati acquisiti da FTIR aerei;
  - b) interfacce per la correzione atmosferica dei dati ASTER, HYPERION, LANDSAT.

- Sviluppo di una di stazione autonoma (UV-Scanner) basata su di uno spettrometro nell'Ultravioletto, per la misura della concentrazione colonnare di SO<sub>2</sub>.
- Installazione di reti di UV-Scanner sullo Stromboli (Rete FLAMES, 4 stazioni) e sull'Etna (Rete USEFLAME, 4 stazioni) i cui dati confluiscono nelle reti di sorveglianza.
- È stato elaborato un opportuno software per l'analisi dei dati spettrali ed il calcolo del flusso di SO<sub>2</sub> in real-time.

#### Metodologie per la stima delle caratteristiche termiche

- Sviluppo di tecniche multi-channel per il calcolo del flusso termico di colate laviche e campi fumarolici.
- Analisi dei dati acquisiti dal sistema di camere IR su Solfatara e Vesuvio, attualmente database confluiscono dati statistici di temperatura stimate dalle immagini, informazioni ambientali (stazione meteo) e geochimiche.
- Sono state eseguite mappature termiche delle parti sommitali del vulcano Etna e delle isole Eolie anche e soprattutto in coincidenza con le recenti attività eruttive.
- È stato anche implementato un particolare software per il calcolo dinamico dell'effusion rate.
- È stata installata una nuova stazione video in località Nicolosi dotata di una telecamera nel visibile e una telecamera termica Flir 320 M uguale a quella operante a Stromboli.
- È in fase di test un nuovo sistema automatico di allertamento e riconoscimento dell'attività termica dell'Etna basato sull'analisi di immagini termiche.

#### **4.3 Dati acquisiti**

- Serie Etna: LANDSAT serie temporale dal 1984 al 2001 Etna; ASTER serie 2000-2004; HYPERION e ALI 2003; FTIR aereo FASA 2003.
- Abruzzo: 300 immagini SAR ERS1-2.
- Algeri: 20 immagini SAR ERS-1 Ikonos, Quickbird, EROS ed IRS delle aree di Izmit (Turchia), Bam (Iran), Molise e Al Hoceima (Marocco).
- Bacino del mediterraneo: immagini giornaliere (6-10) AVHRR Dati COSPEC, DOAS, FTIR, CAMERE IR per Etna, Eolie, Solfatara e Vesuvio.

#### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Ulteriore sviluppo e validazione della tecnica di misura della CO<sub>2</sub> di un plume vulcanico con i dati del sensore HYPERION. I risultati hanno evidenziato l'unicità e limiti del metodo. Infatti la stima è fortemente dipendente sensibilità del sensore e dalla quantità di CO<sub>2</sub> emessa rispetto al fondo atmosferico.

Sono stati misurati gli spessori ottici degli aerosol vulcanici ed il contenuto di vapor d'acqua utilizzando immagini satellitari.

Sono stati approfondite le conoscenze sulla struttura termica delle lave.

È stato identificato in dettaglio i pattern di deformazione del suolo in corso nelle aree dell'Abruzzo centrale e della Tessaglia centrale, stimando ratei di deformazione tettonica piuttosto consistenti (fino a 6 mm/anno sulla componente EW).

Sono stati individuati e quantificati nei loro ratei fenomeni di subsidenza dovuti a fenomeni idrogeologici quali ad es. abbassamenti del livello di falda e aumenti di flusso.

È stata individuata un'area in forte subsidenza nel Bacino delle Acque Albule (Roma), localizzata lungo una importante faglia regionale N-S.

È stata individuata la deformazione del suolo recente nell'area della frana di Telemly, Algeri.

Approfondimento ed analisi dei rapporti tra DGPV, grandi frane, tettonica quaternaria e tettonica attiva nel settore centro-occidentale della Sicilia e in aree campione dell'Appennino centrale e meridionale mediante approccio integrato con diverse tecniche.

#### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Le missioni Boomerang, Olimpo e Petaso (palloni stratosferici) hanno dato la possibilità di studiare di nuovi apparati per l'acquisizione e trasmissione della telemetria dei sistemi sondai. Si prevede nei prossimi anni di sviluppare apparecchiatura geofisica (magnetometri, sensori geochimici).

Sistemi UAV: RM1 e CNT in collaborazione con l'Univ. Bologna ed il Pol. Di Torino hanno iniziato lo sviluppo di questi sistemi per applicazioni in ambiente antartico e vulcanico. È stato fatto un primo test del sistema aereo su Stromboli.

Partecipazione allo studio dei requisiti tecnici e scientifici di una missione spaziale per la messa in orbita di un sensore iperspettrale per applicazioni geofisiche.

Completata l'installazione delle camere per il monitoraggio IR sui vulcani napoletani.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

- (9) Aiuppa, A., M. Burton, F. Murè and S. Inguaggiato (2004). Intercomparison of volcanic gas monitoring methodologies performed on Vulcano Island, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02610.
- (15) Allard, P., M. Burton and F. Muré. Spectroscopic evidence for a lava fountain driven by previously accumulated gas phase, *Nature* (accepted).
- (21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002–03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (27) Badalamenti, B., N. Bruno, T. Caltabiano, F. Di Gangi, S. Giammanco and G. Salerno (2004). Continuous soil CO<sub>2</sub> and discrete plume SO<sub>2</sub> measurements at Mt. Etna (Italy) during 1997-2000: a contribution to volcano monitoring, *Bull. Volcanol.*, 66, 1, 80-89.
- (56) Bugliolo, M.P., S. Teggi, M.F. Buongiorno, S. Pugnaghi and S. Corradini (2004). Inspecting MIVIS capability to retrieve chemical-mineralogical information: evaluation and analysis of VNIR-SWIR data acquired on volcanic area, *Int. J. Remote Sens.*, 25, 18, 3769-3797.
- (61) Calvari, S., L. Spampinato, L. Lodato, A.J.L. Harris, M.R. Patrick, J. Dehn, M.R. Burton and D. Andronico. Chronology and complex volcanic processes during the 2002-2003 flank eruption at Stromboli volcano (Italy) reconstructed from direct observations and surveys with a handheld thermal camera, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (185) Harris, A.J.L., J. Dehn, M.R. Patrick, S. Calvari, M. Ripepe and L. Lodato. Lava effusion rates from hand-held thermal infrared imagery: an example from the June 2003 effusive activity at Stromboli, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (186) Hernandez, B., M. Cocco, F. Cotton, S. Stramondo, O. Scotti, F. Courboux and M. Campillo (2004). Rupture history of the 1997 Umbria-Marche (central Italy) main shocks from the Inversion of GPS, DInSAR and near field strong motion data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1355-1376.
- (201) Lanari, R., P. Berardino, S. Borgström, C. Del Gaudio, P. De Martino, G. Fornaro, S. Guarino, G.P. Ricciardi, E. Sansosti and P. Lundgren (2004). The use of IFSAR and classical geodetic techniques for caldera unrest episodes: application to the Campi Flegrei uplift event of 2000, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 247-260.
- (207) Lindermeir, E., H. Kick, V. Tank, P. Haschberger, M.F. Buongiorno, G. Distefano, S. Amici, D. Oertel, F. Schrandt, W. Skrbek and H. Venus. FASA–Fire Airborne Spectral Analysis of Natural Disasters, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (208) Lombardo, V., L. Merucci and M.F. Buongiorno. Wavelength influence in sub-pixel temperature retrieval using Dual-band technique, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (209) Lombardo, V., M.F. Buongiorno and S. Amici. Characterization of a volcanic hot-spot source by means of sub-pixel temperature distribution analysis: a case from the 1996 mount Etna eruption using airborne imaging spectrometer data, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (210) Lombardo, V., M.F. Buongiorno, D.C. Pieri and L. Merucci (2004). Differences in Landsat TM derived lava flow thermal structure during summit and flank eruption at Mt. Etna, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 134, 1-2, 15-34.
- (216) Maramai, A., L. Graziani, G. Alessio, P. Burrato, L. Colini, L. Cucci, R. Nappi, A. Nardi and G. Vilardo. Field-survey report of the 30 December 2002 Stromboli (southern Italy) tsunami in the near- and far-field, *Mar. Geol.* (accepted).
- (234) Merucci, L., M.P. Bogliolo, M.F. Buongiorno and S. Teggi. Spectral emissivity and temperature maps of the Solfatara crater from DAIS hyperspectral images, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (235) Métrich, N., P. Allard, N. Spilliaert, D. Andronico and M. Burton (2004). 2001 flank eruption of the alkali- and volatile-rich primitive basalt responsible for Mount Etna's evolution in the last three decades, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 228, 1-2, 1-17.
- (305) Ripepe, M., M. Burton, T. Caltabiano, J. Dehn, A. Fiaschi, A. Harris, E. Marchetti, P. Poggi, G. Salerno, G. Ulivieri and R. Wright. The effusive to explosive transition during the 2002 eruption of Stromboli Volcano, *Geology* (accepted).
- (316) Salvi, S., S. Atzori, C. Tolomei, J. Allievi, A. Ferretti, C. Prati, F. Rocca, S. Stramondo and N. Feuillet (2004). Inflation rate of the Colli Albani volcanic complex retrieved by the Permanent Scatterers SAR interferometry technique, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 12, L12606.

(319) Santini, S., P. Baldi, M. Dragoni, A. Piombo, S. Salvi, G. Spada and S. Stramondo (2004). Monte Carlo inversion of DInSAR data for dislocation modeling: application to the 1997 Umbria-Marche seismic sequence (Central Italy), *Pure Appl. Geophys.*, 161, 4, 817-838.

(320) Saroli, M., S. Stramondo, M. Moro and F. Doumaz. Movements detection of Deep Seated Gravitational Slope Deformations by means of InSAR data and Photogeological interpretation: Northern Sicily case study, *Terr. Nova* (accepted).

(342) Stramondo, S., M. Moro, C. Tolomei, F.R. Cinti and F. Doumaz. InSAR surface displacement field and fault modelling for the 2003 Bam earthquake (South-Eastern Iran), *J. Geodyn.* (accepted).

(343) Stramondo, S., M. Moro, F. Doumaz and F.R. Cinti. The 26 December 2003, Bam, Iran earthquake: surface displacement from Envisat ASAR interferometry, *Int. J. Remote Sens.* (accepted).

(412) Caltabiano, T., M. Burton, S. Giammanco, P. Allard, N. Bruno, F. Murè and R. Romano (2004). Volcanic Gas Emission From the Summit Craters and Flanks of Mt. Etna, 1987-2000. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 111-128.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Spinetti, C., M.F. Buongiorno (2004): Volcanic Water Vapour Abundance Retrieved Using Hypespectral Data, *IEEE Transaction - 2004 IEEE International Geosciences and Remote Sensing Symposium Proceedings*. (CNT)

Buongiorno, M.F., M., Mussachio, C., Spinetti, S., Amici, L., Merucci, L., Colini, V., Lombardo, F., Doumaz, G., Di Stefano, S., Pugnaghi, S., Corradini, L., Guerrieri, M., Remitti, L., Lombroso, M., Boccolari, S., Teggi, M.P., Bogliolo, B., Behncke, M., Neri, M., Burton, T., Caltabiano, G., Salerno, S., Giammanco, S., Diliberto, G.P., Gobbi, F., Barnaba, L., Ammannato, D., Oertel, E., Lindermeier, N., Pergola, V., Lanorte, V., Tramutoli, M., Mannarella, N., Santantonio, M.I., Pannaccione Apa (2004): Asi- Hypseo Asi- Fasa measurements campaign Report. *Quaderni di Geofisica INGV, Rome, Italy* (in press). (CNT)

Borgström S., Casu F., Del Gaudio C., De Martino P., Euillades P.A., Grosse P., Manzo M., Ricciardi G.P., Ricco C., Siniscalchi V., Zeni G., Lanari R. "Geodetical monitoring of the Phlegrean Volcanic District (Naples, Italy)". *Atti del 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Salonicco 14-20 Aprile 2004, su CD-ROM (Ref: T7-15)*. (NA)

Borgström S., Aquino I., Del Gaudio C., De Martino P., Ricco C., Siniscalchi V., Solaro G., Tizzani P., Ricciardi G.P. "A new approach for ground deformation monitoring in volcanic areas: the case of the Phlegrean Fields (Naples, Italy)" *Atti del 3° Workshop AIT sul Telerilevamento a Microonde, Napoli, 25-26 Novembre 2004, numero speciale della Rivista Italiana di Telerilevamento, (in press)*. (NA)

Bosi C., Messina P, Moro M. - Quaternary geological map of the upper Aterno valley (Central Italy). *Mapping geology in Italy*. Pasquarè G. & Venturini C. Eds. APAT-SELCA, 2004 (in stampa) (CNT)

## 5.3 Banche dati

---

## 5.4 Prodotti tecnologici

- Sono state implementate delle routine in linguaggio IDL per l'elaborazione delle immagini AVHRR (CNT):
  - a) avhrr\_cloud.pro: programma per il riconoscimento di eventuali nubi nell'immagine.(CNT).
  - b) avhrr\_noise.pro: per una stima del rapporto segnale/rumore (CNT).
  - c) avhrr\_therm.pro: per una stima del flusso termico di eventuali colate laviche.(CNT).
- Routine per il calcolo delle radianze dai dati raw AVHRR acquisiti dalla stazione TERASCAN (CNT).
- Interfacce grafica per tool di correzione atmosferica basato su codici di trasferimento radiativi modtran-S6 (CNT).
- Sito web dedicato alle misure della campagna FASA-HYPSEO 2003 (CNT).
- Sistema di calibrazione per sistemi aerei nell'IR (RM1).

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
--------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------	------

Misura delle deformazioni lente (intersismiche, vulcaniche, legate ad attività antropica) con tecniche InSAR multitemporali. Applicazione alle aree dell'Abruzzo, bacino di Tivoli-Guidonia, Colli Albani, città di Algeri	Stefano Salvi	INGV, ESA	CNT, RM1	45.000	
Crustal Strain Measurements In Thessaly, Central Greece By Use Of Satellite Geodesy (Gps), Differential Interferometry (Dinsar) And Morphotectonics	Stefano Salvi	M.A.E.	CNT	5.000	
Misura della deformazione cosismica con dati InSAR sulle aree di Izmit (Turchia) 1999, Molise 2002, Bam (Iran) 2003	Salvatore Stramondo	INGV, ESA	CNT, RM1	0	
Investigazione di strutture sismogenetiche tramite dati telerilevati ottici e InSAR. Verifiche di campagna con metodi geofisici. Applicazione alle aree dell'Umbria-Marche, Gargano, Abruzzo	Stefano Salvi	INGV, ASI	CNT, RM1	35.000	
Integration of GPS, DInSAR, and Remote Sensing techniques for the measurement of regional and local crustal deformation in the Central-Southern Apennines	Stefano Salvi	ASI, ESA	CNT, RM1	3.000	
Sistema integrato per il monitoraggio e la gestione del Rischio Sismico – Studio di fattibilità	Stefano Salvi	ASI	CNT, NA-OV	100.000	
Immagini ad alta risoluzione dei processi di preparazione dei futuri forti terremoti italiani	Claudio Chiarabba	MIUR-FIRB	CNT	37.000	
Sistema integrato per il monitoraggio e la gestione del Rischio Vulcanico	M. Fabrizia Buongiorno	ASI	CNT, CT, NA-OV, PA	100.000	
Sviluppo di metodologie per la validazione di misure spaziali su test sites vulcanologici	M. Fabrizia Buongiorno	ASI	CNT, CT, NA-OV, PA	75.000	
Sviluppo e test aereo di un sistema aereo (FASA) costituito da un FTIR ed un sistema ottico	M. Fabrizia Buongiorno	ASI, DLR	CNT, CT	50.000	
Development and application of remote sensing methods for the monitoring of active Italian volcanoes	Mauro Coltelli	GNV	CNT, RM1, CT, NA-OV, PA	30.000	Fondi CNT
Supporto calibrazioni e validazione del sensore TIMS del sistema TELAER	M. Fabrizia Buongiorno	TELESPAZIO	CNT	60.000	
Sviluppo di un sistema UAV per il monitoraggio di fenomeni vulcanici, sismici, ambientali in zone ad alto rischio	M. Fabrizia Buongiorno	INGV	CNT, RM1	4.000	
Sviluppo di un sistema UAV per misure in Antartide	Giuseppe Di Stefano	PNRA	RM1, RM2, CNT	40.000	
EURORISK-PREVIEW	M. Fabrizia Buongiorno	UE FP6	CNT, RM1, CT, NA-OV, PA	0	Approvato nel 2004
Sistema di monitoraggio termico da telerilevamento remoto e prossimale della Regione Campania	Guido Ventura	Regione Campania L.5	NA-OV, RM1	15.000	

TIIMNet - Rete di telerilevamento prossimale all'infrarosso termico integrata da dati geochimici e geofisici per lo studio ed il monitoraggio di aree vulcaniche attive	Giovanni Chiodini	MIUR-PON	NA-OV	119.000	
Boomerang	Gianni Romeo	ASI, INGV	RM1, RM2	0	
Olimpo	Gianni Romeo	ASI, INGV	RM1, RM2	7.700	
Pegaso	Gianni Romeo	PNRA	RM1, RM2	18.800	





## **Obiettivo Specifico: 1.11.**

# **Rete sismica sottomarina**

### **1. Curatore/i:**

Giuseppe D'Anna

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

CNT, RM2, NA-OV

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Sono state programmate attività propedeutiche alla realizzazione di una rete sottomarina sulla scorta delle esperienze acquisite in ambito di progetti europei (ORION ed ASSEM) e nazionali (SN-1 e PON SisMa) e nell'ambito di collaborazioni con altri istituti di ricerca (campagna OBS/H). Le attività programmate sono state presentate sotto forma di studio di fattibilità della "Rete sismica sottomarina" che in sintesi prevede nei prossimi anni, ove fosse definitivamente approvato, le seguenti attività e realizzazioni:

- 1) Attività propedeutiche alla stesura di un progetto esecutivo relativo all'estensione a mare dell'attuale rete sismica.
- 2) Attività propedeutiche alla elaborazione di un progetto esecutivo finalizzato alla estensione a mare del sistema di monitoraggio dei vulcani campani.
- 3) Realizzazione di un primo nucleo di rete sismica mobile costituita da OBS/H e sviluppo di un nuovo prototipo.
- 4) Mantenimento dei sistemi real-time già disponibili e integrazione con la Rete Sismica Nazionale Digitale.
- 5) Progettazione e realizzazione di un prototipo di stazione sismica integrata in connessione con una boa per la comunicazione in real time, in continuo o a trigger.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Acquisizioni digitali da sensore sismico tre componenti larga banda e da idrofono con passo di campionamento a 100 cps e acquisizione 24 bits su hard disks. Collegamenti near-real-time con sistemi integrati acustici e a radio frequenza. Le competenze dell'INGV acquisite nell'ambito della "Rete sottomarina multiparametrica integrata" (vedi obiettivo specifico 1.8 Osservazioni di Geofisica ambientale) possono essere proficuamente utilizzate per la realizzazione di una rete sismica sottomarina. Tali esperienze sono maturate nel corso dei progetti e attività di seguito riportate.

Progetto ORION (EC coordinato dall'INGV): ha realizzato una rete sottomarina multidisciplinare per alte profondità che è stata sperimentata sulla piana batiale in prossimità del vulcano sottomarino Marsili, a 3320 m di profondità, con nodi sottomarini in grado di comunicare fra loro e con la terra tramite una boa. La rete, denominata ORION, è costituita da GEOSTAR (nodo principale), da un nodo satellite, posizionato alla distanza di circa 1 km, da una boa equipaggiata con un sistema di comunicazione near-real-time e da una postazione ricevente a terra installata presso l'Osservatorio di Gibilmanna. Per quel che riguarda l'aspetto sismico dell'intero progetto, i due moduli sono stati equipaggiati con strumentazione sismica (sismometri larga banda e idrofoni) oltre a varia strumentazione geofisica, geochimica e oceanografica (vedi 1.8 "Osservazioni di geofisica ambientale"). La realizzazione di tale progetto ha consentito, tra l'altro, di testare per tutto il periodo di funzionamento una stazione sismica sottomarina near-real-time, ad integrazioni delle reti sismiche a terra e l'operatore da terra, oltre a ricevere messaggi autonomi di stato della stazione, può decidere di interrogare uno qualsiasi dei nodi e scaricare dati e/o porzioni di forme d'onda. Un altro nodo della rete ORION, di dimensioni fisiche più contenute, ed equipaggiato con strumentazione sismica (sismometro e idrofono) è stato integrato in una rete multidisciplinare sottomarina in seno al progetto ASSEM (EC coordinato dall'IFREMER) ad una profondità di 400 metri nel golfo di Corinto. ASSEM, avendo avuto come scopo la realizzazione di una rete sottomarina

multidisciplinare, ha utilizzato strumentazioni geofisiche, geochimiche e oceanografiche per i cui dettagli si rimanda all'obiettivo specifico 1.8 "Osservazioni di geofisica ambientale".

Nel corso del 2004 ha preso avvio il Progetto PON SisMa. Il progetto si propone la realizzazione di un sistema di monitoraggio costituito da sensori posti sul fondo marino in connessione, tramite telemetria acustica, con un sistema di controllo posto su di una boa. La boa sarà connessa via trasmissione radio con un centro di controllo a terra che svolgerà funzioni di supervisione del sistema e integrazione con un sistema analogo operante a terra. Gli elementi innovativi del progetto sono costituiti dall'applicazione della comunicazione acustica bi-direzionale in ambiente particolarmente ostico (costiero a bassa profondità) e dalle modalità di gestione dell'intero sistema.

Ancora nel 2004 l'INGV ha organizzato, in seno al Progetto CAT-SCAN, in collaborazione con la Columbia University - Lamont-Doherty Earth Observatory di New York, una campagna per la deposizione di 12 stazioni sismiche di fondo mare (OBS/H) per integrare le 40 stazioni sismiche larga banda installate a terra. Tale progetto, che si protrarrà per tutto il prossimo anno, ha come scopo l'acquisizione di sismicità locale, regionale e di telesismi per produrre un modello tomografico 3D di una zona soggetta a subduzione come quella interessata dall'arco calabro e dallo slab tirrenico.

#### **4.2 Metodologie d'indagine**

---

#### **4.3 Dati acquisiti**

Segnali da sismometro a larga banda e da idrofono in continuo e per i periodi di funzionamento della varie stazioni.

#### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Integrazione dei dati sismici con le reti sismiche terrestri per una migliore localizzazione e definizione dei modelli di velocità: preliminare individuazione di aree marine potenzialmente sismogenetiche.

#### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Sviluppo ed integrazione de sistemi di comunicazione acustica in acqua ed integrazione con sistemi di comunicazione via radio-links terrestri o via modem satellitare.

### **5. Prodotti**

#### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

---

#### **5.2 Altre Pubblicazioni**

---

#### **5.3 Banche dati**

---

#### **5.4 Prodotti tecnologici**

---

### **6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV**

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
--------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------	------

-	-	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---



## Obiettivo Specifico: 1.12.

# Reti informatiche e GRID

### 1. Curatore/i:

Giovanni Macedonio

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

Amm. Centrale, CNT, RM1, RM2, NA-OV, MI, PA, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Gli obiettivi raggiunti nel 2004 sono in linea con quanto previsto dal Piano Triennale INGV 2004-2006 e sono consistenti con le attività programmate per il triennio successivo (2005-2007). Inoltre, la creazione di un TTC specifico per la coordinazione delle attività relative alle reti informatiche, e che coinvolge tutte le Sezioni INGV, costituisce la premessa indispensabile per la creazione di un'infrastruttura informatica ad alto tenore tecnologico, ben coordinata e basata per lo scambio di dati e informazioni scientifiche nell'Ente.

Il primo risultato ottenuto riguarda la connettività delle Sezioni con linee di trasmissione dati ad alta velocità. Questo è stato realizzato attraverso l'upgrade a velocità superiore di linee di trasmissione dati esistenti, affiancando alle linee esistenti ulteriori linee e utilizzando tecniche di load-balance, o tramite l'attivazione di nuove linee indipendenti (diversi gestori). Questo risulta in una complessa rete per l'interscambio dati che si inserisce ad alta velocità (da 2Mb/s a 16Mb/s) sulle dorsali del GARR-B per lo scambio dati scientifici, si sviluppa sulla rete RUPA (da 256kb/s a 2 Mb/s) per lo scambio dei dati che necessitano una banda garantita (es: dati sismici), utilizza le reti FastWeb (20Mb/s) per il servizio web delle Sezioni INGV di Roma, e utilizza ponti radio (sistemi wireless) e satellitari per la trasmissione dei dati di monitoraggio. Alcuni servizi utilizzano reti virtuali VPN mediante tunnel o canali virtuali criptati, anche utilizzando la rete GARR, come ad esempio la trasmissione dei dati della rete sismica a larga banda tra Stromboli, Napoli e Catania. I sistemi satellitari (Intelsat) sono utilizzati per la trasmissione dei dati sismici centralizzati presso le sedi di Roma, Catania e Grottaminarda. La realizzazione della rete VPN in condizioni critiche, come ad esempio quella per la trasmissione dei dati in continuo dal COA di Stromboli (non presidiato) alle sedi di Napoli e Catania, e l'installazione di reti wireless nelle aree a difficile accesso, hanno costituito un successo nel raggiungimento degli obiettivi, sia per quanto riguarda la realizzazione di sistemi affidabili, sia per quanto riguarda il potenziamento del know-how del personale tecnologico dell'INGV, necessario per la realizzazione della rete VPN dell'INGV a scala nazionale.

Un altro aspetto del TTC riguarda la condivisione di sistemi per il supercalcolo e per lo storage dei dati. In questo settore, si sono sviluppati centri dotati di macchine per il supercalcolo (a Napoli, Bologna, Roma), prevalentemente dedicati alle attività specifiche per la sede. Infatti, a causa del rapido sviluppo delle potenze di calcolo del singolo PC, la programmazione parallela viene utilizzata solo da gruppi che necessitano potenze di calcolo di picco decine di volte superiori a quelle disponibili. Questo riguarda in particolare l'utilizzo di modelli climatici a Bologna, l'analisi real-time dei dati sismici e le simulazioni dei processi di trasporto dei prodotti vulcanici (cenere e lava) a Napoli, o l'utilizzo di modelli fisico-matematici di dinamica della Terra a Roma. Per quanto riguarda i sistemi di storage condivisi, si segnala la realizzazione del sistema realizzato dal CED di Roma, basato sul sistema AFS su Internet per un totale di 18TB, distribuiti su vari servizi (servizio per utenti, back-up dei sistemi, storage dei dati, ecc.).

Infine, relativamente allo sviluppo del sistema di videoconferenza, sono stati effettuati alcuni collegamenti test (es: da Catania).

### 4. Descrizione delle attività

#### 4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

---

#### 4.2 Metodologie d'indagine

---

### 4.3 Dati acquisiti

---

### 4.4 Avanzamenti scientifici

---

### 4.5 Avanzamenti tecnologici

Il sistema attuale di connessione informatica tra le sezioni e sedi INGV si basa su una struttura di tipo misto, realizzata affidando a più gestori le diverse connessioni. Il sistema principale della rete informatica è realizzato tramite la struttura organizzativa del GARR-B, con collegamenti a diverse velocità delle sedi e sezioni ai vari POP.

I collegamenti al GARR-B sono così distribuiti:

- per le Sezioni: MI (2+2 Mb/s), AC/CNT/ROMA1/ROMA2 (16 Mb/s), OV (2+2 Mb/s), CT (2+2 Mb/s), PA (2+2 Mb/s). Per le Sedi: Bologna (2+2 Mb/s), Pisa (2 Mb/s), CUAD Catania (2 Ms/s), Lipari (2 Mb/s), Stromboli (2 Mb/s).
- per le rimanenti sedi sono utilizzate le connessioni: FastWeb 2 Mb/s (in VPN con sede Roma) per L'Aquila, Arezzo, Roma Viale Pinturicchio, Via Nizza (GNV), Telecom: Gibilmanna (VPN su linea HDSL "Ring"), Casteltesino (ADSL), Grottaminarda (POP Telecom), Portovenere (POP Telecom).

In aggiunta a tale collegamento, le sezioni di Roma si sono dotate di un collegamento aggiuntivo tramite FASTWEB (20 Mb/s) su cui vengono smistate le connessioni per questo servizio. Per le specifiche esigenze dei sistemi di monitoraggio, principalmente sismico, sono stati realizzati alcuni collegamenti particolari.

Per il collegamento tra i nodi locali utilizzati per la centralizzazione radio dei segnali sismici ed i Centri di Monitoraggio sono attive le seguenti linee numeriche dedicate:

- OV-Posillipo: connessione Telecom (linea primaria 2 Mb/s, secondaria "RING" HDSL 2Mb/s);
- CT-CUAD: connessione Telecom (2Mb/s);
- CUAD-Nicolosi: connessione Telecom (1 Mb/s);
- Nicolosi-Milo: connessione Telecom (128 Kb/s);
- Osservatorio Magnetico Preturo-Aquila: connessione FASTWEB (VPN).

Per la trasmissione dei dati sismici tra le sezioni CNT, OV e CT è stato attivato un collegamento dedicato tramite RUPA (HDSL 2 Mb/s con BGA di 256 kb/s), con l'intento di realizzare una rete Intranet tra le diverse sale di monitoraggio sismico dell'ente, per una connessione sicura e dedicata alla trasmissione in tempo quasi reale di segnali sismici e dei dati parametrici prodotti dai sistemi automatici per il monitoraggio.

Per la centralizzazione dei segnali delle stazioni della rete sismica nazionale dotate di acquisitori GAIA INGV, sono state realizzate linee numeriche di collegamento al CNT tramite RUPA, dotando la sala sismica di Roma di una linea da 2 Mb/s (BGA 1Mb/s) e le stazioni di linee a bassa velocità (attualmente 15 stazioni). Le rimanenti 38 stazioni dotate di sistemi GAIA, ancora su linee CDN di tipo seriale, saranno progressivamente convertite su linee RUPA. Utilizzando lo stesso tipo di connessione RUPA è in corso la sperimentazione di una trasmissione multipla verso centri di monitoraggio CNT ed OV, dotando la sezione OV di una linea da 512 kb/s (BGA 256 kb/s) e 4 stazioni (MDGR, CDT, SOR, SGG), utilizzate per test ed appartenenti alla rete sismica OV e CNT, di linee da 64 kb (BGA 32 kb/s) per la doppia trasmissione.

Per la centralizzazione dei dati sismici va incluso il sistema di trasmissione satellitare Nanometrics, utilizzato per una parte della rete sismica digitale in fase di espansione. Il sistema utilizza una trasmissione numerica, tramite protocollo IP in modalità bidirezionale tra HUB di centralizzazione e stazioni periferiche, utilizzando tecnologia VSAT – TDMA su servizi Intelsat.

I sistemi satellitari sono centralizzati presso il CNT, CT ed il Centro di Grottaminarda.

Per il calcolo scientifico sono stati realizzati alcuni sistemi dedicati al calcolo parallelo. In particolare la sede di Bologna ha realizzato e gestisce localmente un sistema per il calcolo parallelo vettoriale dedicato essenzialmente ad applicazioni di tipo climatiche che richiedono notevole potenza di calcolo. La configurazione attuale del sistema è costituita da un server SUN SFV880 (8 CPUs), responsabile della gestione delle procedure di calcolo scalari, ad esempio la fase di compilazione dei codici numerici, e da 2 supercalcolatori vettoriali NEC SX6 dotati rispettivamente di 4 e 8 CPUs, sui quali sono lanciati i modelli di calcolo. Nell'ambito di un progetto FIRB-GRID, l'unità di Bologna partecipa con un'attività per l'integrazione del sistema come "computing element" della Grid del progetto (grid.it). A Napoli è stato realizzato un cluster Linux, costituito da 132 CPU Xeon da 2.4 Ghz distribuite su 66 nodi biprocessore, con un totale di 66 GB di memoria RAM ECC, dedicato all'analisi in tempo reale dei segnali sismici per il monitoraggio vulcanico. Presso il CED di Roma sono stati realizzati due cluster Linux di piccola e media dimensione (progetto HYDRA), su cui operano alcuni gruppi delle diverse sezioni di Roma. I cluster sono composti, rispettivamente, da 24 e 8 nodi, ciascuno dotato di 2 CPU Intel Xeon 2.4GHz.

Presso il CED di Roma sono stati realizzati sistemi di mass-storage basati su file-system distribuito (AFS) su Internet, a favore di una utenza generale dell'Istituto (600 Mbytes/persona per un totale di 4TB), a cui si aggiunge un sistema di mass-storage da 12 TB (NFS) ad uso locale, ed un sistema NAS da 2 TB per il backup incrementale di alcuni server Unix delle sezioni di Roma.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

### 5.2 Altre Pubblicazioni

---

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

- Reti trasmissione dati di monitoraggio a scala nazionale e regionale.
- Rete per lo scambio di dati scientifici via Internet.
- Prototipi di reti VPN per lo scambio dati di monitoraggio (da estendere a tutte le sedi INGV).
- Sistemi di calcolo parallelo ad elevate prestazioni (Bologna, Napoli e Roma).
- Sviluppo di software per il calcolo su GRID.

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
FIRB-GRID	Antonio Navarra	MIUR	RM2 (BO), NA-OV		





## Obiettivo Specifico: 2.1.

# Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali

### 1. Curatore/i:

Paola Albini e Gianluca Valensise

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM1, NA-OV, MI, PA, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### a. Attività in campo geologico

##### *a.1. - Studi sulla tettonica attiva e su cause ed effetti dei terremoti*

Tra le attività a carattere geologico spiccano le indagini sullo stress attivo. Nel 2004 sono state completate ricerche su specifici settori dell'Appennino [81, 101] ed è stata pubblicato un aggiornamento della mappa del campo di stress a scala mediterranea [245]. Numerose ricerche hanno riguardato l'individuazione e caratterizzazione delle principali sorgenti sismogenetiche, in Italia e all'estero (Grecia, Graben del Reno, Turchia). Sono stati integrati dati di superficie da rilevamento geologico-strutturale, indagini geomorfologiche integrate con dati storici e sismologici [112, 160, 367], dati paleosismologici [229], con dati di sottosuolo da geofisica crostale superficiale e profonda [242], stratigrafia di pozzi profondi e indagini geognostiche. Lavori innovativi hanno esplorato i rapporti tra tettonica e caratteristiche geochemiche dei fluidi profondi in Italia centrale [194], Calabria [293] e Grecia [292]. Molte ricerche di questo settore sono confluite nella versione 3.0 della banca-dati delle sorgenti sismogenetiche DISS. Di questa banca dati hanno beneficiato approfondimenti sulla sismotettonica del territorio italiano e in particolare della Toscana, nel quadro di valutazioni di pericolosità sismica. Diverse ricerche hanno riguardato la deformazione tettonica a scala regionale, studiata sia con indagini strutturali sia con metodi indiretti, con riferimento a Italia meridionale [100, 244], Grecia [225], Provenza [334]. Sono proseguiti gli studi per il riconoscimento di deformazioni cosismiche, recenti [184] e storiche [270, 271], associate a terremoti greci e nordamericani. Alcuni studi sono stati finalizzati alla caratterizzazione paleosismologica delle relative faglie sismogenetiche.

##### *a.2. - Osservazioni geologiche sui vulcani attivi italiani*

Numerose ricerche hanno avuto come oggetto il contesto geodinamico dei vulcani attivi italiani. Le indagini hanno riguardato l'Etna, le isole Eolie e i vulcani campani, e sono state centrate sia su strutture fragili [1, 147] che sui meccanismi evolutivi [2]. Ulteriori indagini hanno riguardato il fenomeno dello spreading laterale sul versante orientale dell'Etna [258]. Uno dei temi portanti della ricerca vulcanologica riguarda la storia eruttiva e deformativa dei vulcani italiani. Si tratta di indagini a carattere multidisciplinari che affiancano competenze geologiche, geochemiche, sedimentologiche, storiche. Anche in questo caso le ricerche, che producono dati indispensabili per la valutazione della pericolosità, hanno riguardato gran parte dei vulcani italiani, tra cui l'Etna [51], i Campi Flegrei [109, 118, 129, 193, 264], il Vesuvio e la Provincia Comagmatica Campana [275, 290] e la Provincia Comagmatica Romana [219]. Nell'ambito degli studi tessiturali di prodotti piroclastici sono state svolte diverse analisi dei prodotti del vulcanismo dell'area flegrea [124, 125]. Questi studi hanno riguardato le caratteristiche di tessitura della frazione pomicea dei prodotti di "surge basali", e i loro risultati forniscono vincoli sulle proprietà di scorrimento del magma e quindi sull'intera dinamica eruttiva. Diverse ricerche hanno riguardato i fenomeni sottomarini associati al vulcanismo, e in particolare il potenziale tsunamigenico delle isole vulcaniche italiane, con specifico riferimento a Stromboli. Le indagini hanno riguardato sia lo tsunami del 2002 [216], sia episodi precedenti documentati per via sedimentologica [350].

## b. Attività in campo storico

### *b1. Sismologia storica*

Sono stati compiuti approfondimenti di terremoti forti e moderati, con particolare riferimento alla Toscana (1558, Siena), alla Grecia (Locris, 1894) [14] e alla Siria (XII secolo) [180, 181]. Altri studi a carattere generale hanno riguardato l'Italia e l'America meridionale [63, 136]. Sono state avviate analisi per dotare di uno studio completo di dati macrosismici circa 700 terremoti moderati in territorio italiano. In area mediterranea è stato compiuto uno studio di alcuni eventi minori dell'Adriatico orientale tra XIV e XVIII secolo [13] ed è stato definito lo stato delle conoscenze sulla sismicità della Libia tra il III sec. d.C. e gli inizi del XX secolo [345]. Informazioni su aree e finestre temporali "silenziose" sono state rintracciate con ricerche mirate a fonti seriali [64, 77] e sono stati predisposti studi su terremoti sinora sconosciuti al catalogo italiano. Le ricerche a carattere metodologico-sperimentale hanno riguardato una miglior definizione della completezza dei dati storici di sito [26] e soprattutto le analisi per le valutazioni di completezza del catalogo italiano per studi di pericolosità sismica [344].

### *b2. Vulcanologia storica*

Sono proseguite le attività di ricerca sulle grandi eruzioni storiche del Vesuvio degli anni 79, 472 e 1631, sui Campi Flegrei e su Ischia [99]. E' in fase avanzata di preparazione la banca dati delle eruzioni storiche, iniziata con l'Etna e progressivamente estesa a Eolie e Campania.

## c. Attività in campo geoarcheologico

Le indagini archeosismologiche sono finalizzate all'individuazione di tracce di terremoti di età antica o medievale su strutture monumentali o in contesti di scavo. In questo filone ricadono ricerche condotte in Italia centro-meridionale [165, 220]. Ricerche di geoarcheologia in chiave vulcanologica sono state centrate sull'area napoletano-flegrea, la Piana Campana e l'isola di Ischia, in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici, nonché sul Vulcano Laziale [195]. Alcune ricerche archeologiche hanno riguardato i rapporti tra stratigrafia, variazioni climatiche suborbitali ed etnostratigrafia, con ricerche che hanno riguardato Umbria, Abruzzo e Campania per gli ultimi 30.000 anni. Alcune strutture archeologiche di aree costiere della Toscana e delle Eolie sono state analizzate per ricavarne dati sull'innalzamento medio del Mediterraneo negli ultimi 2000 anni [200].

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

### **4.2 Metodologie d'indagine**

Questo O.S. coinvolge i ricercatori attivi nel campo della raccolta dei dati da testimonianze storiche e archeologiche e quelli che raccolgono ed elaborano evidenze dirette dei fenomeni geofisici sul terreno. Tutte le discipline coinvolte in questo O.S. sono caratterizzate da una forte componente sperimentale, da cui discende la sua definizione di Laboratorio. Un'altra componente essenziale di questo O.S. è l'orientamento verso indagini tese a descrivere l'evoluzione nel lungo termine dei fenomeni naturali potenzialmente catastrofici. Il Laboratorio contribuisce in modo determinante alla costituzione di un insieme di dati qualificati che formano il substrato delle valutazioni di pericolosità sismica e vulcanica. Gli studi geologici sono focalizzati su due settori principali. Il primo affronta la tettonica attiva nell'accezione più ampia di questa definizione, mentre la seconda ha come oggetto di studio i vulcani e le manifestazioni geodinamiche. Gli studi di tettonica attiva si basano principalmente sulla raccolta di dati sperimentali di superficie (da rilevamento di campagna, dati topografici, immagini telerilevate ecc.) e l'acquisizione di dati del sottosuolo (da metodologie di geofisica applicata perforazioni, ecc.). I vulcani vengono studiati con le stesse tecniche e in più con metodologie più specifiche che includono stratigrafia, paleomagnetismo e le caratteristiche sedimentologiche e petrografiche dei depositi. Gli studi storici si occupano primariamente della ricerca e interpretazione delle testimonianze storiche sugli effetti dei terremoti del passato, per valutarne l'intensità macrosismica e ricostruirne lo scenario complessivo. A partire dalla stessa metodologia, le indagini sulle eruzioni vulcaniche storiche dedicano maggiore attenzione alla storia delle eruzioni, al loro impatto sull'ambiente, alla correlazione tra eruzioni e terremoti. Gli studi geoarcheologici rappresentano un'innovazione recentissima. Essi integrano gli studi a carattere storico, estendendo all'indietro nel tempo le osservazioni fornite dalle altre discipline e consentendo quindi valutazioni a carattere previsionale più accurate.

### 4.3 Dati acquisiti

Le ricerche sulla tettonica attiva, sul campo di sforzi regionale e su singoli grandi eventi del passato aumentano il bagaglio delle conoscenze sulla cinematica delle grandi strutture attive e sul loro comportamento durante forti terremoti futuri. Molti dei numerosi dati acquisiti nel 2004, inclusi quelli ottenuti dalla sismologia storica e dall'archeosismologia, che talora rappresentano l'unica testimonianza dell'attività sismica in alcune aree, serviranno come stime di riferimento per valutare le caratteristiche salienti della sismicità (magnitudo attesa, slip rates) in zone estese, ma poco studiate. Molte di queste conoscenze vengono poi rielaborate e messe nuovamente a disposizione dei ricercatori e del pubblico nel quadro della banca-dati delle sorgenti sismogenetiche DISS. Significativa anche la recente acquisizione di dati sui fluidi circolanti in alcune importanti zone di faglia dell'Italia e della Grecia. Sul fronte vulcanologico la raccolta di nuove conoscenze segue da vicino l'evoluzione tecnologica dei sistemi di acquisizione dei dati di terreno e delle tecniche analitiche. Il principale elemento di novità è forse rappresentato dalla forte multidisciplinarietà degli approcci per la ricostruzione della storia eruttiva dei vulcani italiani, che integrano il lavoro di rilevamento diretto con analisi di laboratorio estremamente specifiche e con modelli fisici del processo eruttivo. A questo proposito va menzionato il recente e quantitativamente cospicuo contributo di dati storici, che consente di vincolare sulla base di fonti scritte le evidenze della normale attività eruttiva e le fasi parossistiche desumibili per via stratigrafica.

### 4.4 Avanzamenti scientifici

L'approfondimento del dialogo tra le diverse discipline rappresentate in questo O.S. ha portato a studi che, attraverso l'interpretazione congiunta a partire da dati raccolti con le metodologie proprie di ciascun settore, propongono importanti innovazioni nella comprensione dei fenomeni sismici e vulcanici, e quindi nella possibilità di prevederli. Di particolare rilievo i risultati che si stanno conseguendo nella descrizione della sismogenesi in Italia e in alcuni paesi del bacino del Mediterraneo, grazie ai quali sono state messe in evidenza nuove aree sismiche e sono state meglio comprese le caratteristiche di quelle già note. Similmente, sono estremamente importanti i risultati conseguiti nello studio della storia eruttiva di diversi vulcani italiani, che hanno messo in luce episodi parossistici e meccanismi evolutivi difficilmente desumibili dal solo studio dell'attività recente e attuale.

### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(1) Acocella, V. and M. Neri. Structural features of an active strike-slip fault on the sliding flank of Mt. Etna (Italy), *J. Struct. Geol.* (accepted).

(2) Acocella, V., R. Funiciello, E. Marotta, G. Orsi and S. de Vita (2004). The role of extensional structures on experimental calderas and resurgence, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 129, 1-3, 199-217.

(13) Albin, P. (2004). A survey of the past earthquakes in Eastern Adriatic (14th to early 19th century), *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 675-703.

(14) Albin, P. and D. Pantosti (2004). The 20 and 27 April 1894 (Locris, Central Greece) earthquake sources through coeval records on macroseismic effects, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 4, 1305-1326.

(26) Azzaro, R., M.S. Barbano, R. Camassi, S. D'Amico, A. Mostaccio, G. Piangiamore and L. Scarfi (2004). The earthquake of 6 September 2002 and the seismic history of Palermo (Northern Sicily, Italy): implications for the seismic hazard assessment of the city, *J. Seismol.*, 8, 4, 525-543.

(51) Branca, S. and P. Del Carlo. Types of eruptions of Etna Volcano AD 1670-2003: implications for short-term eruptive behavior, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(63) Camassi, R. (2004). Catalogues of historical earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 645-657.

(64) Camassi, R. and V. Castelli (2004). Looking for "new" earthquake data in the 17th-18th century European "newssellers" network, *J. Earthqu. Eng.*, 8, 3, 335-359.

- (77) Castelli, V. and R. Camassi. The shadow-zone of large Italian earthquakes: early journalistic sources and their perception of 17th-18th centuries seismicity, *J. Earthqu. Eng.* (accepted).
- (81) Chiaraluca, L., M.R. Barchi, C. Collettini, F. Mirabella and S. Pucci. Connecting seismically active normal faults with Quaternary geological structures in a complex extensional environment: the Colfiorito 1997 case history (Northern Apennines, Italy), *Tectonics* (accepted).
- (99) Cubellis, E., S. Carlino, R. Iannuzzi, G. Luongo and F. Obrizzo (2004). Management of historical seismic data using GIS: the Island of Ischia (Southern Italy), *Nat. Hazards*, 33, 3, 379-393.
- (100) Cucci, L. Raised marine terraces in the northern Calabrian Arc (southern Italy): a ~600 000 yr-long geological record of regional tectonic deformation, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (101) Cucci, L., S. Pondrelli, A. Frepoli, M.T. Mariucci and M. Moro (2004). Local pattern of stress field and seismogenic sources in the Pergola-Melandro basin and the Agri valley (Southern Italy), *Geophys. J. Int.*, 156, 3, 575-583.
- (109) De Astis, G., L. Pappalardo and M. Piochi (2004). Procida volcanic history: new insights into the evolution of the Phlegraean Volcanic District (Campania region, Italy), *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 622-641.
- (112) De Martini, P.M., D. Pantosti, N. Palyvos, F. Lemeille, L. McNeill and R. Collier (2004). Slip rates of the Aigion and Eiki faults from uplifted marine terraces, Corinth Gulf, Greece, *C. R. Geosci.*, 336, 4-5, 325-334.
- (118) Deino, A.L., G. Orsi, S. de Vita and M. Piochi (2004). The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera – Italy) assessed by  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating method, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 157-170.
- (124) Dellino, P., R. Isaia and M. Veneruso (2004). Turbulent boundary layer shear flows as an approximation of base surges at Campi Flegrei (Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 211-228.
- (125) Dellino, P., R. Isaia, L. La Volpe and G. Orsi (2004). Interaction between particles transported by fallout and surge in the deposits of the Agnano-Monte Spina eruption (Campi Flegrei, Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 193-210.
- (129) D'Oriano, C., E. Poggianti, A. Bertagnini, R. Cioni, P. Landi, M. Polacci and M. Rosi. Changes in eruptive style during the A.D. 1538 Monte Nuovo eruption (Phlegraean Fields, Italy): the role of syn-eruptive crystallization, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (136) Espinosa Baquero, A., A.A. Gómez Capera and E. Salcedo Hurtado (2004). State-of-the-art of the historical seismology in Colombia, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 437-449.
- (147) Favalli, M., D. Karátson, R. Mazzuoli, M.T. Pareschi and G. Ventura. Volcanic geomorphology and tectonics of the Aeolian archipelago (Southern Italy) based on integrated DEM data, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (160) Fracassi, U., B. Nivière and T. Winter. First appraisal to define possible seismogenic sources from historical earthquake damages in southern Upper Rhine Graben, *Quat. Sci. Rev.* (accepted).
- (165) Galadini, F. and P. Galli (2004). The 346 A.D. earthquake (central-southern Italy): an archaeoseismological approach, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 885-905.
- (180) Guidoboni, E., F. Bernardini and A. Comastri (2004). The 1138-1139 and 1156-1159 destructive seismic crises in Syria, southeastern Turkey and northern Lebanon, *J. Seismol.*, 8, 1, 105-127.
- (181) Guidoboni, E., F. Bernardini, A. Comastri and E. Boschi (2004). The large earthquake on 29 June 1170 (Syria, Lebanon, and central southern Turkey), *J. Geophys. Res.*, 109, B7, B07304.
- (184) Haeussler, P.J., D.P. Schwartz, T.E. Dawson, H.D. Stenner, J.J. Lienkaemper, B. Sherrod, F.R. Cinti, P. Montone, P. Craw, A.J. Crone and S.F. Personius. Surface rupture and slip distribution of the Denali and Totschunda faults in the November 3, 2002 M7.9 earthquake, Alaska, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (193) Isaia, R., M. D'Antonio, F. Dell'Erba, M. Di Vito and G. Orsi (2004). The Astroni volcano: the only example of closely spaced eruptions in the same vent area during the recent history of the Campi Flegrei caldera (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 171-192.
- (194) Italiano, F., G. Martinelli and A. Rizzo (2004). Geochemical evidence of seismogenic-induced anomalies in the dissolved gases of thermal waters: a case study of Umbria (Central Apennines, Italy) both during and after the 1997-1998 seismic swarm, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 11, Q11001.
- (195) Jackson, M.D., F. Marra, R.L. Hay, C. Cawood and E. Winkler. Judicious selection and preservation of tuff and travertine building stone in ancient Rome, *Archaeometry* (accepted).

- (200) Lambeck, K., M. Anzidei, A. Antonioli, A. Benini and A. Esposito (2004). Sea-level in Roman time in the Central Mediterranean and implications for recent change, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 224, 3-4, 563–575.
- (216) Maramai, A., L. Graziani, G. Alessio, P. Burrato, L. Colini, L. Cucci, R. Nappi, A. Nardi and G. Vilardo. Field-survey report of the 30 December 2002 Stromboli (southern Italy) tsunami in the near- and far-field, *Mar. Geol.* (accepted).
- (219) Marra, F., J. Taddeucci, C. Freda, W. Marzocchi and P. Scarlato (2004). Recurrence of volcanic activity along the Roman Comagmatic Province (Tyrrhenian margin of Italy) and its tectonic significance, *Tectonics*, 23, 4, TC4013.
- (220) Marra, F., P. Montone, M. Pirro and E. Boschi (2004). Evidence of tectonics on Roman aqueducts system (II-III century A.D.) near Roma, *J. Struct. Geol.*, 4, 679-690.
- (225) Mattei, M., N. D'Agostino, I. Zananiri, D. Kondopoulou, S. Pavlides and V. Spatharas (2004). Tectonic evolution of fault-bounded continental blocks: comparison of paleomagnetic and GPS data in the Corinth and Megara basins (Greece), *J. Geophys. Res.*, 109, B2, B02106.
- (229) McNeill, L.C., R.E.L. Collier, P.M. De Martini, D. Pantosti and G. D'Addezio. Recent history of the Eastern Eliki Fault, Gulf of Corinth: Geomorphology, paleoseismology and impact on paleoenvironments, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (242) Mirabella, F., M.G. Ciaccio, M.R. Barchi and S. Merlini (2004). The Gubbio normal fault (central Italy): geometry, displacement, distribution and tectonic evolution, *J. Struct. Geol.*, 26, 2233-2249.
- (244) Monaco, C., S. Catalano, O. Cocina, G. De Guidi, C. Ferlito, S. Gresta, C. Musumeci and L. Tortorici. Tectonic control on the eruptive dynamics at Mt. Etna volcano (Sicily) during the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (245) Montone, P., M.T. Mariucci, S. Pondrelli and A. Amato (2004). An improved stress map for Italy and surrounding regions (Central Mediterranean), *J. Geophys. Res.*, 109, B10, B10410.
- (258) Neri, M., V. Acocella and B. Behncke, (2004). The role of the Pernicana Fault System in the spreading of Mount Etna (Italy) during the 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.*, 66, 5, 417-430.
- (264) Orsi, G., M.A. Di Vito and R. Isaia (2004). Volcanic hazard assessment at the restless Campi Flegrei caldera, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 514-530.
- (270) Pantosti, D., P.M. De Martini, D. Papanastassiou, F. Lemeille, N. Palyvos and G. Stavrakakis (2004). Paleoseismological trenching across the Atalanti fault (Central Greece): evidence for the ancestors of the 1894 earthquake during Middle Age and Roman time, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 531-549.
- (271) Pantosti, D., P.M. De Martini, I. Koukouvelas, L. Stamatopoulos, N. Palyvos, S. Pucci, F. Lemeille and S. Pavlides (2004). Paleoseismological investigations of the Aigion fault (Gulf of Corinth, Greece), *C. R. Geosci.*, 336, 4-5, 335-342.
- (275) Pappalardo, L., M. Piochi and G. Mastrolorenzo (2004). The 3550 year BP – 1944 A.D. magma-plumbing system of Somma-Vesuvius: constraints on its behaviour and present state through a review of Sr-Nd isotope data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1471-1483.
- (290) Piochi, M., L. Pappalardo and G. De Astis (2004). Geochemical and isotopical variations within the Campanian Comagmatic province: implications on magma source composition, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1485-1499.
- (292) Pizzino, L., F. Quattrocchi, D. Cinti and G. Galli (2004). Fluid geochemistry along the Eliki and Aigion seismogenic segments (Gulf of Corinth, Greece), *C. R. Geosci.*, 336, 4-5, 367-374.
- (293) Pizzino, L., P. Burrato, F. Quattrocchi and G. Valensise (2004). Geochemical signature of large active faults: the example of the 5 February 1783, Calabrian earthquake, *J. Seismol.*, 8, 3, 363-380.
- (334) Siame, L., B. Bellier, R. Braucher, M. Sèbrier, M. Cushing, D. Bourlès, B. Hamelin, E. Baroux, B. de Voogd, G. Raisbeck and F. Yiou (2004). Local erosion rate versus active tectonic: cosmic ray exposure modelling in Provence (South-East France), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 220, 3-4, 345-364.
- (344) Stucchi, M., P. Albini, C. Mirto and A. Rebez (2004). Assessing the completeness of Italian historical earthquake data, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 659-673.
- (345) Suleiman, A.S., P. Albini and P. Migliavacca (2004). A short introduction to historical earthquakes in Libya, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 545-554.
- (350) Tanner, L.H. and S. Calvari (2004). Unusual sedimentary deposits on the SE side of Stromboli volcano, Italy: products of a tsunami caused by the ca. 5000 years BP Sciara del Fuoco collapse?, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 4, 329-340.

(367) Vannoli, P., R. Basili and G. Valensise (2004). New geomorphic evidence for anticlinal growth driven by blind-thrust faulting along the northern Marche coastal belt (central Italy), *J. Seismol.*, 8, 3, 297-312.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Albini, P., V. García Acosta, R.M.W. Musson e M. Stucchi (a cura di) (2004). Investigating the Records of Past Earthquakes. 21st Course of the Int. School of Geophysics, Erice (Italy), 1-7 July 2002, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 335-911. (MI)

Basili, R., P. Burrato e G. Valensise (2004). Summary of Workpackage 8 (lead participant: INGV). In: Final report of the EC Project SAFE (EVG1-2000-22005). (RM1)

Burrato, P. (2004). Il terremoto del 16 dicembre 1857: geologia e geomorfologia dell'area epicentrale e identificazione della sorgente sismogenetica, in: G. Ferrari (ed.), *Viaggio nelle aree del terremoto del 16 dicembre 1857*, vol. 1, 187-208. (RM1)

Camassi, R. (2004). I paesi abbandonati. *Parametro. Rivista Internazionale di Architettura e Urbanistica*, 34, 251, 50-55. (MI)

Castelli, V. (2004a). Between Tevere and Arno: a preliminary revision of seismicity in the Casentino-Sansepolcro (Tuscany, Italy) area. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 45, 1-2, 35-49. (MI)

Castelli, V. (2004b). Hidden behind the ranges: how the 13 April 1558 "Sienese" earthquake was put in its place. *Seismological Research Letters*, 75, 3, 342-351. (MI)

Fracassi, U. e G. Valensise (2004). The "layered" seismicity of Irpinia: Important but incomplete lessons learned from the 1980/11/23 earthquake. In: M. Pecce, G. Manfredi and A. Zollo (eds.), *The Many Facets of the Seismic Risk*, CRdC-AMRA, 46-52. (RM1)

Galadini, F. (2004). Quaternary tectonics. In: U. Crescenti, S. D'Offizi, S. Merlino e L. Sacchi (eds.), *Geology of Italy*, spec. vol. of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence-2004, 177-181. (RM1)

Giaccio, B., M. F. Rolfo, S. Bozzato, F. Galadini, P. Messina, M. Silvestrini e A. Sposato (2004). La risposta ambientale ed umana alle oscillazioni climatiche sub-orbitali dell'OIS3: evidenze geoarcheologiche dalla Piana di Colfiorito (Appennino centrale). *Il Quaternario*, 17, 239-256. (RM1)

Gómez Capera, A.A. and I. Leschiutta (2004). Determining the parameters of earthquake sources in South America from macroseismic intensity data (CERESIS database). *Memorias del I Congreso Latinoamericano de Sismología y II Congreso Colombiano de Sismología*, Armenia (Colombia), Agosto 16 al 21 del 2004, CD-ROM, 21 pp. (MI)

Haeussler, P. J., D.P. Schwartz, T.E. Dawson, H.D. Stenner, J.J. Lienkaemper, F.R. Cinti, P. Montone, B. Sherrod and P. A. Craw (2004). Surface Rupture of the 2002 Denali Fault, Alaska, Earthquake and Comparison with Other Strike-Slip Ruptures, *Earthq. Spectra*, 20, 3, 565-578. (RM1)

Meletti, C. e G. Valensise (2004). Zonazione sismogenetica ZS9 - Appendice 2. In: Gruppo di Lavoro (2004). *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 3274* <<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>>, 38 pp. (MI)

Meletti, C., R. Camassi, M. Stucchi e G. Valensise (2004). Definizione dello stato delle conoscenze in materia di pericolosità sismica del territorio regionale, con approfondimento su elementi e aree particolari. *Rapporto finale. Rapporto Tecnico INGV-MI per la Regione Toscana*, Milano, maggio 2004, 74 pp. (MI)

Pantosti D. et al. (2004). Second year INGV, Annual Report of the EC Project Relief (EVG1-CT-2002-00069) Large Earthquake faulting and Implications for the Seismic Hazard Assessment in Europe. (RM1)

SGA (2004). *Terremoti medievali sconosciuti ai cataloghi italiani in uso (secoli XI-XV). Contributo alla completezza del catalogo italiano*. RPT 268/04, Bologna. (RM1)

Valensise G., D. Pantosti, and R. Basili (2004). Seismology and Tectonic Setting of the Molise Earthquake Sequence of October 31-November 1, 2002. *Earthq. Spectra*, 20, 1-15. (RM1)

Valensise, G., A. Astori, R. Basili, P. Burrato, D. Massoli, D. Pantosti e P. Vannoli (2004). Contribution of SAFE partner 2-INGV. In: Final report of the EC Project SAFE (EVG1-2000-22005). (RM1)

Valensise, G., e K. Atakan (a cura di) (2004). Advances in active faulting studies and their implications for seismic hazard assessment in the Euro-mediterranean region, Special Issue, *J. of Seismology*, 8, 3, 297-437. (RM1)

### 5.3 Banche dati

- DISS Working Group (2004). Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3.0, standalone e per Internet (<http://www.ingv.it/banchedati/banche.html>). (RM1)
- INGV e SGA (2004). Sistema informativo sulle eruzioni storiche dei vulcani italiani e mediterranei (in corso di ulteriore sviluppo). (CT)

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
SAFE, Slow Active Faults in Europe	Gianluca Valensise	EC (FP5)	RM1	12.000	(progetto concluso nel maggio 2004)
Relief	Daniela Pantosti	EC (FP5)	RM1	22.000	Termina a novembre 2005
Exploris	Augusto Neri	EC (FP5)	RM1		Termina a fine 2005
Studio delle sorgenti sismogenetiche nella Regione Marche	Gianluca Valensise	Regione Marche	RM1	37.000	UR di un progetto coordinato da Gianluca Valensise, INGV-RM1 - termina a maggio 2005
Terremoti Probabili in Italia 2000-2030	Gianluca Valensise	GNDT (Programma Quadro 2000-2003)	CNT, MI, RM1		UR di un progetto coordinato da Alessandro Amato, INGV-CNT - progetto concluso
Terremoti Probabili in Italia 2000-2030	Massimiliano Stucchi	GNDT (Programma Quadro 2000-2003)	CNT, MI, RM1		UR di un progetto coordinato da Alessandro Amato, INGV-CNT - progetto concluso
Diagnostica e salvaguardia manufatti architettonici con particolare riferimento agli effetti derivanti da eventi sismici ed altre calamità naturali	Antonio Rovelli	MIUR-FISR	RM1	172.000	Termina a ottobre 2005
Studi per la caratterizzazione del rischio sismologico. Siti di Cortemaggiore (PC) e Candela (FG)	Carlo Meletti	Snam Progetti	MI, RM1	25.000	Termina a giugno 2005
Definizione dello stato delle conoscenze in materia di pericolosità sismica del territorio regionale, con approfondimento su elementi e aree particolari	Massimiliano Stucchi	Regione Toscana	MI, RM1	25.000	Convenzione conclusa nel maggio 2004
Gli effetti sull'uomo e sul clima delle grandi eruzioni esplosive	Giovanni Orsi	MIUR-FIRB	NA-OV	37.800	Termina a ottobre 2005
Definizione e zonazione della pericolosità vulcanica della caldera risorgente dei Campi Flegrei e suoi effetti sull'uomo e sull'ambiente	Giovanni Orsi	GNV (Programma Quadro 2000-2003)	NA-OV		UR di un progetto coordinato da Giovanni Orsi, INGV-OV - progetto concluso
Scenari eruttivi attraverso ricerche	Massimo	GNV	CT, RM1		UR di un

di modellistica fisica e vulcanologia sperimentale	Pompilio	(Programma Quadro 2000-2003)			progetto coordinato da Raffaello Trigila, UniRoma 3 – progetto concluso
Pericolosità del vulcano Stromboli	Massimo Pompili	GNV (Programma Quadro 2000-2003)	CT, RM1		UR di un progetto coordinato da Mauro Rosi, UniPisa – progetto concluso



## **Obiettivo Specifico: 2.2.**

# **Laboratorio di paleomagnetismo**

### **1. Curatore/i:**

Leonardo Sagnotti

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM2

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Per quanto riguarda i due punti di sviluppo tecnologico ed adeguamento strumentale elencati nel PT 2004-2006 come "Principali risultati attesi nel triennio" (1- implementazione della dotazione strumentale ed analitica del laboratorio per la misura dei cicli di isteresi anche in materiali debolmente magnetici e l'analisi di diagrammi FORC; 2- ampliamento della struttura di schermatura magnetica per consentire l'installazione di un nuovo magnetometro criogenico) si pone in evidenza che nel corso del 2004 è stato organizzato uno specifico sopralluogo dei tecnici specializzati che, nel 1993, hanno costruito la stanza magneticamente schermata attualmente installata nel laboratorio. A seguito di tale sopralluogo si è provveduto alla redazione di un progetto esecutivo per la realizzazione di una nuova stanza schermata. L'ampliamento della stanza schermata è necessario in vista dell'arrivo di un secondo magnetometro criogenico, acquisito nell'ambito del Sistema Interlaboratorio Antartico del PNRA, per il quale nel corso del 2004 si è prodotta la necessaria documentazione e si sono adempite le formalità burocratiche. Inoltre nel 2004 si è preparato il materiale necessario per l'acquisto di un magnetometro MicroMag della Princeton Measurements Corporation, acquisito su fondi della Convenzione con la Regione Lazio, per lo studio del proprietà magnetismo delle polveri sottili atmosferiche. Tale strumento, la cui installazione laboratorio è pianificata per la tarda primavera del 2005, consentirà la misura delle proprietà di isteresi di materiali debolmente magnetici, quali i filtri delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria, e consentirà l'effettuazione in automatico di misure di cicli di isteresi parziali, con realizzazione di diagrammi FORC (first order reversal curves) che costituiscono attualmente il metodo di indagine più potente per la caratterizzazione e discriminazione di diverse popolazioni di particelle magnetiche nei materiali. Con tali implementazioni strutturali, strumentali ed analitiche, il laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV raggiungerà livelli di assoluta eccellenza nel settore specifico nell'ambito del panorama internazionale. Per quanto riguarda gli obiettivi scientifici delle attività di ricerca svolte nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV, elencati nell'introduzione del capitolo 2.2 nel PT 2004-2006, questi ricadono in parte all'interno di altre voci del PT 2005-2007 (3.2 Struttura e dinamica dell'interno della Terra: Geodinamica e Geomagnetismo - ex 3.A.2 nel PT 2004-2006 e 3.5 Glaciologia, Paleoclima e Magnetismo ambientale - ex 3.B.2 nel PT 2004-2006) e si rimanda a tali sezioni per la loro rendicontazione. Con riferimento ai temi scientifici svolti nel laboratorio di paleomagnetismo e non inclusi in altri punti del PT 2004-2006, si precisa che nel corso del 2004 sono stati raggiunti significativi avanzamenti in studi che riguardano le proprietà magnetiche di base dei sedimenti, la magnetostratigrafia, lo studio della paleovariatione secolare del campo magnetico terrestre e l'applicazione del paleomagnetismo alla valutazione del rischio vulcanico (per i quali viene data una breve descrizione nel paragrafo 4.4 "Avanzamenti scientifici"). Sono stati infine sviluppati diversi progetti di ricerca proposti per un finanziamento da parte di istituzioni esterne, su tematiche di geodinamica, di magnetismo ambientale e di magnetostratigrafia integrata.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

#### **4.2 Metodologie d'indagine**

Le ricerche di paleomagnetismo si basano sulla raccolta di campioni orientati sul terreno o da perforazioni marine ed oceaniche. Gli studi sulle proprietà magnetiche fondamentali delle rocce, dei minerali e di altri materiali vengono svolti su

campioni opportunamente preparati. Gli studi sulle proprietà magnetiche fondamentali di rocce e minerali sono propedeutici per una corretta applicazione dei dati paleomagnetici nei diversi settori della geofisica e per gli studi applicati alle ricostruzioni paleoclimatiche ed ambientali. Tutte le misure relative alle proprietà magnetiche e paleomagnetiche delle rocce, dei minerali e di altri materiali naturali sono effettuate con strumentazione specifica nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV di Roma.

#### 4.3 Dati acquisiti

Nel corso del 2004 il laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV è stato costantemente utilizzato per misure su campioni di roccia e su polveri sottili atmosferiche. La strumentazione installata nel laboratorio è stata utilizzata pressoché in continuo dai ricercatori afferenti alla relativa unità funzionale, con cicli di misura di 10-12 ore a cadenza pressoché giornaliera. Inoltre, sono stati ospitati nel laboratorio, per periodi di misura di diversa durata, diversi studenti di dottorato di varie Università italiane (Roma e Chieti), un ricercatore dell'Università autonoma di Barcellona (Spagna) ed una ricercatrice dell'Istituto di Geofisica e Astronomia di Cuba. Si sono svolte infine due tesi di Laurea sperimentali: una in Fisica (Università "La Sapienza" di Roma) ed una in Geologia (Università di Roma Tre). Sono state effettuate inoltre numerose missioni di campionamento, con prelievo di campioni orientati sul terreno, in Italia, in Spagna e in Bulgaria ed alcuni campionamenti in continuo, mediante "u-channel", di carote provenienti da perforazioni effettuate su fondale marino (Mediterraneo e Oceano meridionale). In particolare, le misure svolte nel 2004 si riferiscono a diverse successioni sedimentarie Cenozoiche e Pleistoceniche dei margini peri-Antartici e dell'Oceano meridionale, alla successione sedimentaria Mesozoica dell'Appennino umbro marchigiano e della Catena del Gran Sasso, alle serie argillose oligo-mioceniche del Bacino Terziario Ligure-Piemontese, ai depositi di "thrust-top" della catena maghrebide siciliana, a diverse successioni Cenozoiche della penisola Iberica, alle mineralizzazioni dell'Iglesiente sardo, ai prodotti vulcanici recenti dei vulcani Stromboli ed Etna, ai suoli attuali ed olocenici dell'Appennino abruzzese, ai materiali refrattari dei forni dell'età del Bronzo-Ferro dell'insediamento di Qatna (Siria) ed, infine, ai filtri delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Lazio.

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

Nel corso del 2004 sono stati raggiunti avanzamenti scientifici per:

- la caratterizzazione dei fenomeni di rimagnetizzazione associata alla presenza di greigite e sulle implicazioni per gli studi magnetostratigrafici (Sagnotti et al., 2005);
- la ricostruzione di una curva di variazione del campo magnetico terrestre nel Golfo di Salerno nel corso degli ultimi 6000 anni (Iorio et al., 2004);
- il riconoscimento della cronologia e del carattere intermittente e non periodico del ripetersi delle attività eruttive parossistiche a Stromboli nel corso degli ultimi 1000 anni (Speranza et al., 2004a);
- la confutazione dell'ipotesi della caduta di un meteorite in epoca storica (IV secolo d.C.) nell'Appennino abruzzese. Tale ipotesi aveva ricevuto notevole attenzione da parte dei media poiché era stato supposto che la caduta del meteorite fosse la causa della visione "celeste" di Costantino prima della battaglia di Ponte Milvio con Massenzio e della sua successiva conversione al Cristianesimo (una croce fiammeggiante e la scritta "in hoc signo vinces"). Abbiamo dimostrato che il supposto "cratere di impatto" è in realtà una struttura antropica sviluppata nel corso dei secoli nell'ambito della transumanza (Speranza et al., 2004b);
- la revisione della bio- e magnetostratigrafia del Paleocene-Oligocene nella penisola Iberica (Orue-Etxebarria et al., 2004).

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

Per quanto concerne gli aspetti tecnologici del laboratorio e la pianificazione di sviluppo, nel corso del 2004 si è provveduto allo studio di fattibilità ed alla progettazione specifica di due importanti implementazioni del laboratorio:

- (a) l'installazione di un magnetometro MicroMag a "doppio sensore" per la realizzazione di misure di isteresi ad alta risoluzione e la realizzazione di diagrammi FORC;
- (b) l'ampliamento della stanza magneticamente schermata in funzione dell'installazione di un secondo magnetometro criogenico (acquisito dal PNRA nell'ambito del Sistema Interlaboratorio Antartico).

Con riguardo a quest'ultimo punto, è stata anche prodotta tutta la documentazione relativa a tale acquisto e si sono espletate le necessarie formalità burocratiche.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(128) Dinarès-Turell, J., B. Diez, D. Rey and I. Arnal. Buntsandstein magnetostratigraphy and biostratigraphic reappraisal from Eastern Iberia: Early and Middle Triassic stage boundary definitions through correlation to Tethyan sections, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* (accepted).

(155) Florindo, F. and A.P. Roberts. Eocene-Oligocene magnetobiochronology of ODP Sites 689 and 690, Maud Rise, Weddell Sea, Antarctica, *Geol. Soc. Am. Bull.* (accepted).

(156) Florindo, F., F. Marra, P. Montone, M. Pirro and E. Boschi (2004). Palaeomagnetic results from an archaeological site near Rome (Italy): new insights for tectonic rotation during the last 0.5 Myr, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1665-1673.

(157) Florindo, F., G.S. Wilson and D.H. Harwood. Introduction to "long-term changes in Southern high-latitude ice sheets and climate, the Cenozoic history", *Glob. Planet. Change*, (accepted).

(158) Florindo, F., G.S. Wilson, A.P. Roberts, L. Sagnotti and K.L. Verosub. Magnetostratigraphic chronology of a Late Eocene to Early Miocene glacial-marine succession from the Victoria Land Basin, Ross Sea, Antarctica, *Glob. Planet. Change*, (accepted).

(192) Iorio, M., L. Sagnotti, A. Angelino, F. Budillon, B. D'Argenio, J. Dinarès-Turell, P. Macrí and E. Marsella (2004). High resolution petrophysical and palaeomagnetic study of Late Holocene Shelf Sediments, Salerno Gulf, Tyrrhenian Sea, *Holocene*, 14, 3, 426-435.

(196) Jovane, L., F. Florindo and J. Dinarès-Turell (2004). Environmental magnetic record of paleoclimate change from the Eocene-Oligocene stratotype section, Massignano, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 15, L15601.

(265) Orue-Etxebarria, X., G. Bernaola, J.I. Baceta, E. Angori, F. Caballero, S. Monechi, V. Pujalte, J. Dinarès-Turell, E. Apellaniz and A. Payros. New constraints on evolution of planktic foraminifers and calcareous nannofossils across the Paleocene-Eocene boundary interval: the Zumaia section revisited (Basque Basin, western Pyrenees), *Neues Jahrb. Geol. Paläontol.-Abh.* (accepted).

(314) Sagnotti, L., A.P. Roberts, R. Weaver, K.L. Verosub, F. Florindo, G.S. Wilson, C.R. Pike and T. Clayton. Apparent magnetic polarity reversals due to remagnetization resulting from late diagenetic growth of greigite from siderite, *Geophys. J. Int.* (accepted).

(338) Speranza, F., L. Sagnotti and P. Rochette (2004). An anthropogenic origin of the "Sirente crater", Abruzzi, Italy, *Meteorit. Planet. Sci.*, 39, 4, 635-649.

(339) Speranza, F., M. Pompilio and L. Sagnotti (2004). Paleomagnetism of spatter lavas from Stromboli volcano (Aeolian Islands, Italy): implications for the age of paroxysmal eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02607.

(347) Sussman, A.J., R.F. Butler, J. Dinarès-Turell and J. Vergés (2004). Vertical-axis rotation of a foreland fold and implications for orogenic curvature: an example from the Southern Pyrenees, Spain, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 218, 3-4, 435-449.

(373) Venuti, A. and F. Florindo (2004). Magnetostratigraphy and environmental magnetism of two Quaternary deep-sea gravity cores from the west Pacific Southern Ocean, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12011.

### 5.2 Altre Pubblicazioni

O'Brien, P.E., Cooper, A.K., Florindo, F., Handwerger, D.A., Lavelle, M., Passchier, S., Pospichal, J.J., Quilty, P.G., Richter, C., Theissen, K.M., and Whitehead, J.M., (2004). Prydz Channel Fan and the history of extreme ice advances in Prydz Bay. In Cooper, A.K., O'Brien, P.E., and Richter, C. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 188, 1-32 [Online]. Available from WWW: [http://www-odp.tamu.edu/publications/188\\_SR/VOLUME/CHAPTERS/016.PDF](http://www-odp.tamu.edu/publications/188_SR/VOLUME/CHAPTERS/016.PDF) (RM2)

Sagnotti L., Paleomagnetic constraints for the reconstruction of the geodynamic evolution of the Apennines during the Middle Miocene – Pleistocene, ARW NATO special volume, Kluwer, in press. (RM2)

Venuti, A., C. Richter, and K.L. Verosub, Data Report: Paleomagnetic and environmental magnetic properties of sediments from Site 1202 (Kuroshio Current), *Proc. ODP, Sci. Results*, 195, in press. (RM2)

Warnke, D.A., Richter, C., Florindo, F., Damuth, J.E., Balsam, W.L., Strand, K., Ruikka, M., Junttila, J., Theissen, K., and Quilty, P., (2004). Data report: HiRISC (High-Resolution Integrated Stratigraphy Committee) Pliocene–Pleistocene interval, 0–50 mbsf, at ODP Leg 188 Site 1165, Prydz Bay, Antarctica. In Cooper, A.K., O'Brien, P.E., and Richter, C.

(Eds.), Proc. ODP, Sci. Results, 188 [Online]. Available from World Wide Web: [http://www-odp.tamu.edu/publications/188\\_SR/015/015.htm](http://www-odp.tamu.edu/publications/188_SR/015/015.htm) (RM2)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Magnetismo polveri sottili	Leonardo Sagnotti	Regione Lazio	RM2	45.000	

## **Obiettivo Specifico: 2.3.**

# **Laboratorio di chimica e fisica delle rocce**

### **1. Curatore/i:**

Massimo Pompilio

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM1, NA-OV, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

I laboratori di chimica e fisica delle rocce (LFCR) svolgono ricerche metodologiche, producono sviluppi tecnologici e sono di supporto analitico e sperimentale per le attività di monitoraggio e per le ricerche geofisiche e vulcanologiche svolte nell'Ente. I LFCR sono organizzati sotto forma di rete diffusa in tutte le sezioni dell'Ente e svolgono attività in maniera coordinata e sinergica preservando l'autonomia, le esperienze e le necessità delle singole sedi. I LFCR hanno l'ambizione di divenire un polo di rilevanza internazionale per le ricerche sperimentali e per lo sviluppo di nuove metodologie tale da attirare ricercatori da varie parti del mondo. Come previsto nel piano triennale, nel 2004 è proseguita la messa in opera di nuove strumentazioni, l'ammodernamento degli apparati obsoleti, lo sviluppo e l'ottimizzazione delle tecniche analitiche, al fine di aumentare la qualità e la quantità dei dati prodotti. Nonostante i recenti sviluppi e le risorse impegnate, i LFCR non coprono tutte le esigenze dei programmi di ricerca e delle attività di monitoraggio che si svolgono nell'Ente. A questo proposito un ruolo importante è stato svolto dalle collaborazioni e dagli scambi di esperienze che si sono instaurati in questi anni con alcuni laboratori stranieri ed italiani. Queste iniziative hanno infatti consentito di acquisire dati e know-how per l'implementazione futura di strumenti e metodiche all'interno dell'Ente. Nel dettaglio, presso la sezione di Catania si è proceduto con la riorganizzazione dei laboratori di microscopia ottica, del laboratorio chimico e di preparazione campioni. E' stato messo a punto un programma di fusione, specifico per le rocce dell'Etna e di Stromboli, per ottenere dischi di roccia fusa da utilizzare per l'analisi XRF. Si è inoltre recuperata la funzionalità dello spettrometro XRF. Lo strumento è stato ricalibrato per le analisi su polveri pressate e dischi di roccia fusa usando un nuovo set di standard. E' stato inoltre messo a punto, calibrato e messo in routine il nuovo microscopio elettronico a scansione corredato di microanalisi a dispersione di energia (SEM-EDS). Nella sezione di Palermo sono state acquisite e messe a punto strumentazioni e metodiche per la microanalisi quantitativa di inclusioni fluide e gas disciolti in prodotti naturali e sintetici (rocce ignee, cristalli e vetri) e per lo studio dei gas contenuti in materiali solidi. Il laboratorio è stato messo in opera nel corso del 2004 e dunque ha prodotto i primi dati solo a partire dall'anno in corso. Nella sezione di Napoli-OV è proseguita la messa a punto del laboratorio di spettrometria ad infrarosso (FT-IR) mettendo in funzione un sistema di condizionamento e di controllo della pressione di CO<sub>2</sub> e il H<sub>2</sub>O all'interno dello spettrometro. L'accuratezza e la riproducibilità dello strumento sono state verificate tramite numerose misure di standard interni e di vetri sintetizzati in laboratorio a questo scopo. Sono iniziate le prove di preparazione delle inclusioni vetrose presenti nei minerali. Nel laboratorio di chimica fine la riduzione della contaminazione ambientale ha consentito di effettuare la separazione di Sr anche da piccole quantità di minerali o da campioni con bassi contenuti. E' stata inoltre aumentata la produttività attraverso un incremento del numero di colonne cromatografiche disponibili. Analogamente si è operato per la messa in routine del laboratorio di spettrometria di massa ottimizzando le procedure per effettuare misure anche in automatico. È stato inoltre realizzato un laboratorio di Fisica del Vulcanismo nel quale è stato sviluppato, tra le altre cose, un sistema per la misura di proprietà fisiche di rocce cristalline. In particolare è stata messa in opera una pressa da 200kN (incrementabile a 500kN), dotata di servocontrollo elettronico per misure a carico o deformazione costante, equipaggiata con una cella di pressione per misure a pressione confinante fino a 100MPa. E' stato altresì acquisito un sistema di misura della velocità delle onde elastiche P ed S, costituito da un pulser-receiver da 900V, un oscilloscopio e sensori piezoelettrici, che può essere utilizzato sia per misure a pressione ambiente che accoppiato alle prove di deformazione. Nella sezione di Roma 1, all'interno del laboratorio Alte pressioni-Alte temperature (HPHT) è proseguita la messa a punto degli strumenti per lo studio delle proprietà chimico-fisiche dei magmi: sono state completate le curve di calibrazione del piston cylinder da 3/4 di pollice fino a 3 GPa e del multianvil da 25 mm fino a 6 GPa ed è stata ottimizzata la metodologia di misura in situ delle proprietà elettriche dei materiali ad alta pressione e alta temperatura. E' stata inoltre sviluppato, ottimizzato e messo in routine il metodo della falling sphere per lo studio delle proprietà reologiche dei fusi newtoniani. La presenza fissa di un'unità di personale addetta allo funzionamento quotidiano della strumentazione ha garantito l'accessibilità e l'utilizzo del laboratorio a ricercatori dell'INGV e di altri enti. Nella sede di Pisa, è stata completata la messa in opera dei laboratori di vagliatura, misura di densità delle rocce e preparazione dei campioni. Si è contribuito alla calibrazione del nuovo sistema di microanalisi EDS (parzialmente finanziato dall'INGV),

collegato al SEM del DST dell'Università di Pisa, ed allo sviluppo di un protocollo per l'analisi chimica delle ceneri tramite LA-ICP-MS in collaborazione con l'CNR-IGG ed il DST dell'Università di Pavia. Nel complesso i dati prodotti e gli esperimenti condotti nei LFCR hanno fornito un contributo anche agli obiettivi specifici 2.1, 3.a1, 3.a3, 4.2, 5.a2 5.6 descritti nel del piano 2004-2006.

#### 4. Descrizione delle attività

##### 4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

I laboratori analitici (CT, NA-OV, RM1) hanno prodotto in tempi rapidi dati (vedi 4.3) sui prodotti delle eruzioni recenti dell'Etna [21] dello Stromboli e del Nyragongo, contribuendo alla definizione dello stato di attività del vulcano (OS. 1.5, 5.5, 5.6). Sulle lave di Stromboli del 2002-3 sono state eseguite analisi con diversi metodi in diversi laboratori per riconoscere le variazioni composizionali reali da quelle legate ai metodi analitici.

##### 4.2 Metodologie d'indagine

- Analisi petrografiche e tessiturali tramite microscopia ottica e analisi di immagini digitali. (CT, RM1, NA-OV)
- Analisi granulometriche tramite vagliatura (CT, RM1, NA-OV).
- Analisi tessiturali e morfoscopiche tramite SEM (CT e RM1).
- Microanalisi delle fasi tramite EMP-WDS (CNR-IGG, Firenze; Paris VI, Francia) e SEM-EDS (CT e RM1) e LA-ICP-MS (CNR-IGG, Pavia).
- Microanalisi dell'H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> nei vetri tramite FT-IR e microsonda nucleare (NA-OV, RM1, CEA-CNRS).
- Analisi chimiche tramite ICP-AES e MS (SARM CRPG-CNRS), INAA (CEA-CNRS).
- Analisi isotopiche (Sr e Nd) tramite spettrometria di massa TIMS (NA-OV).
- Misura in situ delle proprietà elettriche in rocce e fusi ad HPHT tramite analizzatore d'impedenza (RM1).
- Misura della viscosità newtoniana ad HPHT tramite metodo delle falling sphere (RM1).
- Misure di velocità di onde elastiche su rocce cristalline tramite sistema pulser-receiver e sistema di deformazione mediante un attuatore servo controllato (NA-OV).

##### 4.3 Dati acquisiti

- Caratteri tessiturali, morfoscopici, granulometrici, composizione chimica (volatili inclusi) e isotopica (Sr-Nd) a diversa scala (rocce totali, minerali, vetri) di vulcaniti provenienti da Campi Flegrei, Canale di Sicilia, Colli Albani, Etna, Ischia, Nyragongo, Rift Etiopico Stromboli, Ustica, Vesuvio.
- Proprietà elettriche dei basalti a vario grado di fusione parziale e temperatura.
- Velocità delle onde P ed S, permeabilità e porosità in basalti.
- Diffusività dello S in basalti a condizioni variabili di temperatura, pressione e contenuti d'acqua.
- Viscosità di fusi trachitici idrati a temperature magmatiche.

##### 4.4 Avanzamenti scientifici

I principali avanzamenti scientifici riguardano:

###### Genesi e differenziazione dei magmi.

Le misure isotopiche hanno consentito per il Vesuvio [90], per i Campi Flegrei e Ischia [336] di definire le componenti presenti nella genesi dei magmi ed i processi di contaminazione crostale [415]. Per l'eruzione del M. Nuovo ai Campi Flegrei sono state documentate le relazioni tra meccanismi di cristallizzazione sineruttiva e variazioni dello stile eruttivo [129]. Per i Colli Albani è stata ricostruita la storia eruttiva del Maar di Albano, sono stati stimati i tempi di ricorrenza dell'attività vulcanica [219] e sono state caratterizzate interpretata tramite studi geochimici e isotopici la genesi e la differenziazione dei magmi. All'Etna ed allo Stromboli, sia nelle eruzioni recenti [21] che in quelle storiche, sono state definite le relazioni tra le caratteristiche composizionali dei prodotti, le concentrazioni dei volatili, i processi magmatici, la dinamica nei magmi nel sistema di alimentazione e le transizioni tra diversi stili eruttivi [203, 119, 416]. All'Etna si è ricostruita la progressiva riattivazione dei condotti dei crateri sommitali e l'evoluzione del sistema di alimentazione superficiale tra il 1995 ed il 1999 [95]. Indagini geochimiche ed isotopiche hanno messo in evidenza il crescente contributo di fluidi legati alla subduzione alla genesi dei magmi etnei. Lo studio dei sedimenti sottomarini dell'area di Stromboli ha consentito di individuare i depositi correlati ai collassi del vulcano. Le caratteristiche fisiche dei depositi piroclastici eruttati dall'Etna negli ultimi 100 ka, determinate sul terreno ed in laboratorio, hanno consentito di definire magnitudo ed intensità delle eruzioni esplosive [417].

###### Eruzione e messa in posto dei prodotti vulcanici.

La collaborazione tra laboratori dell'INGV, l'Univ. di Monaco di Baviera e il Earthquake Research Institute di Tokio ha prodotto avanzamenti nella comprensione dei meccanismi dell'attività esplosiva nei magmi basaltici attraverso studi

sperimentali sulla frammentazione e sul degassamento magmatico e le analisi di ceneri vulcaniche [340, 348, 349]. Un contributo alla comprensione dei meccanismi di mescolamento nei magmi, e della messa in posto delle colate laviche e dei duomi deriva dallo studio delle deformazioni condotto in collaborazione con le Università di Perugia e Hannover [281, 370, 187].

#### Proprietà fisiche e chimiche delle rocce.

La misura della viscosità di fusi trachitici idrati a temperature magmatiche, ha permesso, in collaborazione con Università di Roma 3 e Hannover, di elaborare una nuova equazione TVF per la viscosità dei magmi con questa composizione. Sono stati per la prima volta prodotti in collaborazione con i laboratori dell'Università di Montreal, dati della diffusività dello zolfo a condizioni variabili di temperatura, pressione e contenuti d'acqua in basalti di Stromboli ed Etna [29]. Sono state misurate le proprietà elettriche dei basalti etnei a vario grado di fusione parziale e temperatura [325] in collaborazione con il Bayerisches Geoinstitut (Germania). In collaborazione con l'UCL-UK è stata riprodotta in laboratorio e modellata numericamente la formazione di idrofratture e i microterremoti ad esse associate [379]. Sono state inoltre studiate le proprietà microstrutturali di basalti etnei e islandesi "in situ" e tramite l'analisi delle velocità di onde P ed S, la permeabilità e la porosità [377]. In collaborazione con il MIT-USA è stato riprodotto in laboratorio, utilizzando un Paterson rig, il meccanismo di messa in posto di dicchi [430].

#### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

- Attivazione della metodologia di misura in situ delle proprietà elettriche in rocce e fusi ad alta pressione ed alta temperatura.
- Sviluppo della tecnica della Falling sphere per lo studio delle proprietà reologiche dei fusi newtoniani.
- Messa in opera di pressa da 200kN, dotata di servocontrollo elettronico per misure a carico o deformazione costante.

### **5. Prodotti**

#### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(7) Aiuppa, A., C. Federico, G. Giudice, S. Gurrieri, A. Paonita and M. Valenza (2004). Plume chemistry provides insights into mechanisms of sulfur and halogen degassing in basaltic volcanoes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 2, 469-483.

(17) Allwardt, J., B.T. Poe and J.F. Stebbins. The effect of fictive temperature on Al-coordination in high-pressure (10GPa) sodium aluminosilicate glasses, *Am. Miner.* (accepted).

(21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002–03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(28) Bagdassarov, N.S., J. Maumus, B.T. Poe, A.B. Slutskiy and V.K. Bulatov (2004). Pressure dependence of Tg in silicate glasses from electrical impedance measurements, *Phys. Chem. Glasses*, 45, 197-214.

(29) Baker, D.R., C. Freda, R.A. Brooker and P. Scarlato. Volatile diffusion in silicate melts and its effect on melt inclusions, *Ann. Geophys.* (accepted).

(40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.

(59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).

(79) Chiarabba, C., N.A. Pino, G. Ventura and G. Vilardo (2004). Structural features of the shallow plumbing system at Vulcano Island, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 477-484.

(82) Chiodini, G., C. Cardellini, A. Amato, E. Boschi., S. Caliro, F. Frondini and G. Ventura (2004). Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07615.

(83) Chiodini, G., R. Avino, T. Brombach, S. Caliro, C. Cardellini, S. de Vita, F. Frondini, D. Granirei, E. Marotta and G. Ventura (2004). Fumarolic and diffuse soil degassing west of Mount Epomeo, Ischia, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 291-309.

(90) Civetta, L., M. D'Antonio, S. di Lorenzo, V. Di Renzo and P. Gasparini (2004). Thermal and geochemical constraints to the deep magmatic structure of Mount Vesuvius, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 1-12.

- (94) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Buoyancy of magmas at Mt. Etna, *Terr. Nova*, 16, 1, 16-22.
- (95) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Magma dynamics in the shallow plumbing system of Mt. Etna as recorded by compositional variations in volcanics of recent summit activity (1995-1999), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 55-71.
- (108) Dallai, L., C. Freda and M. Gaeta (2004). Oxygen isotope geochemistry of pyroclastic clinopyroxene monitors carbonate contributions to Roman-type ultrapotassic magmas, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 148, 2, 247-263.
- (109) De Astis, G., L. Pappalardo and M. Piochi (2004). Procida volcanic history: new insights into the evolution of the Phlegraean Volcanic District (Campania region, Italy), *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 622-641.
- (114) De Natale, G., C. Troise, R. Trigila, D. Dolfi and C. Chiarabba (2004). Seismicity and 3-D substructure at Somma-Vesuvius volcano: evidence for magma quenching, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 221, 1-4, 181-196.
- (119) Del Carlo, P. and M. Pompilio. The relationship between volatile content and the eruptive style of basaltic magma: the Etna case, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1423-1432.
- (129) D'Oriano, C., E. Poggianti, A. Bertagnini, R. Cioni, P. Landi, M. Polacci and M. Rosi. Changes in eruptive style during the A.D. 1538 Monte Nuovo eruption (Phlegraean Fields, Italy): the role of syn-eruptive crystallization, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (162) Frondini, F., G. Chiodini, S. Caliro, C. Cardellini, D. Granieri and G. Ventura (2004). Diffuse CO<sub>2</sub> degassing at Vesuvio, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 642-651.
- (163) Frost, D.J., B.T. Poe, R.G. Tronnes, C. Liebske, A. Duba and D.C. Rubie (2004). A new large-volume multianvil system, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 143-144, 507-514.
- (187) Holtz, F., S. Lenné, G. Ventura, F. Vetere and P.H. Wolf. Non-linear deformation and break up of enclaves in a rhyolitic magma: a case study from Lipari Island (Southern Italy), *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (188) Houghton, B.F., C.J.N. Wilson, P. Del Carlo, M. Coltelli, J.E. Sable and R. Carey (2004). The influence of conduit processes during two basaltic plinian eruptions: Tarawera 1886 and Etna 122 BC, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 1-14.
- (203) Landi, P., N. Métrich, A. Bertagnini and M. Rosi (2004). Dynamics of magma mixing and degassing recorded in plagioclase at Stromboli (Aeolian Archipelago, Italy), *Contrib. Mineral. Petrol.*, 147, 213-227.
- (219) Marra, F., J. Taddeucci, C. Freda, W. Marzocchi and P. Scarlato (2004). Recurrence of volcanic activity along the Roman Comagmatic Province (Tyrrhenian margin of Italy) and its tectonic significance, *Tectonics*, 23, 4, TC4013.
- (238) Milano, G., D. Di Giovambattista and G. Ventura. Seismicity and Stress field in the Sannio-Matiese area, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (239) Milano, G., R. Di Giovambattista and G. Ventura. The 2001 seismic activity near Isernia (southern Apennines): implications for the seismotectonic of the transition zone between central and southern Apennines (Italy), *Tectonophysics* (accepted).
- (240) Milano, G., S. Petrazzuoli and G. Ventura (2004). Effects of the hydrothermal circulation on the strain field of the Campanian Plain (southern Italy), *Terr. Nova*, 16, 4, 205-209.
- (272) Paonita, A. Noble gas solubility in silicate melts: a review of experimentation and theory and implications regarding magma degassing processes, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (275) Pappalardo, L., M. Piochi and G. Mastrolorenzo (2004). The 3550 year BP – 1944 A.D. magma-plumbing system of Somma-Vesuvius: constraints on its behaviour and present state through a review of Sr-Nd isotope data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1471-1483.
- (281) Perugini, D., G. Ventura, M. Petrelli and G. Poli (2004). Kinematic significance of morphological structures generated by mixing of magmas: a case study from Salina Island (Southern Italy), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 3-4, 1051-1066.
- (290) Piochi, M., L. Pappalardo and G. De Astis (2004). Geochemical and isotopic variations within the Campanian Comagmatic province: implications on magma source composition, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1485-1499.
- (294) Poe, B.T., C. Romano and G. Henderson (2004). Raman and XANES spectroscopy of permanently densified vitreous silica, *J. Non-Cryst. Solids*, 341, 162-169.
- (295) Polacci, M. Constraining the dynamics of volcanic eruptions by characterization of pumice textures, *Ann. Geophys.* (accepted).



- (306) Rocco, A., G. De Natale, P. De Natale, G. Gagliardi and L. Gianfrani (2004). A diode laser-based spectrometer for in-situ measurements of volcanic gases, *Appl. Phys. B*, 78, 235-240.
- (307) Rosi, M., P. Landi, M. Polacci, A. Di Muro and D. Zandomenighi (2004). Role of conduit shear on ascent of the crystal-rich magma feeding the 800 year B.P. Plinian eruption of Quilotoa Volcano (Ecuador), *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 307-321.
- (325) Scarlato, P., B.T. Poe, C. Freda and M. Gaeta (2004). High-pressure and high-temperature measurements of electrical conductivity in basaltic rocks from Mt. Etna, Sicily, Italy, *J. Geophys. Res.*, 109, B02210.
- (336) Slejko, F.F., R. Petrini, G. Orsi, M. Piochi and C. Forte (2004). Water speciation and Sr isotopic exchange during water-melt interaction: a combined NMR-TIMS study on the Cretatio Tephra (Ischia Island, south Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 311-320.
- (340) Spieler, O., B. Kennedy, U. Kueppers, D.B. Dingwell, B. Scheu and J. Taddeucci (2004). The fragmentation threshold of pyroclastic rocks, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 226, 1-2, 139-148.
- (348) Taddeucci, J., M. Pompilio and P. Scarlato (2004). Conduit processes during the July-August 2001 explosive activity of Mt. Etna (Italy): inferences from glass chemistry and crystal size distribution of ash particles, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 33-54.
- (349) Taddeucci, J., O. Spieler, B. Kennedy, M. Pompilio, D.B. Dingwell and P. Scarlato (2004). Experimental and analytical modeling of basaltic ash explosions at Mount Etna, Italy, 2001, *J. Geophys. Res.*, 109, B8, B08203.
- (370) Ventura, G. (2004). The strain path and kinematics of lava domes: an example from Lipari (Aeolian Islands, Southern Tyrrhenian Sea, Italy), *J. Geophys. Res.*, 109, B1, B01203.
- (371) Ventura, G. and G. Vilardo. Estimates of fluid pressure and tectonic stress in hydrothermal/volcanic areas: a methodological approach, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (372) Ventura, G., G. Vilardo and P.P. Bruno (2004). Comment on "A new model for the formation of the Somma Caldera" (2004) by G. Rolandi, F. Bellucci and M. Cortini, *Mineral. Petrol.*, 82, 157-158.
- (377) Vinciguerra, S., C. Trovato, P.G. Meredith and P.M. Benson. Relating seismic velocities, permeability and crack damage in interpreting the mechanics of active volcanoes, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* (accepted).
- (379) Vinciguerra, S., P.G. Meredith and J. Hazzard (2004). Experimental and modeling study of fluid-pressure driven fractures in Darley Dale sandstone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09609.
- (383) Zanon, V. and I. Nikogosian (2004). Evidence of crustal melting events below the Island of Salina (Aeolian Arc, southern Italy), *Geol. Mag.*, 141, 4, 525-540.
- (415) Civetta, L., I. Arienzo, M. D'Antonio and V. Di Renzo. The isotope geochemistry and volcanology. The Neapolitan volcanoes. *Atti Acc. dei Lincei* (accepted).
- (416) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Dynamics of Magmas at Mount Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 91-110.
- (417) Del Carlo, P., L. Vezzoli and M. Coltelli (2004). Last 100 Ka Tephrostratigraphic Record of Mount Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 77-89.
- (430) Vinciguerra, S., X. Xiao and B. Evans (2004). Experimental constraints on the mechanics of dyke emplacement in partially molten olivines. In: *Physical Geology of High-Level Magmatic Systems*, C. Breitkreuz and N. Petford (eds.), Geological Society Special Publication 234, The Geological Society, London, 243-249.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

---

## 5.3 Banche dati

---

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Evoluzione vulcanologica e strutturale della caldera dei Campi Flegrei, e cinematica della risorgenza per la valutazione e zonazione della pericolosità vulcanica	Giovanni Orsi	GNV-INGV	NA-OV	41.320	
Definizione della storia e dello stato attuale del sistema magmatico della caldera dei Campi Flegrei	Massimo D'Antonio	Università di Napoli, Federico II, GNV-INGV	NA-OV	19.620	
Gli effetti sull'ambiente e sul clima delle grandi eruzioni esplosive: l'ignimbrite Campana la più grande eruzione degli ultimi 200.000 anni nell'area Mediterranea	Giovanni Orsi	MIUR-FIRB	NA-OV	37.800	
Processes and timescales of magma evolution in volcanic systems	Giovanni Orsi	EC	NA-OV	58.360	
Genesi ed evoluzione del magmatismo e del vulcanismo del settore settentrionale del Main Ethiopian Rift e sue relazioni con il magmatismo del plateau Etiopico e dell'Afar	Lucia Civetta	Università di Napoli, Federico II, MIUR-PRIN	NA-OV	13.500	
Conoscenza delle Parti Sommerse dei Vulcani Italiani e Valutazione del Potenziale Rischio Vulcanico	Sandro de Vita	GNV-INGV	NA-OV	9.290	
Evoluzione Mesozoica e Cenozoica del Mare di Ross e aree adiacenti	Giovanni Orsi	PNRA	NA-OV	12.900	
Sorveglianza e studio delle aree vulcaniche attive		Fondi istituzionali, DPC, MIUR, Regione Campania	CT, NA-OV, RM1	0	
The role of volatiles on physical properties of basaltic magmas	Massimo Pompilio	GNV-INGV	CT, RM1	14.500	Task in "Scenari eruttivi attraverso ricerche di modellistica fisica e vulcanologia sperimentale" (Coord. R. Trigila)
The dynamics of the feeding system of Stromboli and its relationship with the eruptive activity	Massimo Pompilio	GNV-INGV	CT, RM1, RM2	6.197	Task in "Pericolosità del vulcano Stromboli" (Coord. M. Rosi)
Studio dei depositi piroclastici dell'Etna per la valutazione della pericolosità ed impatto	Mauro Coltelli	GNV-INGV	CT	0	

ambientale (progetto GNV)					
Simulation of Eruptive Scenarios at Phlegrean Fields Based on Field, Laboratory, and Numerical Studies, and Implications for Volcanic Hazard	Paolo Papale	GNV-INGV	RM1	27.000	
Studi e constraints su stoccaggi intermedi, risalita e condotti attraverso la modellizzazione dei campi di strain, e tomografia in velocità e attenuazione all'Etna	Claudio Chiarabba	GNV-INGV	RM1	0	
Experimental modeling of mixing between magmas: an application to the Aeolian magmas	Guido Ventura	Governi di Germania e Italia	RM1, NA-OV	7.000	
Non-linear dynamics in magma evolution	Guido Ventura	MIUR-COFIN	NA-OV, RM1	15.000	
Thermal monitoring of the Campanian volcanic area	Guido Ventura	Regione Campania	NA-OV	50.000	
Explosive Eruption Risk and Decision Support for EU Populations Threatened by Volcanoes	Augusto Neri	EC	RM1	32.000	
Volcanologic and geochemical-petrologic study of the 2002-2003 Stromboli eruption	Mauro Rosi	Università di Pisa, DPC	RM1	0	
Hazard Assessment of Stromboli Volcano	Mauro Rosi	Università di Pisa, GNV-INGV	RM1	0	
The January 17th, 2002 Eruption of Nyiragongo, Democratic Republic of Congo	Paolo Papale	UN-OCHA, GNV-INGV	RM1	0	
Scenari eruttivi attraverso ricerche di modellistica fisica e vulcanologia sperimentale	Giuseppe De Natale	GNV-INGV	NA-OV	32.000	
Modelli fisici integrati per la simulazione dei processi vulcanici	Giuseppe De Natale	FIRB-MIUR	NA-OV	67.000	
Sistema integrato di monitoraggio ambientale	Giuseppe De Natale	PON-MIUR	NA-OV	410.233	



## **Obiettivo Specifico: 2.4.**

# **Laboratori di geochimica dei fluidi**

### **1. Curatore/i:**

Salvo Inguaggiato

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM1, NA-OV, PA

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Durante il 2004 i laboratori geochimici hanno supportato dal punto di vista analitico le attività di ricerca e sorveglianza discreta effettuate delle sezioni di Palermo, Napoli, Roma1 e Roma2. Per tale motivo il Laboratorio geochimica rappresenta un punto di riferimento indispensabile per l'attuazione e lo sviluppo dei progetti di sorveglianza geochimica e per le ricerche di base che vengono promosse all'interno dell'INGV. In particolare la sezione di Palermo è stata quella principalmente coinvolta nell'espletamento delle misure analitiche in relazione alla sorveglianza geochimica discreta delle aree vulcaniche ed ha supportato le altre sezioni INGV per le determinazioni isotopiche di He e Carbonio (Sezione Napoli) e chimica acque e gas disciolti (Sezione Roma1 e Roma2). La sezione di Roma1 ha prevalentemente supportato invece le analisi chimiche relative ai progetti di ricerca concentrati nell'area dei Colli Albani e nell'area Nizza-Monferrato. I laboratori geochimici della sezione di Napoli invece per tradizione culturale e per motivi geografici hanno supportato maggiormente le analisi chimiche dei fluidi relativi all'area vulcanica napoletana in cui sono coinvolti per la sorveglianza geochimica. Il laboratorio di geochimica dei fluidi supporta inoltre il continuo sviluppo di nuove strumentazioni e di nuove metodologie per alimentare l'innovazione tecnologica che è alla base della crescita scientifica dei ricercatori e della ricerca applicata ai sistemi naturali. A tale scopo il laboratorio geochimico ha sviluppato nuove metodologie analitiche ed inoltre si è posto come partner scientifico delle ditte costruttrici di strumentazioni sofisticate per la realizzazione di prototipi utili alle ricerche in corso. In questa maniera si mantiene alto il livello scientifico dei parametri analizzati sia in termini di numero che di qualità dei dati. Nel corso del 2004 il laboratorio è stato impegnato nelle ricerche volte a evidenziare e quantificare i processi di interazione gas-acqua nei sistemi naturali con particolare riferimento agli apparati vulcanici. A tale scopo sono state ideate e testate metodologie per la determinazione del contenuto dei gas disciolti nelle acque naturali e della loro relativa composizione isotopica. E' stata inoltre sviluppata la metodologia per la determinazione isotopica dell'Azoto in campioni di origine vulcanica e i primi risultati sono stati oggetti di una nota pubblicata su rivista internazionale aprendo così una nuova linea di ricerca per la comprensione della geodinamica degli apparati vulcanici. Per quanto concerne invece le strumentazioni analitiche il laboratorio di geochimica si è dotato di due ICP per la determinazione degli elementi in traccia. I due ICP permettono una ampia gamma di determinazioni e possono lavorare su matrici differenti. L'ICP massa viene utilizzato prevalentemente per la determinazione di elementi in traccia in fluidi con salinità medio-basse, mentre l'ICP ottico per le sue caratteristiche permette l'analisi di matrici complesse a salinità elevate. Nel campo strumentale il laboratorio geochimico si è dotato di uno spettrometro per l'analisi isotopica dell'Argon. Tale strumento, di nuova concezione, è attualmente l'unico spettrometro al mondo in grado di effettuare la misura e quindi la determinazione simultanea di tutte e 5 le masse dell'argon (36, 37, 38, 39 e 40). Un recente tema di sviluppo dei laboratori presso la Sezione di Palermo riguarda lo studio dei gas contenuti in materiali solidi, ed in particolare, la microanalisi quantitativa di inclusioni fluide e gas disciolti in prodotti naturali e sintetici (rocce ignee, cristalli e vetri). Lo stato attuale di sviluppo del Laboratorio vede la presenza di due linee di estrazione e purificazione ad ultra alto vuoto (UHV). Nel 2004 si è ritenuto necessario attivare un laboratorio di spettroscopia per supportare la ricerca tecnologica nel campo della spettroscopia. Infatti, Negli ultimi anni le eruzioni vulcaniche avvenute in Italia hanno posto l'attenzione sulla necessità di eseguire misure telemetriche sui plumes vulcanici. Per ottimizzare gli sforzi dei ricercatori in questo campo sono state attivate collaborazioni con i centri di ricerca universitari europei che supportano e sviluppano queste metodologie spettroscopiche. In particolare sono state iniziate collaborazioni con l'Università di Cambridge (UK), l'Università di Heidelberg (D) e l'Università di Montreal (CA). I lavori di ricerca supportati dai laboratori geochimici hanno permesso di sviluppare un prototipo (UV) per la misura dei rapporti H<sub>2</sub>S/SO<sub>2</sub> nei plumes vulcanici (O'Dwyner et al. 2003) ed un prototipo per la misura della velocità e dell'altezza del plume contemporaneamente alla stima di SO<sub>2</sub> (McGonigle et al. 2005). Tutte le innovazioni scientifiche e tecnologiche raggiunte sono state utilizzate per implementare e migliorare sia il servizio geochimico di monitoraggio discontinuo che le ricerche di base geochimiche sui sistemi naturali.

#### 4. Descrizione delle attività

##### 4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

---

##### 4.2 Metodologie d'indagine

---

##### 4.3 Dati acquisiti

---

##### 4.4 Avanzamenti scientifici

Gli sviluppi metodologici portati avanti dal personale scientifico operante all'interno dei laboratori geochimici ha permesso di aumentare sia il numero di parametri analitici investigati che di semplificare e ottimizzare alcune tecniche analitiche. In particolare nello studio dei processi di interazione gas-acqua che vengono portati avanti da diversi anni, si è riusciti a sviluppare alcune tecniche analitiche che ci hanno permesso di determinare la composizione isotopica dell'He e del carbonio disciolto nelle acque naturali (Inguaggiato et al., 2004; Capasso et al., 2005). Queste nuove metodologie sono state impiegate con ottimi risultati durante la ultima crisi vulcanologia registrata a Stromboli e per studi investigativi di caratterizzazione dei sistemi vulcanici italiani e stranieri. In particolare, i dati di composizione isotopica dell'He disciolto nei pozzi termali dell'isola di Stromboli hanno permesso sostanziali avanzamenti scientifici nella comprensione dei modelli di circolazione dei fluidi, nella caratterizzazione isotopica sistema magmatico e nell'interpretazione della dinamica evolutiva dell'attività vulcanica pre -sin e post eruzione. La composizione isotopica dell'He di origine magmatica nel sistema Stromboli è stata fissata intorno a 4.2 R/Ra (Inguaggiato et al. 2004) cambiando sostanzialmente i modelli interpretativi fino ad oggi utilizzati dai vari ricercatori che ponevano questo valore intorno a 3R/Ra. Inoltre, seguendo nel tempo la composizione isotopica dei fluidi naturali emessi dallo Stromboli, sono state osservate variazioni significative di questo parametro che sono state ben correlate con l'attività vulcanica in corso (Capasso et al.2005a). Lo studio di questi parametri isotopici, con le nuove tecniche realizzate, è stato utilizzato con successo anche nella caratterizzazione isotopica di sistemi vulcanici della repubblica messicana quali Popocatepetel (Inguaggiato et al. 2005), Chichon, Tacana. Anche in questo caso l'approccio geochimico utilizzato nello studio dei processi di interazione gas-acqua ha permesso di evidenziare la presenza di fluidi di origine magmatica negli acquiferi circolanti nei sistemi vulcanici indagati cambiando sostanzialmente l'interpretazione geochimica sui preesistenti modelli di circolazione dei fluidi. Un ulteriore avanzamento scientifico è stato raggiunto con lo studio delle specie solforate in ambienti vulcanici. Il tasso di emissione dello zolfo viene normalmente effettuato mediante stime che si basano sulla misura della SO<sub>2</sub> emessa dalle zone crateriche, considerando che l'SO<sub>2</sub> rappresenti la totalità dello zolfo emesso e considerando altresì che i processi di ossidazione in atmosfera sono tanto rapidi da non consentire l'esistenza di altre specie. Gli studi sui pennacchi vulcanici di Etna, Stromboli e Vulcano effettuati con diverse metodologie analitiche: campionamento diretto con ampole a soda e a nitrato di argento, filter-packs, e nuove strumentazioni UV (prototipo, O'Dwyer et al.2003) hanno permesso di studiare in dettaglio questi processi di ossidazione. L'interpretazione globale dei dati acquisiti e la contemporanea stima dei flussi di SO<sub>2</sub> effettuato con tecniche mini-doas ha permesso per la prima volta di calcolare i flussi di H<sub>2</sub>S dei vulcani siciliani e di rivedere i tempi di ossidazione delle specie solforate in atmosfera (Aiuppa et. Al.2005).

##### 4.5 Avanzamenti tecnologici

Dal punto di vista tecnologico i laboratori geochimici nel corso del 2004 sono stati implementati in termini di nuove strumentazioni acquisite e sistemi accessori costruiti appositamente per le nostre finalità sia di ricerca che di sorveglianza. Per quanto concerne il reparto analitico isotopi stabili (Palermo) lo spettrometro di massa VG5400, per l'analisi isotopica dell'elio, è stato dotato di una nuova elettronica (prototipo unico al mondo) per la gestione analitica del sistema ad alta risoluzione nata dalla collaborazione con la GV Instruments e realizzata esclusivamente per le caratteristiche specifiche del sistema esistente.

Allo strumento per le analisi isotopiche dell'elio è stato connesso:

- a) un sistema di frantumazione cristalli dotato di una sua linea di purificazione indipendente;
- b) un fornello per la fusione di campioni solidi con relativa linea di purificazione e sistema di pompaggio integrato e quadrupolo per il monitoraggio delle masse rilasciate;
- c) frantumatore campioni di roccia e relativo sistema di setacci per la preparazione dei minerali da introdurre nel sistema di frantumazione.

Questi ultimi strumenti sono dei prototipi a tutti gli effetti realizzati in collaborazione tra la Sezione di Palermo e ditte esterne secondo un progetto sviluppato interamente da personale specializzato dell'Istituto. Nel laboratorio dei gas nobili, tra le varie strumentazioni, è stato da poco installato uno spettrometro di massa per la misura dei rapporti isotopici dell'argon (Argus). Da un punto di vista scientifico la misura di tutti gli isotopi dell'argon apre le porte a campi di

applicazione molto vasti, dall'identificazione di processi di degassamento magmatico alla datazione cronologica attraverso la produzione di alcuni isotopi di tale elemento dal decadimento radioattivo di isotopi instabili (es. potassio). Il laboratorio di geochimica della sezione di Napoli è stato dotato di uno spettrometro di massa Finnigan Delta Plus XP per la determinazione ad alta precisione dei rapporti isotopici stabili in composti naturali. Il sistema di misura è stato equipaggiato con un sistema automatico on-line Finnigan GAS-BENCH II per la preparazione campioni di gas, acque e solidi che elimina l'uso delle antiquate linee da vuoto. Grazie a questa strumentazione è possibile misurare con i rapporti  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  e  $\text{D}/\text{H}$  in campioni di acque, condensati acidi fumarolici,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  e  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  in anidride carbonica e in carbonati solidi.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(9) Aiuppa, A., M. Burton, F. Murè and S. Inguaggiato (2004). Intercomparison of volcanic gas monitoring methodologies performed on Vulcano Island, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02610.

(11) Aiuppa, A., S. Inguaggiato, A.J.S. McGonigle, M. O'Dwyer, C. Oppenheimer, M.J. Padgett, D. Rouwet and M. Valenza.  $\text{H}_2\text{S}$  fluxes from Mt. Etna, Stromboli and Vulcano (Italy) and implications for the global volcanic sulfur budget, *Geochim. Cosmochim. Acta.* (accepted).

(55) Brusca, L., S. Inguaggiato, M. Longo, P. Madonia and R. Maugeri (2004). The 2002-2003 eruption of Stromboli (Italy): evaluation of the volcanic activity by means of continuous monitoring of soil temperature,  $\text{CO}_2$  flux, and meteorological parameters, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12001.

(66) Capasso, G., M.L. Carapezza, C. Federico, S. Inguaggiato and A. Rizzo. Geochemical variations in fluids from Stromboli volcano (Italy): early evidences of magma ascent during 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(67) Capasso, G., R. Favara, F. Grassa, S. Inguaggiato and M. Longo. On-line technique for preparation and measuring stable carbon isotope of total dissolved inorganic carbon in water samples ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{TDIC}}$ ), *Ann. Geophys.* (accepted).

(71) Carapezza, M.L., S. Inguaggiato, L. Brusca and M. Longo (2004). Geochemical precursors of the activity of an open-conduit volcano: the Stromboli 2002-2003 eruptive events, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07620.

(175) Grassa, F., G. Capasso, R. Favara and S. Inguaggiato. Chemical and isotopic composition of waters and dissolved gases in some thermal springs of Sicily, Italy, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).

(176) Grassa, F., G. Capasso, R. Favara, S. Inguaggiato, E. Faber and M. Valenza (2004). Molecular and isotopic composition of free hydrocarbon gases from Sicily, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06607.

(189) Inguaggiato, S. and A. Rizzo (2004). Dissolved helium isotope ratios in ground-waters: a new technique based on gas-water re-equilibration and its application to Stromboli volcanic system, *Appl. Geochem.*, 19, 5, 665-673.

(191) Inguaggiato, S., Y. Taran, F. Grassa, G. Capasso, R. Favara, N. Varley and E. Faber (2004). Nitrogen isotopes in thermal fluids of a forearc region (Jalisco Block, Mexico): evidence for heavy nitrogen from continental crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12003.

(228) McGonigle, A.J.S., S. Inguaggiato, A. Aiuppa, A.R. Hayes and C. Oppenheimer. Accurate measurement of volcanic  $\text{SO}_2$  flux: determination of plume transport speed and integrated  $\text{SO}_2$  concentration with a single device, *Geochem. Geophys. Geosyst.* (accepted).

(278) Pecoraino, G., L. Brusca, W. D'Alessandro, S. Giammanco, S. Inguaggiato and M. Longo. Total  $\text{CO}_2$  output from Ischia Island volcano (Italy), *Geochem. J.* (accepted).

### 5.2 Altre Pubblicazioni

---

### 5.3 Banche dati

---

#### 5.4 Prodotti tecnologici

---

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
-	-	-	-	-	-



## Obiettivo Specifico: 2.5.

# Metodologie e strumenti innovativi per la sismologia

### 1. Curatore/i:

Edoardo Del Pezzo

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, NA-OV, MI, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

L'obiettivo è il coordinamento dell'attività di ricerca e di monitoraggio sismologico con sensori dilatometrici da pozzo e array sismici densi.

1. Gli array (antenne sismiche) costituiscono uno strumento utile per lo studio della composizione multispettrale (frequenza-numero d'onda) dei segnali sismici. Il loro utilizzo nel 2004 ha fornito i seguenti risultati:
  - a) Sismologia vulcanica. In questo settore sono stati usati arrays a piccola apertura per la localizzazione della sorgente del tremore vulcanico e degli eventi a bassa frequenza, ed in generale per la quantificazione delle caratteristiche del campo d'onda prodotto dall'attività dei vulcani. I risultati più salienti sono stati la determinazione della posizione e dell'estensione della sorgente del tremore all'Etna ed allo Stromboli, nonché la verifica dell'assenza del tremore vulcanico al Vesuvio.
  - b) Nel monitoraggio della sismicità locale. È stato installato per questo scopo un array nei laboratori sotterranei del Gran Sasso, consentendo l'osservazione di eventi sismici non contaminati dagli effetti di superficie libera. Il favorevole rapporto segnale/ rumore ottenuto e l'analisi del campo d'onda applicata all'intero sismogramma ha permesso un aumento del numero degli osservabili (fasi S dirette, riflesse e/o rifratte) ed ha migliorato la detezione e la localizzazione delle sorgenti sismiche nell'area del Gran Sasso rispetto ai risultati forniti dalle reti di monitoraggio convenzionali.
  - c) Nel settore del rischio sismico per il calcolo della risposta locale. L'uso di array sismici è risultato l'approccio più promettente per la determinazione della velocità delle onde di taglio negli ultimi 30 metri, parametro che viene richiesto dalla normativa sismica in vigore in Italia. Ha fornito utili risultati in diverse aree di alto rischio sismico, contribuendo al miglioramento delle stime della risposta di sito.
2. Strumentazione borehole. La strumentazione in pozzo (sismometri e sensori di spostamento o di strain) migliora la sensibilità e la dinamica della registrazione, riducendo gli effetti del rumore ambientale e permettendo inoltre una visione tridimensionale della propagazione elastica. Permette inoltre la stima dell'effetto prodotto dalla struttura superficiale, che è un elemento importante per la valutazione del rischio sismico e per comprendere la dinamica della sorgente. I dilatometri da pozzo sono in grado di registrare segnali che in superficie non sono sempre osservabili, come i cosiddetti terremoti lenti o gli impulsi di strain prodotti dalla dinamica delle camere magmatiche in caso di eruzione. La rilevazione di questi fenomeni, a tutt'oggi considerati inusuali, risulta importantissima per lo studio dei precursori di eruzioni e terremoti. Nel 2004 l'utilizzo di strumenti borehole ha fornito i seguenti risultati:
  - Il dilatometro da pozzo installato in località Camaldoli della Torre, sulle pendici del Vesuvio, contribuisce alla sorveglianza di questo vulcano ad alto rischio. In particolare esso ha permesso la stima dello spostamento permanente prodotto da terremoti di piccola magnitudo, grazie alla sua elevatissima sensibilità, contribuendo allo studio della dinamica della sorgente.
  - Altri dilatometri sono entrati da poco in funzione per il monitoraggio dell'area flegrea e per un miglioramento delle osservazioni al Vesuvio.
  - Sono in funzione sismometri in pozzo a Roma (80 m) , Ferrara (120 m) e nelle immediate vicinanze dell'area urbana di Città di Castello (PG), la cui gestione è attualmente affidata all'Osservatorio di Arezzo dell'INGV. Tali strumenti hanno permesso lo studio degli effetti di sito in superficie e conseguentemente una migliore quantificazione della radiazione emessa dalle sorgenti.
3. La simulazione numerica. L'uso di potenti calcolatori e del calcolo parallelo consente oggi di simulare i processi propagativi su modelli 2D e 3D con dimensioni e complessità sempre crescenti. L'attività in questo settore nel 2004, ha mostrato che è possibile simulare comportamenti dinamici completi (in termini delle frequenze osservate) di sistemi fisici reali. Interessante è il risultato (anche se preliminare) del calcolo del campo d'onda sintetico generato dalla risonanza di un bacino sedimentario investito dalle onde generate da un terremoto a distanza locale o

regionale. Tali applicazioni risultano anche promettenti per definire la risposta di un edificio vulcanico ad un input sismico.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

I dilatometri da pozzo sono utili nella previsione dei terremoti e delle eruzioni perchè effettuano il monitoraggio di segnali che in superficie non sono sempre osservabili, come i cosiddetti terremoti lenti o gli impulsi di strain prodotti dalla dinamica delle camere magmatiche in caso di eruzione. La rilevazione di questi fenomeni, a tutt'oggi considerati inusuali, risulta importantissima per lo studio dei precursori delle eruzioni e dei terremoti. Il dilatometro da pozzo installato in località Camaldoli della Torre sulle pendici del Vesuvio contribuisce alla sorveglianza di questo vulcano ad alto rischio. In particolare ha permesso la stima dello spostamento permanente prodotto da terremoti di piccola magnitudo, grazie alla sua elevatissima sensibilità, contribuendo allo studio della dinamica della sorgente. Altri dilatometri sono entrati da poco in funzione per il monitoraggio dell'area flegrea e per un miglioramento delle osservazioni al Vesuvio. Per il monitoraggio della sismicità locale, è stato installato un array nei laboratori sotterranei del Gran Sasso, consentendo l'osservazione di eventi sismici non contaminati dagli effetti di superficie libera. Il favorevole rapporto segnale rumore ottenuto e l'analisi del campo d'onda applicata all'intero sismogramma ha permesso un aumento del numero degli osservabili (fasi S dirette, riflesses e/o rifratte) ed ha migliorato la detezione e la localizzazione delle sorgenti sismiche nell'area del Gran Sasso rispetto ai risultati forniti dalla rete ordinaria di monitoraggio. Gli arrays di sismometri utilizzati sui vulcani in eruzione (Stromboli ed Etna) hanno contribuito al miglioramento del monitoraggio sismologico di questi vulcani permettendo uno studio completo del campo d'onda, impossibile da effettuare con reti ordinarie.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

1. Sono state messe a punto le applicazioni (software) necessarie per la simulazione numerica del campo d'onda in strutture complesse. Tali applicazioni risultano utili per la soluzione di ogni problema di propagazione in mezzi eterogenei, come ad esempio per definire la risposta di un edificio vulcanico ad un input sismico.
2. Sono in funzione sismometri in pozzo a Roma (80 m), Ferrara (120 m) e nelle immediate vicinanze dell'area urbana di Città di Castello (PG), la cui gestione è attualmente affidata all'Osservatorio di Arezzo. Tali strumenti hanno permesso lo studio degli effetti di sito in superficie e conseguentemente una migliore quantificazione della radiazione emessa dalle sorgenti.
3. Sono state sviluppate tutte le metodologie multispettrali adatte alla caratterizzazione del campo d'onda sismico mettendo a punto il software relativo.
4. Sono state messe a punto le procedure di calibrazione per i dilatometri da pozzo utilizzando i segnali di terremoti lontani e/o le maree terrestri 5 – Sono state messe a punto le metodologie per la caratterizzazione del campo d'onda in strutture fortemente eterogenee per lo studio degli effetti di sito

##### **4.3 Dati acquisiti**

Le strumentazioni su descritte hanno funzionato con regolarità fornendo utili data base.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Miglioramento delle conoscenze sulla propagazione nei mezzi complessi, sulla genesi dei terremoti lenti e sugli impulsi di strain, sulla sorgente sismica in aree vulcaniche.

##### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Strumenti borehole. Miglioramento del rapporto segnale/rumore.

#### **5. Prodotti**

##### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(123) Del Pezzo, E., F. Bianco, S. Petrosino and G. Saccorotti (2004). Changes in the coda decay rate and shear-wave splitting parameters associated with seismic swarms at Mt. Vesuvius, Italy, Bull. Seismol. Soc. Amer., 94, 2, 439-452.

(166) Galluzzo, D., E. Del Pezzo, M. La Rocca and S. Petrosino (2004). Peak ground acceleration produced by local earthquakes in volcanic areas of Campi Flegrei and Mt. Vesuvius, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1377-1389.

(199) La Rocca, M., G. Saccorotti, E. Del Pezzo and J. Ibanez (2004). Probabilistic source location of explosion quakes at Stromboli volcano estimated with double array data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 123-142.

(310) Rovelli, A., A. Vuan, G. Mele, E. Priolo and E. Boschi (2004). Rarely observed short-period (5–10 s) suboceanic Rayleigh waves propagating across the Tyrrhenian Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 22, L22605.

(313) Saccorotti, G., L. Zuccarello, E. Del Pezzo, J. Ibanez and S. Gresta (2004). Quantitative analysis of the tremor wavefield at Etna Volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 3-4, 223-245.

(419) Gresta, S., H. Langer, M. Mucciarelli, M.R. Gallipoli, S. Imposa, J. Letticia and C. Monaco (2004). The site response in the city of Ragusa-Ibla (Sicily) by using microtremors and strong ground motion simulations. In: *Risk Analysis IV*, C.A. Brebbia (ed.), Wessex Institute of Technology Press, Wessex (U.K.).

(421) Lombardo, G., R. Rigano, S. Gresta, H. Langer, C. Monaco and G. De Guidi (2004). Evaluation of the Local Seismic Response in the Area of Catania (Italy). In: *Risk Analysis IV*, C.A. Brebbia (ed.), Wessex Institute of Technology Press, Wessex (U.K.).

## 5.2 Altre Pubblicazioni

---

## 5.3 Banche dati

---

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Antenne Sismiche	E. Del Pezzo	Istituzionali, DPC, Regione Campania	NA-OV, CT		
TOMODEC	E. Del Pezzo	Governo Spagnolo	NA-OV, CT		
SPICE	A. Morelli	EC	RM1, INGV-BO, CNT		
Studio del campo d'onda associato alla dinamica del vulcanismo attivo	E. Del Pezzo	FIRB-MIUR	NA, CT		
Diagnostica e salvaguardia manufatti architettonici per effetti da sismi e calamità naturali	A. Rovelli	MIUR-FISR	RM1		
Progetto per la sismologia e l'ingegneria sismica	A. Rovelli	MIUR (I.488-92)	RM1, MI		
E-Ruption	G. Saccorotti	EC	RM1, NA		



## Obiettivo Specifico: 2.6.

# Misure di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree sismiche e vulcaniche

### 1. Curatore/i:

Antonio Meloni

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM2, NA-OV, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Le attività di questo TTC non erano previste in maniera specifica nel PT 04-06, ma erano articolate nell'ambito degli obiettivi specifici relativi alle attività in aree sismiche e vulcaniche. In queste i metodi gravimetrici, magnetici ed elettromagnetici, venivano inquadrati insieme ad altri metodi. Solo in alcuni casi erano riportati temi disciplinarmente attinenti ma non specificamente nell'ambito delle aree sismiche e vulcaniche. (ex1.2,1.3,1.4,3A2,3A3).

Per lo studio di un possibile effetto tettono-magnetico nell'Appennino centrale è attiva una rete magnetica locale. Le operazioni di questa rete, composta da 4 stazioni di misura del campo magnetico totale (F) con acquisizione locale, dislocate in Abruzzo e Molise, vengono curate presso l'osservatorio dell'Aquila, in collaborazione con personale di Roma 2. La stazione di riferimento è l'Osservatorio di L'Aquila, ove sono operative anche per questo fine: 1 stazione di linee telluriche NS-EO, per la rilevazione in continuo del campo elettrico tellurico e 1 stazione em nella banda VLF. Nel 2004 in particolare si sono effettuate:

- (i) manutenzione delle 4 stazioni remote;
- (ii) gestione dei sistemi di acquisizione dei dati;
- (iii) sistematica elaborazione dei dati, finalizzata al mantenimento di un archivio informatico.

Nel 2004 i gruppi di Gravimetria e di Magnetismo di Catania hanno garantito lo svolgimento delle attività sui vulcani attivi siciliani. Sono stati sviluppati nuovi approcci metodologici e sperimentali per migliorare la comprensione dei processi fisici che generano i segnali in aree vulcaniche attive. In particolare, l'applicazione di tecniche di analisi non stazionarie ha permesso di ottenere criteri di valutazione più affidabili dei segnali magnetici e gravimetrici associati agli eventi eruttivi dell'Etna (anni 01-02). Per realizzare la migliore pianificazione delle attività, i due gruppi si sono avvalsi dei Laboratori *GravLab* e *MagLab*, per lo sviluppo e la gestione delle reti di monitoraggio gravimetrico, magnetico ed elettrico dei vulcani attivi siciliani, e del *TecnoLab*, per la formazione scientifica e tecnica del personale. In particolare, *GravLab* e *MagLab* hanno assicurato gli adempimenti necessari per garantire il regolare funzionamento dei sistemi di misura:

- (i) manutenzione delle stazioni remote;
- (ii) gestione dei sistemi di trasmissione ed acquisizione dei dati;
- (iii) sistematica acquisizione ed elaborazione dei dati, finalizzate al mantenimento di un archivio informatico di agevole consultazione;
- (iv) visualizzazione in tempo reale dei dati sul web della Sezione.

Per quanto concerne l'OV, le indagini gravimetriche vengono svolte sui Vulcani napoletani (Campi Flegrei, Vesuvio e Ischia), a Pantelleria, a Vulcano e alle Isole Eolie. Le misure sono condotte su reti i cui vertici sono tutti ubicati in corrispondenza, o nelle immediate vicinanze, di capisaldi altimetrici delle reti di livellazione, allo scopo di residuare l'eventuale effetto delle variazioni di quota. Le reti sono collegate a riferimenti esterni, ubicati in zone relativamente stabili e nei quali è stato misurato il valore assoluto di g. Le stazioni di riferimento sono Napoli, per le reti dei vulcani napoletani, e Milazzo, per le reti di Vulcano e dell'arcipelago eoliano. Le stazioni assolute Napoli e Milazzo sono anche nodi della "Rete Italiana di Ordine Zero". Nella stazione di Napoli il valore assoluto di g è stato rimisurato nel 2003. Per l'isola di Pantelleria la distanza dalla Sicilia ha reso necessaria l'istituzione di due stazioni assolute la cui posizione è stata scelta in funzione dell'attività dinamica individuata sin dal 1980. Nel 2004 sono state eseguite 7 campagne gravimetriche, e precisamente: 2 ai Campi Flegrei, 2 al Vesuvio, 1 all'isola d'Ischia 1 a Vulcano. L'utilizzo di tre gravimetri (LCR D85, e LCR D-62 e D-136, messi a disposizione dal Dip. Geof. Vulc. Univ. Federico II di Napoli) si è reso indispensabile

principalmente allo scopo di ottenere i parametri di trasferimento e un riferimento temporale per l' LCR di nuova acquisizione.

Cadenze rimisurazione: semestrale ai Campi Flegrei e al Vesuvio; annuale a Vulcano; biennale alle isole di Ischia e Pantelleria. Il complesso di misure gravimetriche rilevate è stato, come di consueto, sottoposto a compensazione rigorosa.

Sono stati effettuati, con strumentazione idonea studi di fattibilità per l'installazione di una rete magneto-tellurica sulla banda 10.000–0.0001 Hz, sul Vesuvio e sui Campi Flegrei. Negli ultimi mesi del 2004 sono stati effettuati 19 sondaggi magneto-tellurici e sono anche state installate 6 stazioni magnetiche nel golfo di Pozzuoli a mare.

L'integrazione delle misure in quota di campo magnetico, con quelle a terra, e l'uso di nuove tecniche numeriche di modellazione crostale, sono state l'oggetto di attività sviluppate dal GR Tecniche di Esplorazione Geofisica della Sezione Roma 2, in area vulcanica. Nel marzo 2004, con aeromobile AB 412, si è effettuato un Rilievo a fini ambientali nella zona di Castelvoturno, in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato. Nel giugno 2004, con aeromobile AB 412, si è effettuato un Rilievo aeromagnetico a fini ambientali in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato, nella zona di Matera. Novembre 2004, con aeromobile Aerospaziale AS-350 Ecureuil un Rilievo aeromagnetico sulle aree vulcaniche di Panarea e Vulcano, arcipelago delle Eolie. Da questi studi si sono prodotte cartografie allo scopo di pervenire alla utilizzazione dell'imaging magnetico della crosta, con sufficiente risoluzione verticale, per mettere in relazione i risultati magnetici con i meccanismi di alimentazione degli apparati eruttivi.

Presso la nuova sede di Portovenere le attività del gruppo si sono parzialmente inserite nell'ambito disciplinare del TTC; in particolare l'effettuazione di campagne di acquisizioni dati gravimetrici e magnetici e la compilazione di una nuova versione profondamente rivista della carta aeromagnetica d'Italia.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

###### Rete tettonomagnetica

- Aquilano: magnetometri scalari, linee telluriche e strumentazione em nella banda VLF.
- All'Etna (i) 1 rete gravimetrica di 71 capisaldi per misure discrete e 3 stazioni remote in acquisizione continua, (ii) 1 rete di 6 magnetometri scalari e 1 magnetometro vettoriale e (iii) 1 rete geoelettrica di 3 stazioni per i segnali di potenziale spontaneo.
- A Stromboli, 1 rete di 3 magnetometri gradiometrici e 1 stazione gravimetrica in acquisizione continua.

###### Le reti gravimetriche dell'OV

- Vesuvio: 32 capisaldi e 1 stazione assoluta, 1 stazione gravimetrica registratrice istituita, nel '87, alla sede storica dell'OV;
- Campi Flegrei: 18 capisaldi e 1 stazione assoluta dal '98, rimisurata nel '03;
- Ischia: 25 capisaldi e 1 stazione dal '94 rimisurata nel '03.
- Vulcano: 26 capisaldi, 1 stazione assoluta dal '90. 6 vertici gradiometrici La rete gravimetrica è inserita in una rete "regionale" di altri 8 capisaldi;
- Pantelleria: 22 capisaldi e 2 stazioni assolute.

Misure gravimetriche e magnetiche a Portovenere e aeromagnetiche integrate a altri parametri geofisici geodetici a RM2.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Osservazione e misura di valori assoluti e relativi di campo di gravità, campo magnetico, campi tellurici e campi em e analisi interpretative tipiche con correlazioni multidisciplinari nell'ottica della caratterizzazione gravimetrica, magnetica e em delle aree sismiche e vulcaniche.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Valori di campi di gravità, magnetico, tellurico e em in valori assoluti e relativi in apposite scale spazio-temporali.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

###### Rete tettonomagnetica e VLF Aquilano:

I dati hanno contribuito all'arricchimento delle informazioni scientifiche in questo ambito e non hanno mostrato forti evidenze di correlazioni con fenomeni sismici e tettonici, non rilevanti nel 04 in questa area.

## Etna

Durante l'eruzione iniziata il 7/9/04, alle stazioni PDN e BVD sono state registrate anomalie gravimetriche, in coincidenza temporale, l'11 e il 16/11/04. Queste anomalie, repentina variazione del livello medio della gravità, parzialmente recuperato in alcune ore, hanno ampiezza confrontabile in entrambe le stazioni (ca 10  $\mu$ Gal e ca 50  $\mu$ Gal rispettivamente) ma sempre di segno opposto. Fenomeni simili, registrati anche successivamente, non hanno presentato così netta contemporaneità. Le principali anomalie magnetiche sono state rilevate nelle stazioni sommitali di PDN e MFS a metà 07/04. Scala temporale e intensità di queste anomalie magnetiche indicano come probabile causa l'effetto piezomagnetico prodotto dall'intrusione di un dicco, posizionato nella stessa area dove si sono aperte le fratture eruttive nel successivo mese di settembre. Nelle analisi dei dati si sono sviluppati:

- a) modelli dei perturbatori della gravità per mezzo di tecniche non lineari (Neuro-Fuzzy);
- b) miglioramento ed applicazione dei filtri adattativi per identificazione e valutazione di variazioni locali, a breve e medio termine, nelle serie temporali magnetiche;
- c) analisi congiunta di anomalie gravimetriche e tremore osservate simultaneamente durante l'eruzione del 02-03;
- d) descrizione dei meccanismi intrusivi dell'eruzione del 02 lungo il Rift di NE mediante l'analisi congiunta di dati gravimetrici, magnetici e deformazioni del suolo;
- e) inversione dati magnetici con algoritmi basati su reti neurali;
- f) caratterizzazione dei processi dinamici che guidano le variazioni magnetiche nel tempo.

## Campi Flegrei

Si è evidenziata una significativa e generale variazione di gravità, nella parte centrale della caldera, con valori massimi compresi tra -30 e -65 $\mu$ Gal nel periodo 04-10/04.

## Vesuvio

I confronti evidenziano variazioni di gravità significative nel periodo 05-11/04, quando è stato osservato un aumento nel settore sud-orientale, con valori massimi compresi tra i 45 e i 50  $\mu$ Gal lungo la direttrice Boscoreale-Valle dell'Inferno. Un aumento di gravità non superiore ai 30  $\mu$ Gal è stato individuato in una zona limitata alla base occidentale del Gran Cono.

## Ischia

I dati rilevati mostrano un generale aumento in particolare sul settore orientale dell'isola, con variazioni tra 30 e 60  $\mu$ Gal. Appare una variazione (continuazione, pur con distribuzione diversa, dell'aumento del periodo '97-'99?).

## Vulcano

Le differenze hanno mostrato che l'isola è stata interessata da un generale aumento di gravità, contenuto entro i 30  $\mu$ Gal, che si estende a Lipari. La forma e l'estensione del campo suggeriscono una sorgente regionale, relativamente profonda. Su questa si sovrappongono effetti locali e superficiali limitati a Vulcano (valori entro 50  $\mu$ Gal). Il confronto tra distribuzione spaziale delle variazioni di gravità potrebbe indicare che quanto ora osservato possa costituire la continuazione del fenomeno già rilevato dal '99.

## Portovenere

Si è proceduto alla stampa di una nuova versione della carta Aeromagnetica d'Italia da dati dell'Agip. L'analisi dei nuovi rilievi aeromagnetici ha permesso di sviluppare con successo nuove tecniche d'inversione 3D e di modellazione con dati gravimetrici e magnetometrici

### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Un prototipo di magnetometro vettoriale autolivellante, sviluppato presso la Sezione di RM2, è stato, installato sull'Etna a SLN. Il confronto dei primi dati acquisiti ha evidenziato una buona correlazione con un secondo magnetometro preesistente. E' stata effettuata una sperimentazione di 2 stazioni gravimetriche in pozzetto all'Etna. E' stata realizzata l'applicazione di un sistema *fuzzy-logic* per realizzare una camera isoterma e si sono sperimentate ottimizzazione dei sistemi *wireless* per la trasmissione dei dati in condizioni estreme. E' stata attivata la rete geoelettrica dell'Etna per la misura dei segnali di potenziale spontaneo. Le stazioni sono ubicate in corrispondenza dei sensori magnetici. Infine l'applicazione di modelli diretti ed inversi, eseguita simultaneamente su dati multi-metodologici, ha reso possibile descrivere con maggior dettaglio le caratteristiche di propagazione di dicchi superficiali.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(19) Andò, B. and D. Carbone (2004). A test on a Neuro-Fuzzy algorithm used to reduce continuous gravity records for the effect of meteorological parameters, *Phys. of the Earth and Planet. Int.*, 142, 1-2, 37-47.

(38) Berrino, G. and U. Riccardi (2004). Far-field gravity and tilt signals by large earthquakes: real or instrumental effects?, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1379-1397.

(72) Caratori Tontini, F. Magnetic anomaly Fourier spectrum of a 3D Gaussian source, *Geophysics (accepted)*.

(73) Caratori Tontini, F., P. Stefanelli, I. Giori, O. Faggioni and C. Carmisciano (2004). The revised aeromagnetic anomaly map of Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1547-1555.

(102) Currenti, G., C. Del Negro, L. Fortuna, R. Napoli and A. Vicari (2004). Non-linear analysis of geomagnetic time series from Etna volcano, *Nonlinear Process. Geophys.*, 11, 119-125.

(103) Currenti, G., C. Del Negro, V. Lapenna and L. Telesca. Fluctuation analysis of the hourly time variability of volcano-magnetic signals recorded at Mt. Etna Volcano, Sicily (Italy), *Chaos Solitons Fractals (accepted)*.

(120) Del Negro, C., G. Currenti, R. Napoli and A. Vicari (2004). Volcanomagnetic changes accompanying the onset of the 2002-2003 eruption of Mt. Etna (Italy), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 229, 1-2, 1-14.

(121) Del Negro, C., L. Fortuna and A. Vicari. Modelling lava flows by Cellular Nonlinear Networks (CNN): preliminary results, *Nonlinear Process. Geophys. (accepted)*.

(144) Faggioni, O., F. Caratori Tontini, P. Stefanelli, L. Cocchi, C. Carmisciano and I. Giori. A topographic surface reduction of Aeromagnetic anomaly field over the Tyrrhenian Sea area (Italy), *Mar. Geophys. Res. (accepted)*.

(233) Meloni, A., D. Di Mauro, S. Lepidi, G. Mele and P. Palangio (2004). Tectonomagnetic and VLF electromagnetic signals in Central Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 29-37.

(402) Bonaccorso, A., S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.) (2004). *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 369 pp.

(403) Meloni, A., V. Spichak and S. Uyeda (eds.) (2004). *III International Workshop "Magnetic, Electric and Electromagnetic Methods in Seismology and Volcanology"*, Moscow (Russia), 3-6 September 2002, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 1-245.

(418) Del Negro, C. and R. Napoli (2004). Magnetic Field Monitoring at Mt. Etna During the Last 20 Years. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 241-262.

(422) Mauriello, P., D. Patella, Z. Petrillo, A. Siniscalchi, T. Iuliano and C. Del Negro (2004). A Geophysical Study of the Mount Etna Volcanic Area. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 273-291.

### 5.2 Altre Pubblicazioni

Angelino, A., C. Del Negro, A. Incoronato, R. Napoli and P. Tiano (2004). Data concerning magnetic susceptibility changes in powdered rock induced by temperature. Results from Mount Etna and Ustica island specimens, *Quad. Geofis.*, 35, 51-56. (CT)

Budetta, G., D. Carbone and F. Greco (2004). Technological improvements in gravity monitoring of active volcanoes, *Quad. Geofis.*, 35, 103-109. (CT)

Budetta, G., D. Carbone, F. Greco and H. Rymer (2004). Microgravity Studies at Mount Etna (Italy). in "Mt. Etna: Volcano Laboratory", *Geophys. Monogr. Ser. 143*, edited by Calvari S., Bonaccorso A., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (Eds), AGU (Geophysical monograph series; 143) 221-240. (CT)



Currenti, G., C. Del Negro, L. Fortuna, S. Graziani, R. Napoli, A. Rizzo and A. Vicari (2004). Beta version of MADAP: a modular architecture for MAgnetic DAta Processing acquired by vol-canic monitoring networks, Quad. Geofis., 35, 117-128. (CT)

Del Negro, C. and R. Napoli (2004). Magnetic Field Monitoring at Mt. Etna During the Last 20 Years. In: "Etna Volcano Laboratory" Calvari, Bonaccorso, Coltelli, Del Negro, Falsaperla (Eds), AGU (Geophysical monograph series; 143), 241-262. (CT)

Mauriello, P., D. Patella, Z. Petrillo, A. Siniscalchi, T. Iuliano and C. Del Negro (2004). A Geophysical Study of the Mount Etna Volcanic Area. In: "Etna Volcano Laboratory" Calvari, Bonaccorso, Coltelli, Del Negro, Falsaperla (Eds), AGU (Geophysical monograph series; 143), 273-291. (CT)

Napoli, R., G. Currenti, C. Del Negro, T. Hashimoto and A. Vicari (2004). A graphical computer program for modeling of volcanomagnetic fields: a case study Mount Vesuvius, Quad. Geofis., 35, 89-96. (CT)

Nunnari, G. and C. Del Negro (2004). Inverse modelling of magnetic data by using a neural network approach, Quad. Geofis., 35, 81-88. (CT)

Vicari, A, G. Currenti, C. Del Negro, L. Fortuna and R. Napoli (2004). Nonlinear identification and modeling of geomagnetic time series at Etna volcano, Quad. Geofis., 35, 71-80. (CT)

Mauriello P., Patella D., Petrillo Z., Iuliano T., Del Negro C., 2004. A Geophysical Study of Mt. Etna Volcanic. Area. Mt. Etna: Volcano Laboratory. Geophysical Monograph Series, A.G.U., 143. (NA)

Troiano A., Petrillo Z., Di Giuseppe M. G., Patella D., 2004. On the Resolution of Electromagnetic Induction Methods in Marine Exploration of Complex Volcanic Structures. Quaderni di Geofisica, 35 (NA)

Troiano A., Petrillo Z., Di Giuseppe M. G., Patella D., 2004. Characterization of the Coherent EM Noise due to Moving Sources on Magnetotelluric Data. Quaderni di Geofisica, 35 (NA)

Patella D., Petrillo Z., Siniscalchi A., Improta L., Di Fiore B., 2004. New Magnetotelluric Data Along the CROP04 Profile Across the Southern Apennines. In "CROP, Deep Seismic Exploration of the Mediterranean Region"; ed. by I., R. Finetti. Tectonophysics Special Volume, Elsevier Science (in press). (NA)

Berrino G., d'Errico V., 2004. Rendiconto sull'attività di sorveglianza svolta nel 2003: Gravimetria Vesuvio. Rapporto per Rendiconto anno 2003 Attività Sorveglianza svolta dall'Osservatorio Vesuviano. Febbraio 2004. (NA)

Berrino G., d'Errico V., 2004. Rendiconto sull'attività di sorveglianza svolta nel 2003: Gravimetria nel settore Flegreo-Ischitano. Rapporto per Rendiconto anno 2003 Attività Sorveglianza svolta dall'Osservatorio Vesuviano. Febbraio 2004. (NA)

Berrino G., d'Errico V., 2004. Rendiconto sull'attività di sorveglianza svolta nel 2003: Gravimetria Isola di Vulcano. Rapporto per Rendiconto anno 2003 Attività Sorveglianza svolta dall'Osservatorio Vesuviano. Febbraio 2004. (NA)

Pingue F., Berrino G., Borgstrom S.E.P., Capuano P., Cecere G., D'alessandro A., De Martino P., Del Gaudio C., d'Errico V., La Rocca A., Malaspina S., Obrizzo F., Pinto S., Ricciardi G.P., Ricco C., Russo A., Sepe V., Serio C., Siniscalchi V., Tammaro U., Aquino I., Dolce M., Brandi G., 2004. Geodesia (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia) in Attività di Sorveglianza dell'Osservatorio Vesuviano. Rendiconto anno 2002. A cura di Giovanni Macedonio e Umberto Tammaro, 2004, 51-85. (NA)

Palangio P., C. Rossi, A. Zirizzotti, A. Meloni and L. Cafarella, "Project and Manufacturing of an Autolevelling Vectorial Magnetometer for Volcanic Areas Monitoring", Quaderni di geofisica n. 35 2004. (RM2)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

- Sviluppo del software "Gravvisual" per la gestione e l'analisi in tempo reale di sequenze di dati gravimetrici. (CT)
- Sviluppo del software "Graverse" per l'interpretazione delle anomalie gravimetriche. (CT)
- Camera isoterma per alloggiamento di gravimetri in siti remoti. (CT)
- Sviluppo del software "MADAP" per l'identificazione e la valutazione di variazioni locali, a breve e a medio termine, nelle serie temporali del campo magnetico. (CT)

- Un prototipo di magnetometro vettoriale autolivellante, sviluppato presso la Sezione di RM2, è stato installato a SLN sull'Etna. (RM2)
- Sviluppo del software "VMM" per il calcolo dei campi vulcanomagnetici.
- Camera isotermica per alloggiamento di gravimetri in siti remoti.
- Sviluppo e gestione del sito WEB per la divulgazione delle attività svolte.

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Innovazione tecnologica ed automazione nelle applicazioni integrate dei metodi elettromagnetici e dei campi di potenziale in aree vulcaniche attive	C. Del Negro, A. Meloni, G. Budetta	INGV	CT, RM1	68.983	3 Unità Operative INGV

## Obiettivo Specifico: 3.1.

# Struttura e dinamica dell'interno della Terra – Sismologia

### 1. Curatore/i:

Paolo Augliera, Claudio Chiarabba, **Andrea Morelli** e Claudia Piromallo

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, NA-OV, MI, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Il Piano Triennale di Attività 2004-2006 riportava, al punto 3.A.1, numerosi obiettivi di grande respiro, nell'ambito dei quali l'attività di ricerca dell'Ente si è svolta in diverse Sezioni, secondo una distribuzione di competenze ed interessi scientifici sostanzialmente a scala nazionale, spesso nell'ambito di collaborazioni. Gli argomenti di ricerca riguardavano vari aspetti legati sia allo studio della propagazione delle onde sismiche, con metodi diretti ed inversi, sia allo studio delle caratteristiche delle sorgenti sismiche su base sia sperimentale che teorica. Lo studio della struttura dell'interno della Terra è stato diretto a diverse scale spaziali e utilizzando metodi diretti ed inversi, in ambienti tettonici e vulcanici. Tra gli sviluppi di rilievo, ricordiamo i miglioramenti dei modelli di propagazione delle onde P ottenuti mediante l'applicazione di nuovi metodi tomografici. I risultati mostrano più dettagliatamente la geometria profonda del sistema litosfera-astenosfera della penisola italiana e zone circostanti. Sono stati effettuati studi sui dati sismologici a larga banda registrati in campagne effettuate sia negli anni scorsi che nel 2004 lungo la catena Appenninica, tramite tecniche di tomografia, receiver functions e tramite lo studio dell'anisotropia sismica con l'analisi dello shear wave splitting. Sono stati estesi a diverse zone dell'Appennino gli studi di receiver function per la struttura della crosta e del mantello tramite l'uso di eventi telesismici registrati negli esperimenti degli anni scorsi. Le inversioni per il modello 1D al di sotto di profili che attraversano la catena appenninica hanno permesso di evidenziarne la struttura profonda e l'andamento delle principali discontinuità (Moho). Le analisi sono state inoltre estese ai principali complessi vulcanici della penisola. Le analisi di anisotropia sismica del mantello hanno permesso di definire la deformazione astenosferica in profondità legata alla subduzione sud-tirrenica. Sono stati inoltre calcolati modelli tomografici a scala locale definendo la struttura 3D delle Vp Qp, Vp/Vs e Qs per la crosta superiore. Di rilievo sono anche gli impegni in zone geologiche di particolare interesse scientifico lontane del territorio italiano, che testimoniano l'ampiezza di interessi e la vitalità scientifica dell'Ente. Un esempio è costituito dalla ricostruzione della struttura crostale tridimensionale della zona delle Vrancea (Romania), ove si verificano eventi di forte magnitudo (Mw 6.9 - 7.4) a profondità intermedie, modellando dati di sismica a rifrazione. Dati di sismica attiva (rifrazione/riflessione wide-angle) sono anche stati utilizzati per lo studio della struttura litosferica dello scudo canadese. Un diverso approccio, legato all'analisi dei sismogrammi di lungo periodo e alla modellazione delle onde di superficie, ha portato poi a studi di tomografia del continente antartico, che nel corso del 2004 hanno prodotto un modello dello spessore litosferico che evidenzia le profonde radici litosferiche del cratone. La ricostruzione sismologica della struttura terrestre rappresenta da un lato il nostro principale strumento di conoscenza di come è fatto il nostro pianeta, ma dall'altro ci fornisce anche modelli affidabili di come si propagano le onde sismiche, un requisito fondamentale per lo studio delle sorgenti sismiche. Questa interazione tra studi strutturali e delle sorgenti sismiche si è svolta per esempio in occasione di sequenze sismiche della penisola italiana ed ha permesso di ottenere dettagliati modelli delle zone di faglia e degli ipocentri, per studiare la distribuzione spazio-temporali della sismicità con metodi di localizzazione ad alta precisione. Metodi di analisi di dati sismometrici per studi di sorgente sono stati applicati anche in tempo reale o quasi reale, per permettere la tempestiva caratterizzazione della geometria dei terremoti. Lo studio del tensore momento sismico, che rappresenta in modo completo la sorgente sismica, è avvenuto tramite la modellazione di onde sismiche di breve periodo e tramite la modellazione delle onde di superficie a lungo periodo. Quest'ultima tecnica, in una evoluzione del Centroid Moment Tensor (CMT), viene applicata in modo sistematico alla sismicità europea e mediterranea, per la quale l'INGV aggiorna e mantiene il catalogo che riveste interesse internazionale. In quest'ambito è anche stato pubblicato il primo atlante della sismicità euro-mediterranea, che contiene una compilazione critica di tutti i meccanismi focali reperibili in letteratura. Lo studio dell'attenuazione sismica rappresenta un obiettivo con importanti ricadute anche per la protezione dai terremoti. Queste analisi sono state condotte sia in regioni italiane, che per il settore turco occidentale, dove la presenza degli aftershocks del terremoto di Izmit del 1999 ha permesso anche di condurre uno studio della risposta di sito. Le analisi statistiche della sismicità e dei cataloghi sismici hanno rappresentato un argomento di indubbio interesse in questi anni, risultando nel 2004 nella pubblicazione di numerosi articoli. Di particolare interesse la caratterizzazione delle interazioni tra terremoti e tra eruzioni vulcaniche e terremoti. Gli studi teorici del

processo di generazione dei terremoti hanno riguardato la modellazione numerica dei processi di frattura dinamica in mezzi lateralmente eterogenei e l'analisi dei campi di deformazione e sforzo cosismici conseguenti. È stato effettuato lo studio della propagazione delle onde sismiche irradiate dalla fratturazione in mezzi continui e discreti. Studi di sismologia vulcanica hanno riguardato tutti i vulcani italiani, concentrandosi su aspetti di specifico interesse e producendo risultati assai significativi per lo studio della struttura del Vesuvio, del tremore vulcanico e della sismotettonica dell'Etna, dei terremoti esplosivi e della frana di Stromboli.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

I sistemi di monitoraggio per la sorveglianza in tempo reale della sismicità e per l'acquisizione di dati utilizzabili nel contesto dei progetti legati allo studio della struttura e dinamica dell'interno della Terra sono descritti in dettaglio negli O.S. 1.1 (Monitoraggio sismico del territorio nazionale) e 1.4 (Sorveglianza sismologica della aree vulcaniche attive).

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Le metodologie utilizzate nell'ampio spettro degli studi sismologici della struttura e della dinamica dell'interno della Terra condotti entro il nostro ente sono naturalmente assai variegati. Tecniche classiche, la cui affidabilità è ormai ben nota, sono oggetto di evoluzione ed aggiornamento ai nuovi data set, superiori sia qualitativamente che quantitativamente. Metodi come quello delle receiver functions oppure l'analisi dello shear-wave splitting vengono adeguati alle nuove potenzialità e strutturati, per esempio, per affrontare la non linearità nelle inversioni. Sono state anche applicate nuove tecniche di precisione per la localizzazione ipocentrale che sfruttano la similitudine tra forme d'onda di terremoti vicini. Nel campo della tomografia sismica, sia con metodi passivi che attivi, le moderne risorse di calcolo forniscono nuove potenzialità e permettono di modellare i dati con maggiore dettaglio. Tecniche numeriche di modellazione del campo d'onda sismico in mezzi tridimensionale, quale il metodo degli elementi spettrali, sono state implementate presso l'INGV e stanno ricevendo interesse crescente, anche in relazione agli sviluppi nel campo delle risorse computazionali dell'ente. Codici di calcolo parallelo hanno potenzialità enormi per il futuro e sono in atto, anche nel nostro ente, ricerche per utilizzarne i vantaggi anche per la risoluzione di problemi inversi. La modellazione delle forme d'onda dei sismogrammi con metodi classici (teoria del raggio, riflettività, modi normali, onde di superficie in mezzi debolmente eterogenei) viene utilizzata per ricostruire i meccanismi delle sorgenti sismiche e la struttura terrestre. La prima parte del segnale sismico delle onde di volume è stata utilizzata per il calcolo delle caratteristiche del meccanismo focale ed eventualmente di alcune caratteristiche cinematiche di base della frattura, come la direzionalità. La porzione a periodo più lungo, compreso generalmente tra 35 e 150 secondi, corrispondente alle onde superficiali, viene modellata nel dominio delle frequenze per determinare le caratteristiche medie della sorgente sismica (centroide e tensore momento sismico). Inoltre, le onde di superficie vengono utilizzate anche per studi della struttura terrestre, passando attraverso la misura delle caratteristiche di dispersione che rappresentano il dato da utilizzare successivamente per l'inversione tomografica tridimensionale. Un campo che, in quest'anno, si è molto concentrato su sviluppi metodologici e computazionali è quello degli studi della meccanica della sorgente sismica. L'evoluzione degli strumenti di calcolo numerico, sostanzialmente basati sia sulle differenze finite che sugli elementi finiti, è orientata verso rappresentazioni più realistiche dei fenomeni modellati. L'applicabilità alle reali condizioni e alla complessità delle strutture geologiche deve per esempio affrontare il problema della geometria, eventualmente non planare e rugosa, della faglia. In questo ambito particolare si sono avuti risultati di rilievo che mostrano l'importanza di queste strutture nell'evoluzione dinamica del processo di fratturazione. Le applicazioni in ambito vulcanico hanno sviluppato metodi specifici per studiare e localizzare, per esempio, le sorgenti di tremore vulcanico tramite antenne sismiche. Le tecniche tomografiche da applicarsi ad edifici vulcanici devono inoltre essere particolarmente raffinate per affrontare la formidabile complessità e le forti discontinuità.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Questo O.S. non riguarda esplicitamente la raccolta dati, tuttavia è opportuno menzionare il coinvolgimento dei ricercatori attivi nei campi dell'analisi e modellazione, anche nell'acquisizione dati, spesso in esperimenti finalizzati ad obiettivi scientifici specifici - che viene però dettagliata altrove e dunque qui tralasciata.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

La deformazione astenosferica legata alla subduzione tirrenica è stata definita con maggiore definizione e precisione, grazie a sviluppi dei modelli tomografici e dello studio dell'anisotropia sismica. Sono state migliorate le conoscenze dello spessore e della struttura crostale e litosferica sia in Italia che in altre significative zone del mondo (Vrancea, Canada, Antartide), studiata con dati di sismica attiva, receiver functions, dati sismografici locali e onde di superficie. Sono stati ottenuti modelli delle zone di faglia e della distribuzione ipocentrale di aftershocks in alcune regioni appenniniche. Sono stati aggiornati i cataloghi dei meccanismi focali della regione euro-mediterranea. Sono stati definiti modelli di attenuazione sismica, risposte di sito, caratteristiche di calibrazione della scala della magnitudo locale in Italia ed altre aree sismogenetiche. Sono state evidenziate correlazioni statistiche tra l'occorrenza di terremoti ed eruzioni vulcaniche

su varie scale spaziali. Sono state incluse la non planarità e la presenza di rugosità sul piano di faglia in simulazioni dinamiche di frattura. Si sono ottenute informazioni sulla struttura profonda e sciami sismici del Vesuvio, nonché della sismicità e della sua associazione con le strutture attive dell'Etna.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

- (23) Antonioli, A., M.E. Belardinelli and M. Cocco (2004). Modelling dynamic stress changes caused by an extended rupture in an elastic stratified half-space, *Geophys. J. Int.*, 157, 1, 229-244.
- (31) Barberi, G., M.T. Cosentino, A. Gervasi, I. Guerra, G. Neri and B. Orecchio (2004). Crustal seismic tomography in the Calabrian Arc region, south Italy, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 147, 4, 297-314.
- (32) Barberi, G., O. Cocina, V. Maiolino, C. Musumeci and E. Privitera (2004). Insight into Mt. Etna (Italy) kinematics during the 2002-2003 eruption as inferred from seismic stress and strain tensors, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 21, L2161.
- (40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.
- (43) Bisio, L., R. Di Giovambattista, G. Milano and C. Chiarabba (2004). Three-dimensional earthquake locations and upper crustal structure of the Sannio-Matese region (southern Italy), *Tectonophysics*, 385, 1-4, 121-136.
- (44) Bizzari, A. and M. Cocco. 3-D dynamic simulations of spontaneous rupture propagation governed by different constitutive laws with rake rotation allowed, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (52) Braun, T., J. Schweitzer, R.M. Azzara, D. Piccinini, M. Cocco and E. Boschi (2004). Results from the temporary installation of a small aperture seismic array in the Central Apennines and its merits for the local event detection and location capabilities, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1557-1568.
- (54) Bruno, P.P. (2004). Structure and evolution of the Bay of Pozzuoli (Italy) using marine seismic reflection data: implications for collapse of the Campi Flegrei caldera, *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 342-355.
- (59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).
- (74) Carminati, E., C. Doglioni and S. Barba (2004). Reverse migration of seismicity along thrusts and normal faults, *Earth-Sci. Rev.*, 65, 3-4, 195-222.
- (76) Casarotti, E. and A. Piersanti. A synthetic fault system in a spherical and viscoelastic Earth model, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (79) Chiarabba, C., N.A. Pino, G. Ventura and G. Vilardo (2004). Structural features of the shallow plumbing system at Vulcano Island, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 477-484.
- (80) Chiaraluce, L., A. Amato, M. Cocco, C. Chiarabba, G. Selvaggi, M. Di Bona, D. Piccinini, A. Deschamps, L. Margheriti, F. Courboulex and M. Ripepe (2004). Complex normal faulting in the Apennines thrust-and-fold belt: the 1997 seismic sequence in central Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 99-116.
- (81) Chiaraluce, L., M.R. Barchi, C. Collettini, F. Mirabella and S. Pucci. Connecting seismically active normal faults with Quaternary geological structures in a complex extensional environment: the Colfiorito 1997 case history (Northern Apennines, Italy), *Tectonics* (accepted).
- (82) Chiodini, G., C. Cardellini, A. Amato, E. Boschi, S. Caliro, F. Frondini and G. Ventura (2004). Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07615.
- (85) Cianetti, S., C. Giunchi and M. Cocco. 3D Finite element modeling of stress interaction: an application to Landers and Hector Mine fault systems, *J. Geophys. Res.* (accepted).

- (86) Cimini, G.B. and A. Marchetti. Deep structure of peninsular Italy from seismic tomography and subcrustal seismicity, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (87) Cimini, G.B., P. De Gori and A. Frepoli. Passive seismology in southern Italy: the saptex array, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (88) Cinti, F.R., L. Faenza, W. Marzocchi and P. Montone (2004). Probability map of the next  $M \geq 5.5$  earthquakes in Italy, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 11, Q11003.
- (89) Civello, S. and L. Margheriti (2004). Toroidal mantle flow around the Calabrian slab (Italy) from SKS splitting, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10601.
- (91) Cocco, M., A. Bizzarri and E. Tinti (2004). Physical interpretation of the breakdown process using a rate- and state-dependent friction law, *Tectonophysics*, 378, 3-4, 241-262.
- (92) Collettini, C., L. Chiaraluce, S. Pucci, M. R. Barchi and M. Cocco. Looking at fault reactivation matching structural geology and seismological data, *J. Struct. Geol.* (accepted).
- (101) Cucci, L., S. Pondrelli, A. Frepoli, M.T. Mariucci and M. Moro (2004). Local pattern of stress field and seismogenic sources in the Pergola-Melandro basin and the Agri valley (Southern Italy), *Geophys. J. Int.*, 156, 3, 575-583.
- (104) Curtis, A., A. Michelini, D. Leslie and A. Lomax (2004). A deterministic algorithm for experimental design applied to tomographic and microseismic monitoring surveys, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 595-606.
- (110) De Gori, P., C. Chiarabba and D. Patanè. Qp structure of Mt. Etna: constraints for the physics of the plumbing system, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (111) de Lorenzo, S., G. Di Grazia, E. Giampiccolo, S. Gresta, H. Langer, G. Tusa and A. Ursino (2004). Source and Qp parameters from pulse width inversion of microearthquake data in southeastern Sicily, Italy, *J. Geophys. Res.*, 109, B7, B07308.
- (114) De Natale, G., C. Troise, R. Trigila, D. Dolfi and C. Chiarabba (2004). Seismicity and 3-D substructure at Somma-Vesuvius volcano: evidence for magma quenching, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 221, 1-4, 181-196.
- (115) De Natale, G., I. Kuznetsov, T. Kronrod, A. Peresan, A. Saraò, C. Troise and G.F. Panza (2004). Three decades of seismic activity at Mt. Vesuvius: 1972-2000, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 123-144.
- (122) Del Pezzo, E., F. Bianco and G. Saccorotti (2004). Seismic source dynamics at Vesuvius volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 23-39.
- (123) Del Pezzo, E., F. Bianco, S. Petrosino and G. Saccorotti (2004). Changes in the coda decay rate and shear-wave splitting parameters associated with seismic swarms at Mt. Vesuvius, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 439-452.
- (126) Di Giovambattista, R. and Y.S. Tyupkin (2004). Seismicity patterns before the  $M=5.8$  2002, Palermo (Italy) earthquake: seismic quiescence and accelerating seismicity, *Tectonophysics*, 384, 1-4, 243-255.
- (135) Emolo, A., G. Iannaccone, A. Zollo and A. Gorini. Inferences on the source mechanism of the 1930 Irpinia (Southern Italy) earthquake from simulations of the kinematic rupture process, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (142) Faccenna, C., C. Piromallo, A. Crespo-Blanc, L. Jolivet and F. Rossetti (2004). Lateral slab deformation and the origin of the Western Mediterranean arcs, *Tectonics*, 23, 1, TC1012.
- (143) Faenza L., W. Marzocchi, A.M. Lombardi and R. Console (2004). Some insights into the time clustering of large earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1635-1640.
- (145) Falsaperla, S., S. Alparone, S. D'Amico, G. Di Grazia, F. Ferrari, H. Langer, T. SgROI and S. Spampinato. Volcanic tremor at Mt. Etna, Italy, preceding and accompanying the eruption of July-August, 2001, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (152) Feuillet, N., C. Nostro, C. Chiarabba and M. Cocco (2004). Coupling between earthquake swarms and volcanic unrest at the Alban Hills Volcano (central Italy) modeled through elastic stress transfer, *J. Geophys. Res.*, 109, B2, B02308.
- (170) Gambino, S., A. Mostaccio, D. Patanè, L. Scarfi and A. Ursino (2004). High-precision locations of the microseismicity preceding the 2002-2003 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 18, L18604.
- (172) Giampiccolo, E., S. Gresta and F. Rasconà (2004). Intrinsic and scattering attenuation from observed seismic codas in Southeastern Sicily (Italy), *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 55-66.

- (177) Gresta, S., M. Ripepe, E. Marchetti, S. D'Amico, M. Coltelli, A.J.L. Harris and E. Privitera (2004). Seismoacoustic measurements during the July-August 2001 eruption at Mt. Etna volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 219-230.
- (184) Haeussler, P.J., D.P. Schwartz, T.E. Dawson, H.D. Stenner, J.J. Lienkaemper, B. Sherrrod, F.R. Cinti, P. Montone, P. Craw, A.J. Crone and S.F. Personius. Surface rupture and slip distribution of the Denali and Totscunda faults in the November 3, 2002 M7.9 earthquake, Alaska, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (186) Hernandez, B., M. Cocco, F. Cotton, S. Stramondo, O. Scotti, F. Courboux and M. Campillo (2004). Rupture history of the 1997 Umbria-Marche (central Italy) main shocks from the Inversion of GPS, DInSAR and near field strong motion data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1355-1376.
- (199) La Rocca, M., G. Saccorotti, E. Del Pezzo and J. Ibanez (2004). Probabilistic source location of explosion quakes at Stromboli volcano estimated with double array data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 123-142.
- (202) Landes, M., W. Fielitz, F. Hauser, M. Popa and CALIXTO Group (2004). 3-D upper crustal tomographic structure across the Vrancea seismic zone, Romania, *Tectonophysics*, 382, 1-2, 85-102.
- (223) Marzocchi, W., L. Zaccarelli and E. Boschi (2004). Phenomenological evidence in favor of a remote seismic coupling for large volcanic eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04601.
- (230) McNutt, S.R. and W. Marzocchi (2004). Simultaneous earthquake swarms and eruption in Alaska, Fall 1996; statistical significance and inference of a large aseismic slip event, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1831-1841.
- (231) Mega, M.S., P. Allegrini, P. Grigolini, V. Latora, L. Palatella, A. Rapisarda and S. Vinciguerra (2004). Reply to comment on "Intercluster correlation in Seismicity", *Phys. Rev. Lett.*, 92, 12, 9802.
- (232) Melini, D., A. Piersanti, G. Spada, G. Soldati, E. Casarotti and E. Boschi (2004). Earthquakes and relative sealevel changes, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09601.
- (236) Michelini, A. and A. Lomax (2004). Reply to comment by Clifford Thurber and Haijiang Zhang on "The effect of velocity structure errors on double-difference" earthquake location, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 15, L15614.
- (237) Michelini, A. and A. Lomax (2004). The effect of velocity structure errors on double difference earthquake location, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09602.
- (238) Milano, G., D. Di Giovambattista and G. Ventura. Seismicity and Stress field in the Sannio-Matiese area, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (239) Milano, G., R. Di Giovambattista and G. Ventura. The 2001 seismic activity near Isernia (southern Apennines): implications for the seismotectonic of the transition zone between central and southern Apennines (Italy), *Tectonophysics* (accepted).
- (241) Miller, S.A., C. Collettini, L. Chiaraluce, M. Cocco, M. Barchi and M. Kaus (2004). Aftershocks driven by a high pressure CO<sub>2</sub> source at depth, *Nature*, 427, 6976, 724-727.
- (245) Montone, P., M.T. Mariucci, S. Pondrelli and A. Amato (2004). An improved stress map for Italy and surrounding regions (Central Mediterranean), *J. Geophys. Res.*, 109, B10, B10410.
- (247) Morelli, A. and S. Danesi (2004). Seismological imaging of the Antarctic continental lithosphere: a review, *Glob. Planet. Change*, 42, 155-165.
- (251) Murru, M., R. Console and A. Lisi (2004). Seismicity and mean magnitude variations correlated to the strongest earthquakes of the 1997 Umbria-Marche sequence (Central Italy), *J. Geophys. Res.*, 109, B1, B01304.
- (252) Musacchio G., D.J. White, I. Asudeh and C.J. Thomson (2004). Lithospheric structure and composition of the Archean western Superior Province from seismic refraction/wide-angle reflection and gravity modeling, *J. Geophys. Res.*, 109, B03304.
- (253) Musumeci, C., O. Cocina, P. De Gori and D. Patanè (2004). Seismological evidence of stress induced by dike injection during the 2001 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07617.
- (254) Nadeau, R.M., A. Michelini, R.A. Uhrhammer, D. Dolenc and T.V. McEvelly (2004). Detailed kinematics, structure and recurrence of micro-seismicity in the SAFOD target region, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 12, L12S08.
- (256) Neri, G., G. Barberi, G. Oliva and B. Orecchio (2004). Tectonic stress and seismogenic faulting in the area of the 1908 Messina earthquake, south Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10602.

- (257) Neri, G., G. Barberi, G. Oliva and B. Orecchio. Spatial variations of seismogenic stress orientations in Sicily, south Italy, *Phys. Earth Planet. Inter.* (accepted).
- (260) Nisii, V., A. Zollo and G. Iannaccone (2004). Depth of a midcrustal discontinuity beneath Mt. Vesuvius from the stacking of reflected and converted waves on local earthquake records, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1842-1849.
- (263) Operto, S., C. Ravaut, L. Imbrota, J. Virieux, A. Herrero and P. Dell'Aversana (2004). Quantitative imaging of complex structures from multi-fold wide-aperture seismic data: a case study, *Geophys. Prospect.*, 52, 625-651.
- (268) Palatella, L., P. Allegrini, P. Grigolini, V. Latora, M.S. Mega, A. Rapisarda and S. Vinciguerra (2004). Non-Poisson distribution of the time distances between two consecutive clusters of earthquakes, *Physica A*, 338, 201-205.
- (276) Parolai, S. and D. Bindi (2004). Influence of soil-layer properties on k evaluation, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 349-356.
- (279) Perniola, B., G. Bressan and S. Pondrelli (2004). Changes in failure stress and stress transfer during the 1976-77 Friuli earthquake sequence, *Geophys. J. Int.*, 156, 2, 297-306.
- (286) Piatanesi, A., E. Tinti, M. Cocco and E. Fukuyama (2004). The dependence of traction evolution on the earthquake source time function adopted in kinematic rupture models, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04609.
- (289) Pino, N.A., M. Ripepe and G.B. Cimini (2004). The Stromboli Volcano landslides of December 2002: a seismological description, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02605.
- (291) Piromallo, C. and C. Faccenna (2004). How deep can we find the traces of Alpine subduction?, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06605.
- (297) Pondrelli, S., A. Morelli and G. Ekstrom (2004). European-Mediterranean regional centroid-moment tensor catalog: solutions for years 2001 and 2002, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 127-147.
- (298) Pondrelli, S., C. Piromallo and E. Serpelloni (2004). Convergence vs. retreat in Southern Tyrrhenian Sea: insights from kinematics, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06611.
- (299) Presti, D., C. Troise and G. De Natale. Probabilistic location of seismic sequences in heterogeneous media, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (303) Ravaut, C., S. Operto, L. Imbrota, J. Virieux, A. Herrero and P. Dell'Aversana (2004). Multiscale imaging of complex structures from multi-fold wide-aperture seismic data by frequency-domain full-waveform inversion: application to a thrust belt, *Geophys. J. Int.*, 159, 3, 1032-1056.
- (310) Rovelli, A., A. Vuan, G. Mele, E. Priolo and E. Boschi (2004). Rarely observed short-period (5–10 s) suboceanic Rayleigh waves propagating across the Tyrrhenian Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 22, L22605.
- (313) Saccorotti, G., L. Zuccarello, E. Del Pezzo, J. Ibanez and S. Gresta (2004). Quantitative analysis of the tremor wavefield at Etna Volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 3-4, 223-245.
- (330) Selva, J. and W. Marzocchi (2004). Focal parameters, depth estimation and plane selection of the worldwide shallow seismicity with  $M_s \geq 7.0$  for the period 1900-1976, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 5, Q05005.
- (331) Selva, J., W. Marzocchi, F. Zencher, E. Casarotti, A. Piersanti and E. Boschi (2004). A forward test for the interaction between remote earthquakes and volcanic eruptions: the case of Sumatra (Jun. 2000), and Denali (Nov. 2002) earthquakes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 226, 3-4, 383-395.
- (333) SgROI, T., T. Braun, T. Dahm and F. Frugoni. Integration of seismic data from land-based and OBS-stations for the analysis of the seismicity in the Southern Tyrrhenian Sea: the TYDE experiment, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (337) Soldati, G. and L. Boschi. The resolution of whole Earth seismic tomographic models, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (354) Tinti, E., A. Bizzarri, A. Piatanesi and M. Cocco (2004). Estimates of slip weakening distance for different dynamic rupture models, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02611.
- (355) Tinti, E., E. Fukuyama, A. Piatanesi and M. Cocco. A kinematic source time function compatible with earthquake dynamics, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (360) Tosi, P., V. De Rubeis, V. Loreto and L. Pietronero. Space-time combined correlation integral and earthquake interactions, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (366) Tyupkin, Y.S. and R. Di Giovambattista. Correlation length as an indicator of critical point behaviour prior to a large earthquake, *Earth Planet. Sci. Lett.* (accepted).



(369) Vannucci, G., S. Pondrelli, A. Argnani, A. Morelli, P. Gasperini and E. Boschi (2004). An atlas of Mediterranean seismicity, *Ann. Geophys.*, 47, 1, suppl., 247-306.

(402) Bonaccorso, A., S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.) (2004). *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 369 pp.

(405) Azzaro, R. (2004). Seismicity and Active Tectonics in the Etna Region: Constraints for a Seismotectonic Model. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 205-220.

(414) Chiarabba, C., P. De Gori, and D. Patanè (2004). The Mt. Etna Plumbing System: The contribution of Seismic Tomography. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 191-204.

(424) Panza G.F., A. Pontevivo, A. Saraò, A. Aoudia and A. Peccerillo (2004). Structure of the Lithosphere-Asthenosphere and Volcanism in the Tyrrhenian Sea and surroundings. *Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, XLIV, 29-56.

(425) Patanè, D. and E. Giampiccolo (2004). Faulting Processes and Earthquake Source Parameters at Mount Etna: State of the Art and Perspectives. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 167-189.

(426) Patanè, D., O. Cocina, S. Falsaperla, E. Privitera and S. Spampinato (2004). Mt Etna Volcano: A Seismological Framework. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 147-165.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

---

## 5.3 Banche dati

- European-Mediterranean Regional Centroid Moment Tensor Catalog [www.ingv.it/seismoglo/RCMT](http://www.ingv.it/seismoglo/RCMT) (RM1).
- EMMA: Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area.

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Verso una visione unificata dei fenomeni geofisici: Simulazione numerica di processi sismici e geodinamici	A. Piersanti	MIUR-FIRB	RM1		
Crustal Wave Propagation and Earthquake Scaling Relationships	L. Malagnini	MIUR-FIRB	RM1		
Immagini ad alta risoluzione dei processi di preparazione dei futuri forti terremoti in Italia	C. Chiarabba	MIUR-FIRB	CNT		
Osservatori permanenti per il geomagnetismo e la sismologia	A. Morelli	MIUR-PNRA	RM1, RM2, CNT		
Seismic wave Propagation and Imaging in Complex media: a European network (SPICE)	A. Morelli	EC - FP6	RM1		
e-Ruption: Seismic monitoring system for volcanic eruption forecasting	G. Saccorotti	EC - FP6	NA-OV		

TOMODEC: Seismic tomography of Deception Island	E. Del Pezzo	Governo spagnolo	NA-OV		
SWAV: Seismic wavefield associated to the dynamics of the active volcanism	E. Del Pezzo	MIUR-FIRB	NA-OV		
Antennas: Study of the seismic wavefield detected by seismic antennas	E. Del Pezzo	CRDC-Regione Campania	NA-OV		
Terremoti probabili in Italia tra l'anno 2000 e il 2030: elementi per la definizione di priorità degli interventi di riduzione del rischio sismico	A. Amato	GNDT	CNT, RM1		
Sviluppo e confronto di metodologie per la valutazione della pericolosità sismica in aree sismogenetiche: applicazione all'Appennino Centrale e Meridionale	M. Cocco	GNDT	RM1, CNT		
Studi e constraints su stoccaggi intermedi, risalita e condotti attraverso la modellizzazione dei campi di strain, e tomografia in velocità e attenuazione all'Etna	M. Bonafede (?)	GNV	CNT, NA-OV (?)		
Metodologie Sismiche Integrate per lo studio della struttura dei vulcani attivi. Applicazione alla caldera dei Campi Flegrei	A. Zollo (?)	GNV	NA-OV		
Progetto Bilaterale Cooperazione Italia-Slovacchia	A. Bizzarri	Ministero Esteri	RM1		

## Obiettivo Specifico: 3.2.

# Struttura e dinamica dell'interno della Terra - Geodinamica e Geomagnetismo

### 1. Curatore/i:

Angelo De Santis, Leonardo Sagnotti e **Antonio Piersanti**

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, RM2

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Nel campo delle indagini geodinamiche, i nostri sforzi si sono rivolti in particolare allo sviluppo di tecniche di modellazione numerica che permettano una simulazione sempre più realistica dei fenomeni naturali. Di seguito descriviamo i maggiori risultati scientifici raggiunti, in riferimento agli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2004-2006.

- Modellazione della complessità del sismogramma per la ricostruzione della complessità 3D del mezzo di propagazione.  
Gli studi geodinamici basati sulla modellazione di dati sismometrici si sono orientati soprattutto sull'analisi di onde di superficie a periodo lungo ed intermedio. Misure dirette di velocità di gruppo, effettuate a distanza regionale, sono state considerate per il confronto e l'integrazione con un dataset globale per aumentare la definizione alla scala del continente Euro-asiatico, con l'obiettivo primario di mappare l'estensione e la struttura della litosfera. Nell'ambito sismologico computazionale, l'impegno si è concentrato sullo studio, l'implementazione e l'applicazione di vari metodi numerici per la simulazione della propagazione di onde sismiche in mezzi tridimensionali. Applicazioni da sviluppare sono nel campo dell'inversione per la determinazione della struttura terrestre e dei meccanismi focali.
- Modelli di Glacial Isostatic Adjustment (GIA).  
È proseguito lo sviluppo di modelli 3D per lo studio degli effetti della deglaciazione pleistocenica sul cambiamento di livello marino relativo. In particolare, si sono studiati gli effetti delle eterogeneità di viscosità nella litosfera e nel mantello superiore. Le variazioni di spessore litosferico sono state vincolate in base all'età della litosfera stessa. Le variazioni di viscosità sono state invece caratterizzate tramite la differenziazione oceani-continenti. I risultati preliminari indicano che le variazioni laterali possono essere importanti sia nella regione della Fennoscandia sia nel Nord America a causa del loro potenziale impatto sulle deformazioni verticali a cui è legato il cambiamento di livello marino relativo.
- Stima degli effetti dell'attività sismica globale sul tasso di innalzamento del livello marino nell'ultimo secolo.  
Sono state realizzate, per la prima volta a livello mondiale, delle simulazioni per valutare l'effetto dell'attività sismica globale sull'innalzamento del livello marino dell'ultimo secolo. Lo sviluppo iniziale dei codici numerici e la potenza di calcolo effettivamente disponibile ci ha permesso di tenere conto dei 700 maggiori terremoti del secolo scorso. Successivi sviluppi, ci hanno permesso di estendere le simulazioni fino a considerare gli effetti di più di 20.000 eventi sismici. I risultati indicano che i terremoti possono avere un impatto assolutamente non trascurabile sulle dinamiche del sea-level, in alcuni casi paragonabile a quello dei fattori climatici.
- Calcolo della geometria completa della deformazione (tensore momento sismico) associata all'evento sismico.  
Attraverso la realizzazione di modelli sintetici di sistemi globali faglie + accumulo tettonico si sono ottenute evidenze della complessità e clusterizzazione del rilascio di momento sismico su scala globale.

Per quanto riguarda le indagini geomagnetiche invece, i maggiori risultati scientifici raggiunti sono i seguenti.

- Mappatura del campo magnetico terrestre e dei flussi di plasma nel nucleo a diverse scale spatio-temporali.  
Sono state analizzate le proprietà di intermittenza nel tempo e le proprietà spettrali del campo geomagnetico, con origine nel nucleo terrestre, allo scopo di dedurre le proprietà dinamiche dello stesso e di speculare la sua possibile evoluzione futura. Uno studio sulle caratteristiche del contenuto di informazione a partire da modelli globali del campo magnetico dell'ultimo secolo, ha permesso di risalire a possibili caratteristiche caotiche del campo stesso e ad uno stato critico del sistema dinamo probabilmente in una fase di inversione di polarità. È stato sviluppato un modello di campo geomagnetico per l'area Sud-Est Italia e Albania in armoniche sferiche su calotta sferica sulla base delle Campagne magnetiche dal 1990 ad oggi.

- Interpretazione quantitativa della carta delle anomalie magnetiche dell'Italia.  
Nell'ambito del miglioramento della carta delle anomalie magnetiche dell'Italia è stata pubblicata una recente revisione sulla base dei dati aeromagnetici in collaborazione con l'AGIP. È stato anche introdotto un metodo spettrale per lo studio e l'analisi di dati di anomalia supponendo una distribuzione gaussiana di magnetizzazione della sorgente magnetica.
- Modellistica crostale dell'area del Mediterraneo a partire da dati magnetici e gravimetrici.  
Gli studi di paleomagnetismo applicati alla geodinamica, fondati su dati raccolti con attività di campagna e misure di laboratorio, sono focalizzate sulla determinazione delle rotazioni intorno ad assi verticali avvenute durante l'evoluzione dell'area Mediterranea. Nel corso del 2004 sono state condotte nuove ricerche di paleomagnetismo applicate alle ricostruzioni geodinamiche in vari settori della catena Appenninico-maghrebide. Inoltre, si sono completati studi di paleomagnetismo volti alla definizione di alcune deformazioni crostali recenti riconosciute nell'area romana ed alla ricostruzione della modalità genetica di strutture tettoniche arcuate nel settore sud-orientale dei Pirenei.
- Aggiornamento e completamento del database magnetico per la penisola italiana.  
Sono continuate le misure della Rete Magnetica Nazionale i cui dati saranno inseriti nel database nazionale ed europeo.
- Definizione del basamento magnetico ed evidenza di variazioni laterali di suscettività.  
Sono stati sviluppati metodi di riduzione del dato magnetico allo scopo di migliorare la sua interpretazione in termini di sorgenti causali. Alcune tecniche magnetiche hanno permesso anche di rilevare eventuali proprietà statistiche e/o fisiche associate a zone sismogenetiche o vulcaniche.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

I dati su cui si basano gli studi di geomagnetismo provengono da magnetometri scalari (misura assoluta di intensità totale) e vettoriali (componenti cartesiane del campo) installati presso osservatori, stazioni magnetiche e punti dei capisaldi (vedere punto 4.3 "Rischio da fattori ambientali")

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Le metodologie di indagine utilizzate nello studio dei problemi geodinamici vertono sostanzialmente sulla modellazione matematica dei fenomeni fisici indagati e sul massiccio utilizzo di tecniche di simulazione numerica al computer. Le tecniche di simulazione utilizzate, spaziano da approcci completamente numerici (finite element method, finite difference method, boundary element method), ad approcci semianalitici (tecniche spettrali e pseudo spettrali). Nel 2004 abbiamo iniziato a sperimentare, per molte di queste tecniche, implementazioni informatiche capaci di utilizzare risorse di calcolo parallelo. A questo scopo, i codici numerici utilizzati devono essere riformulati in un ambiente di programmazione parallela specifico (Message Passing Interface). L'utilizzo di queste tecniche, ci ha permesso di aumentare notevolmente la complessità delle nostre simulazioni e di allargare il range dei fenomeni fisici affrontati (es. Interazioni clima-terra solida). Per quanto riguarda gli studi geomagnetici, essi si basano sulla misura del campo magnetico terrestre su diverse scale spazio-temporali. Alcuni metodi di indagine considerano analisi lineari in armoniche sferiche ed altri sono tipicamente non lineari e si basano sulla Teoria del Caos e sulla Teoria dell'Informazione. Gli studi paleomagnetici infine, si basano sulla misura delle proprietà paleomagnetiche di campioni di roccia prelevati sul terreno: tali studi sono propedeutici per una corretta interpretazione dei dati paleomagnetici in chiave geodinamica. Tutte le misure relative alle proprietà magnetiche e paleomagnetiche delle rocce sono effettuate con strumentazione specifica nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV di Roma.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Le misure di campo magnetico provengono per la maggior parte da punti di misura gestiti dall'INGV, come Osservatori Geomagnetici (L'Aquila e Castello Tesino), da stazioni magnetiche (Belluno, Gibilmanna) e dalle stazioni di ripetizione della Rete Magnetica Italiana e di quella Albanese, insediate e gestite dall'INGV. Sono utilizzati anche dati sintetici derivati da modelli nazionali o globali, come l'International Geomagnetic Reference Field, al cui sviluppo contribuisce anche l'INGV. Per quanto riguarda i dati paleomagnetici invece, nel corso del 2004 sono state effettuate campagne di campionamento nel Bacino Terziario Ligure-Piemontese e sono stati acquisiti dati su campioni precedentemente prelevati nella catena del Gran Sasso e nei depositi Cenozoici di thrust-top della Sicilia centro-orientale. La maggior parte dei dati utilizzate nelle indagini geodinamiche globali provengono da banche dati internazionali.

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

È stato sviluppato un nuovo algoritmo tomografico utilizzando anziché l'algoritmo iterativo LSQR, la fattorizzazione di Cholesky parallela (su un supercomputer a memoria condivisa) che permette il calcolo diretto della matrice di risoluzione (R). La stima di risoluzione che si ottiene in questo modo, è più rigorosa di quella determinata con test sintetici che normalmente si trova in letteratura poiché non dipende dalla scelta arbitraria del modello di input. Abbiamo studiato il processo di subduzione sia tramite modelli analogici di laboratorio che tramite modelli numerici allo scopo di caratterizzare il flusso indotto nel mantello dal movimento dello slab. I campi di velocità derivati da entrambi gli approcci sono stati in seguito analizzati al fine di ricavare informazioni riguardo alle caratteristiche spazio-temporali ed al bilancio energetico del flusso indotto nel mantello. Dal punto di vista della ricerca sugli algoritmi di inversione, è stato realizzato uno studio riguardante la comparazione tra due algoritmi di ottimizzazione per la ricerca di parametri in spazi multidimensionali: il simulated annealing e il neighbourhood algorithm (NA) e quest'ultimo si è rivelato migliore. Un ulteriore approfondimento della possibilità di ricostruire la distribuzione del carico glaciale in Nord America, è stato condotto tramite l'applicazione dell'algoritmo di inversione NA ad un modello analitico semplice. I primi risultati incoraggianti costituiscono la base di partenza del progetto che vedrà l'impiego di NA con un modello di Terra caratterizzato da variazioni laterali. Infine, grandi progressi sono stati fatti nella comprensione delle interazioni complesse fra fenomeni fisici diversi quali terremoti e vulcani che sono state indagate sia su scala locale che su scala regionale e globale. I risultati, hanno mostrato come i grandi terremoti siano in grado di aumentare la probabilità di eruzione esplosiva su vulcani distanti anche centinaia di chilometri dall'epicentro. Abbiamo ottenuto una migliore definizione del contenuto informativo del campo magnetico terrestre e della sua evoluzione lineare nel corso del secolo scorso. Sono state introdotte metodologie di analisi spettrale di anomalie magnetiche su scala regionale con metodi statistici. Gli studi di paleomagnetismo hanno contribuito alla caratterizzazione di deformazioni crostali recenti nell'area romana ed alla ricostruzione delle rotazioni associate allo sviluppo di rampe laterali in un sistema di thrust arcuati nel settore sud-orientale dei Pirenei.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

Nel 2004 ha raggiunto il completo sviluppo operativo il cluster di calcolo parallelo basato su tecnologia a 32 bit Intel Xeon (Hydra). Parallelamente, è iniziata la sperimentazione della tecnologia a 64 bit: si sta avviando la realizzazione di un cluster (16 nodi per iniziare) basato su tecnologia AMD Opteron 64. Contemporaneamente, si stanno valutando le potenzialità della architettura (sempre a 64 bit) Apple G5 su cui si stanno adattando i software paralleli già sviluppati per il cluster Hydra.

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

- (72) Caratori Tontini, F. Magnetic anomaly Fourier spectrum of a 3D Gaussian source, *Geophysics* (accepted).
- (73) Caratori Tontini, F., P. Stefanelli, I. Giori, O. Faggioni and C. Carmisciano (2004). The revised aeromagnetic anomaly map of Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1547-1555.
- (76) Casarotti, E. and A. Piersanti. A synthetic fault system in a spherical and viscoelastic Earth model, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (102) Currenti, G., C. Del Negro, L. Fortuna, R. Napoli and A. Vicari (2004). Non-linear analysis of geomagnetic time series from Etna volcano, *Nonlinear Process. Geophys.*, 11, 119-125.
- (103) Currenti, G., C. Del Negro, V. Lapenna and L. Telesca. Fluctuation analysis of the hourly time variability of volcano-magnetic signals recorded at Mt. Etna Volcano, Sicily (Italy), *Chaos Solitons Fractals* (accepted).
- (113) De Michelis, P. and G. Consolini. Time intermittency and spectral features of the geomagnetic field, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (117) De Santis, A., R. Tozzi and L.R. Gaya-Piqué (2004). Information content and K-entropy of the present geomagnetic field, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 218, 3-4, 269-275.
- (132) Duka, B., L.R. Gaya-Piqué, A. De Santis, S. Bushati, M. Chiappini and G. Dominici (2004). A geomagnetic reference model for Albania, Southern Italy and the Ionian Sea from 1990 to 2005, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1609-1615.
- (142) Faccenna, C., C. Piromallo, A. Crespo-Blanc, L. Jolivet and F. Rossetti (2004). Lateral slab deformation and the origin of the Western Mediterranean arcs, *Tectonics*, 23, 1, TC1012.

- (144) Faggioni, O., F. Caratori Tontini, P. Stefanelli, L. Cocchi, C. Carmisciano and I. Giori. A topographic surface reduction of Aeromagnetic anomaly field over the Tyrrhenian Sea area (Italy), *Mar. Geophys. Res.* (accepted).
- (156) Florindo, F., F. Marra, P. Montone, M. Pirro and E. Boschi (2004). Palaeomagnetic results from an archaeological site near Rome (Italy): new insights for tectonic rotation during the last 0.5 Myr, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1665-1673.
- (223) Marzocchi, W., L. Zaccarelli and E. Boschi (2004). Phenomenological evidence in favor of a remote seismic coupling for large volcanic eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04601.
- (232) Melini, D., A. Piersanti, G. Spada, G. Soldati, E. Casarotti and E. Boschi (2004). Earthquakes and relative sealevel changes, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09601.
- (233) Meloni, A., D. Di Mauro, S. Lepidi, G. Mele and P. Palangio (2004). Tectonomagnetic and VLF electromagnetic signals in Central Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 29-37.
- (247) Morelli, A. and S. Danesi (2004). Seismological imaging of the Antarctic continental lithosphere: a review, *Glob. Planet. Change*, 42, 155-165.
- (285) Piana Agostinetti, N., G. Spada and S. Cianetti (2004). Mantle viscosity inference: a comparison between Simulated Annealing and Neighbourhood Algorithm inversion methods, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 890-900.
- (291) Piromallo, C. and C. Faccenna (2004). How deep can we find the traces of Alpine subduction?, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06605.
- (297) Pondrelli, S., A. Morelli and G. Ekstrom (2004). European-Mediterranean regional centroid-moment tensor catalog: solutions for years 2001 and 2002, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 127-147.
- (298) Pondrelli, S., C. Piromallo and E. Serpelloni (2004). Convergence vs. retreat in Southern Tyrrhenian Sea: insights from kinematics, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06611.
- (321) Scalera, G. Are artificial satellites orbits influenced by an expanding Earth?, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (322) Scalera, G. The biography of Roberto Mantovani (1854-1933), which first suggests the expanding Earth idea, as reconstructed by the Italian and French correspondences, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (323) Scalera, G. The Mediterranean as a slowly nascent ocean, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (324) Scalera, G. TPW and polar motion as due to an asymmetrical Earth expansion, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (331) Selva, J., W. Marzocchi, F. Zencher, E. Casarotti, A. Piersanti and E. Boschi (2004). A forward test for the interaction between remote earthquakes and volcanic eruptions: the case of Sumatra (Jun. 2000), and Denali (Nov. 2002) earthquakes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 226, 3-4, 383-395.
- (337) Soldati, G. and L. Boschi. The resolution of whole Earth seismic tomographic models, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (346) Supper, R., R. De Ritis, K. Motschka and M. Chiappini. Aeromagnetic anomaly images of Vulcano and Southern Lipari Islands (Aeolian Archipelago, Italy), *Ann. Geophys.* (accepted).
- (347) Sussman, A.J., R.F. Butler, J. Dinarès-Turell and J. Vergés (2004). Vertical-axis rotation of a foreland fold and implications for orogenic curvature: an example from the Southern Pyrenees, Spain, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 218, 3-4, 435-449.
- (357) Tinti, S., A. Maramai, A. Armigliato, L. Graziani, A. Manucci, G. Pagnoni and F. Zaniboni. Quantitative observations of the physical effects of the Stromboli tsunamis occurred on December 30, 2002, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (403) Meloni, A., V. Spichak and S. Uyeda (eds.) (2004). III International Workshop "Magnetic, Electric and Electromagnetic Methods in Seismology and Volcanology", Moscow (Russia), 3-6 September 2002, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 1-245.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Sagnotti L., (2004) Paleomagnetic constraints for the reconstruction of the geodynamic evolution of the Apennines during the Middle Miocene – Pleistocene, ARW NATO special volume, Kluwer, in press. (RM2)

## 5.3 Banche dati

---

#### 5.4 Prodotti tecnologici

Boschi, L., E. Casarotti, D. Melini, A. Piersanti, G. Soldati (2004). PPSD: software parallelo per il calcolo dello sforzo e deformazione postsismica su scala globale. (RM1)

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Osservatori permanenti per il geomagnetismo e la sismologia	Andrea Morelli	Programma Nazionale di Ricerche in Antartide	RM1, RM2, CNT	120.000	
Seismic wave Propagation and Imaging in Complex media: a European network (SPICE)	Andrea Morelli	European Commission – Framework Program VI	RM1		
Verso una visione unificata dei fenomeni geofisici: Simulazione numerica di processi sismici e geodinamici	Antonio Piersanti	MIUR-FIRB	RM1	102.000	
REM (Reversing Earth Magnetism)	Angelo De Santis	Programma Nazionale di Ricerche in Antartide	RM2		





## Obiettivo Specifico: 3.3.

# Fisica del vulcanismo

### 1. Curatore/i:

Ciro Del Negro e **Paolo Papale**

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, NA-OV, PA, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Le ricerche di Fisica del Vulcanismo hanno per obiettivo la descrizione fisica dei sistemi vulcanici, con particolare interesse agli aspetti dinamici pre-eruttivi, eruttivi e post-eruttivi. Si descrivono qui i principali obiettivi raggiunti nel 2004. Per quanto riguarda la sismologia vulcanica e lo studio delle deformazioni, l'inversione dei dati di deformazione all'Etna ha permesso di riconoscere evidenze di intrusioni magmatiche, e ha mostrato che il sistema d'alimentazione è costituito da un complesso di singole intrusioni e che la dinamica del fianco orientale è guidata da strutture di scollamento. E' stato formulato un modello agli elementi finiti per gli effetti topografici sulla deformazione elastica all'Etna. Sono state quantificate le proprietà cinematiche del campo d'onda del tremore vulcanico all'Etna durante le eruzioni del 2002-03 e del 2004, e localizzate le sequenze di eventi LP e VLP. E' stato inoltre sviluppato un modello di sorgente per l'attività di fontane di lava osservate durante l'eruzione del 2002-03. Un approccio probabilistico basato sulla tecnica del "double array" a Stromboli ha permesso la localizzazione e dimensionamento della sorgente sismica. La caratterizzazione dei segnali a bassissima frequenza da sismometri e dilatometri, e il confronto con sismogrammi sintetici, hanno permesso di caratterizzare la complessa storia di rilascio di energia sismica associata alle due frane della Sciara del Fuoco nel dicembre 2002. E' stato riconosciuto e descritto il ruolo dei fluidi idrotermali nello sciami sismico ai Campi Flegrei del luglio-agosto 2000, e sono state caratterizzate le dinamiche della sorgente e della coda sismica al Vesuvio. E' stata modellizzata la deformazione 3D ai Campi Flegrei, e sono stati sviluppati modelli per gli effetti non-lineari dovuti alle discontinuità strutturali costituite dai bordi sepolti della struttura calderica, e all'eterogeneità e inelasticità delle rocce del sottosuolo calderico. La struttura 3D del sottosuolo al Vesuvio è stata ricostruita con tecniche di tomografia sismica, ed è stata sviluppata una tecnica probabilistica per la localizzazione di sequenze sismiche in mezzi eterogenei. Per quanto riguarda la geochimica, è stato sviluppato un modello ionico di fusi silicatici, che ha permesso l'implementazione di un modello di solubilità dello zolfo in liquidi magmatici di composizione variabile, e la realizzazione di un modello di equilibrio multicomponente liquido-gas in fusi silicatici che tiene conto di specie volatili nel sistema C-O-H-S, e che include la fugacità dell'ossigeno e lo stato di ossidazione del ferro come variabili dipendenti. L'ulteriore implementazione delle specie reattive (Cl e F) ha permesso di interpretare i dati ottenuti dal plume dell'Etna in termini di migrazioni di magma verso la superficie. E' stato inoltre sviluppato un metodo basato sul nuovo concetto di retta dei volatili totali, per la determinazione delle quantità totali di H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> nei magmi. Le relazioni tra la deformazione e le variazioni chimiche delle fumarole ai Campi Flegrei sono state modellizzate simulando il trasporto di calore e fluidi attraverso le rocce permeabili del sottosuolo flegreo. Per quanto riguarda i processi eruttivi, è stato sviluppato un modello 1D quasi-stazionario che descrive l'evoluzione delle fasi eruttive sostenute. E' in fase di completamento un modello agli elementi finiti che descrive le dinamiche 2D transienti incompressibili e comprimibili di magmi multicomponente nei domini accoppiati di camera magmatica e condotto vulcanico. Passi avanti sono stati realizzati nella modellistica 2D e 3D dei principali processi di dispersione piroclastica, comprendenti lo sviluppo di colonne Pliniane, il collasso della colonna vulcanica e formazione di flussi piroclastici, e le eruzioni di tipo Vulcaniano, e sono state esplorate le dinamiche del regime eruttivo di tipo transizionale, intermedio fra quello convettivo e quello collassante. Un modello 1D di propagazione dei flussi piroclastici basato sull'assunzione di fluido Binghamiano è stato inoltre applicato al Vesuvio e ai Campi Flegrei, mentre la teoria dello strato limite è stata utilizzata per simulare i "base surge" ai Campi Flegrei. E' stato ulteriormente sviluppato un modello basato sulla teoria dei plumes e sulla diffusione della miscela piroclastica in atmosfera che permette di simulare la ricaduta di ceneri vulcaniche e il loro accumulo al suolo. Sono stati sviluppati modelli di propagazione di colate di lava basati sia su metodi "shallow water", sia sugli Automi Cellulari, ed è stato modellizzato il campo di temperatura stazionario sugli argini delle colate di lava. E' stato applicato un modello numerico per il calcolo dei cammini probabili delle colate di lava all'Etna e al Nyiragongo (Congo), basato sul principio della massima pendenza su una topografia stocasticamente perturbata. E' stato sviluppato un modello di dispersione dei gas emessi da sorgenti vulcaniche, e un modello numerico di circolazione dei venti alla mesoscala è stato utilizzato per valutare la dispersione dei plume vulcanici all'Etna. E' stato simulato lo scorrimento stazionario 1D di lahar al vulcano Cotopaxi (Ecuador). Applicazioni di tali modelli hanno permesso di studiare numerosi aspetti della fisica dei processi eruttivi (e

pre-eruttivi in camera magmatica), di simulare gli scenari eruttivi passati o possibili per eruzioni future, e di valutare l'impatto delle varie fenomenologie vulcaniche sull'uomo e sull'ambiente.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Il continuo sviluppo ed applicazione di modelli matematici dei processi vulcanici ha reso possibile un'interpretazione sempre più robusta ed affidabile della gran quantità di osservazioni e dati geofisici e geochimici acquisiti dalle reti di monitoraggio e di sorveglianza. Gran parte delle elaborazioni effettuate sui dati sia attraverso metodi di inversione, sia per mezzo di modelli diretti, è descritta tra gli obiettivi raggiunti (punto 3). I dati analizzati sono relativi ad eventi sismici e deformativi sia pre-eruttivi che sin- e post-eruttivi, alle emanazioni gassose, alla distribuzione spaziale ed evoluzione temporale delle fenomenologie vulcaniche eruttive e post-eruttive.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Per quanto riguarda la sismicità e le deformazioni, i modelli fisico-matematici sviluppati, alcuni dei quali oggetto di ricerche tuttora in corso, si basano prevalentemente su tecniche inverse di regressione ed ottimizzazione quali le Reti Neurali, gli Algoritmi Genetici, gli Algoritmi di tipo Simulated Annealing. Le metodologie utilizzate in campo sismologico comprendono la caratterizzazione dei volumi anisotropi attraverso metodologie di indagine matriciali (SVD, matrice di covarianza), l'utilizzo di tecniche statistiche per l'analisi della variazioni temporali dei parametri di splitting e di attenuazione, il tracciamento temporale delle sorgenti di tremore vulcanico mediante inversione del vettore d'onda, l'utilizzo di metodologie stocastiche per la risoluzione dei meccanismi focali, e le metodologie tipiche della tomografia sismica. I modelli diretti che descrivono la dinamica del processo deformativo risolvono le equazioni dei corpi elasto-visco-plastici in presenza di un campo di stress mediante metodi agli elementi finiti, in alcuni casi tenendo conto della topografia reale del vulcano. I modelli diretti utilizzati in campo sismologico simulano la formazione e propagazione di onde sismiche in mezzi eterogenei associati a diversi meccanismi di sorgente. Il confronto con i segnali registrati attraverso tecniche di best-fitting permette di migliorare la definizione di un modello strutturale dell'area vulcanica, e la localizzazione e caratterizzazione della sorgente sismogenica. Per quanto riguarda le dinamiche eruttive e le dinamiche dei sistemi geotermici, i metodi si basano sulla formulazione e risoluzione mediante metodi numerici alle differenze finite e agli elementi finiti delle equazioni di trasporto di massa, quantità di moto ed energia, complementate con opportuni set di equazioni costitutive. Particolare cura è richiesta per la stabilizzazione dei risultati numerici attraverso metodi avanzati di calcolo numerico, e per la validazione dei codici attraverso il confronto con benchmarks di letteratura e con le dinamiche osservate durante eruzioni recenti. Il passaggio da rappresentazioni 2D a 3D del processo di dispersione piroclastica ha richiesto l'utilizzo di tecniche di calcolo parallelo, necessarie per far fronte alle enormi risorse di calcolo richieste. Oltre a tali metodi, la simulazione della propagazione delle colate di lava ha utilizzato il metodo degli Automi Cellulari, integrato dall'introduzione di un approccio di tipo Monte Carlo per risolvere il problema di anisotropia tipico di tali modelli. La formulazione di modelli di equilibrio chimico multicomponente ha utilizzato sia metodi propri della termodinamica classica, sia formulazioni di tipo Toop-Samis basate sulla rappresentazione in termini di matrice ionica dei fusi silicatici.

##### **4.3 Dati acquisiti**

---

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

I significativi avanzamenti scientifici compiuti nel 2004 nel campo della Fisica del Vulcanismo consentono oggi una più accurata capacità sia di interpretare e comprendere i segnali delle reti di monitoraggio, sia di simulare i complessi processi magmatici e vulcanici. Gli obiettivi raggiunti nel corso del 2004 e descritti al punto 3 illustrano molti, anche se non tutti, degli avanzamenti compiuti. In campo geodetico, gli avanzamenti compiuti permettono oggi di simulare le deformazioni indotte in un mezzo eterogeneo visco-elasto-plastico da una sorgente complessa in termini di geometria e distribuzione dello stress. In campo sismologico sono state caratterizzate in dettaglio, e utilizzate per la ricostruzione delle dinamiche e della struttura del sistema vulcanico, sequenze sismiche registrate all'Etna, a Stromboli, al Vesuvio, ai Campi Flegrei. Gli avanzamenti nel campo della simulazione degli equilibri chimici aprono la strada ad una affidabile interpretazione dei dati da plume vulcanici in termini di movimento e risalita dei magmi. La realizzazione di un metodo che per la prima volta consente il ricalcolo delle quantità totali di specie volatili nei magmi apre la strada ad informazioni di straordinaria importanza per la simulazione dei processi vulcanici. L'accoppiamento tra le dinamiche di trasporto di massa ed energia in mezzi porosi e di deformazione della matrice rocciosa permette la simulazione dei complessi processi in aree geotermiche quali quella della Solfatarata di Pozzuoli, e fornisce un fondamentale mezzo di indagine per l'interpretazione di eventuali future crisi bradisismiche nell'area. Gli avanzamenti nella realizzazione di un modello per la simulazione delle dinamiche transienti multi-componenti e multi-dimensionali in camere magmatiche e condotti eruttivi, l'estensione a 3D delle simulazioni multifase della dispersione gas-particelle in atmosfera e lungo flussi piroclastici, la

formulazione di un più avanzato modello per l'accumulo delle particelle vulcaniche al suolo, e gli avanzamenti nel campo della simulazione delle colate di lava, consentono di guardare con fiducia alla possibilità di simulare l'intero processo eruttivo alla scala globale, e in un futuro prossimo di prevedere con sufficiente accuratezza gli scenari eruttivi attesi in funzione dello stato del magma e del vulcano.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(4) Aguilera, E., M.T. Pareschi, M. Rosi and G. Zanchetta (2004). Risk by lahars in the Northern valleys of Cotopaxi volcano (Ecuador), *Nat. Hazards*, 33, 2, 161-189.

(7) Aiuppa, A., C. Federico, G. Giudice, S. Gurrieri, A. Paonita and M. Valenza (2004). Plume chemistry provides insights into mechanisms of sulfur and halogen degassing in basaltic volcanoes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 2, 469-483.

(34) Baxter, P., R. Boyd, P. Cole, A. Neri, R. Spence and G. Zuccaro. The impacts of pyroclastic surges on buildings at the eruption of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(35) Beauducel, F., G. De Natale, F. Obrizzo and F. Pingue (2004). 3-D modelling of Campi Flegrei ground deformations: role of caldera boundary discontinuities, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1329-1344.

(40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.

(46) Bonaccorso, A., E. Sansosti and P. Berardino (2004). Comparison of integrated geodetic data models and satellite radar interferograms to infer magma storage during the 1991-1993 Mt. Etna eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1345-1357.

(59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).

(94) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Buoyancy of magmas at Mt. Etna, *Terr. Nova*, 16, 1, 16-22.

(96) Costa A. and G. Macedonio. Numerical simulation of lava flows based on depth-average equation. *Geophys. Res. Lett.* (accepted).

(97) Costa, A. and G. Macedonio. Computational modelling of lava flows: A review, *Ann. Geophys.* (accepted).

(98) Costa, A, G. Macedonio and G. Chiodini. Numerical model of gas dispersion emitted from volcanic sources. *Ann. Geophys.* (accepted).

(114) De Natale, G., C. Troise, R. Trigila, D. Dolfi and C. Chiarabba (2004). Seismicity and 3-D substructure at Somma-Vesuvius volcano: evidence for magma quenching, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 221, 1-4, 181-196.

(115) De Natale, G., I. Kuznetsov, T. Kronrod, A. Peresan, A. Saraò, C. Troise and G.F. Panza (2004). Three decades of seismic activity at Mt. Vesuvius: 1972-2000, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 123-144.

(121) Del Negro, C., L. Fortuna and A. Vicari. Modelling lava flows by Cellular Nonlinear Networks (CNN): preliminary results, *Nonlinear Process. Geophys.* (accepted).

(122) Del Pezzo, E., F. Bianco and G. Saccorotti (2004). Seismic source dynamics at Vesuvius volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 23-39.

(123) Del Pezzo, E., F. Bianco, S. Petrosino and G. Saccorotti (2004). Changes in the coda decay rate and shear-wave splitting parameters associated with seismic swarms at Mt. Vesuvius, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 439-452.

(124) Dellino, P., R. Isaia and M. Veneruso (2004). Turbulent boundary layer shear flows as an approximation of base surges at Campi Flegrei (Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 211-228.

(125) Dellino, P., R. Isaia, L. La Volpe and G. Orsi (2004). Interaction between particles transported by fallout and surge in the deposits of the Agnano-Monte Spina eruption (Campi Flegrei, Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 193-210.

- (127) Di Muro, A., A. Neri and M. Rosi (2004). Contemporaneous convective and collapsing eruptive dynamics: the transitional regime of explosive eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10607.
- (148) Favalli, M., F. Mazzarini, M.T. Pareschi and E. Boschi (2004). Role of local wind circulation in plume monitoring at Mt. Etna Volcano (Sicily): insight from a mesoscale numerical model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09105.
- (149) Favalli, M., M.T. Pareschi, A. Neri and I. Isola. Forecasting lava flow paths by a stochastic approach, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (168) Gambino, S. (2004). Continuous dynamic response along a pre-existing structural discontinuity induced by the 2001 eruption at Mt. Etna, *Earth Planets Space*, 56, 4, 447-456.
- (170) Gambino, S., A. Mostaccio, D. Patanè, L. Scarfi and A. Ursino (2004). High-precision locations of the microseismicity preceding the 2002-2003 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 18, L18604.
- (198) La Rocca, M., D. Galluzzo, G. Saccorotti, S. Tinti, G.B. Cimini and E. Del Pezzo (2004). Seismic signals associated with landslides and with a tsunami at Stromboli Volcano, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1850-1867.
- (199) La Rocca, M., G. Saccorotti, E. Del Pezzo and J. Ibanez (2004). Probabilistic source location of explosion quakes at Stromboli volcano estimated with double array data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 123-142.
- (211) Lungarini, L., C. Troise, M. Meo and G. De Natale. Finite element modelling of topographic effects on elastic ground deformation at Mt. Etna, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (212) Macedonio, G., A. Costa and A. Longo. A computer model for volcanic ash fallout and assessment of subsequent hazard, *Comput. & Geosci.* (accepted).
- (213) Macedonio, G., A. Neri, J. Marti and A. Folch. Temporal evolution of flow conditions in sustained magmatic explosive eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (248) Moretti, R. and G. Ottonello. Solubility and speciation of sulfur in silicate melts: the Conjugated-Toop-Samis-Flood-Grjotheim (CTSFG) model. *Geochim. Cosmochim. Acta* (accepted).
- (249) Moretti, R. and P. Papale (2004). On the oxidation state and volatile behavior in multicomponent gas-melt equilibria, *Chem. Geol.*, 213, 265-280.
- (250) Moretti, R. Polymerisation, basicity, oxidation state and their role in ionic modelling of silicate melts, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (261) Obrizzo, F., F. Pingue, C. Troise and G. De Natale (2004). Bayesian inversion of 1994-1998 vertical displacements at Mt. Etna: evidence for magma intrusion, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 935-946.
- (266) Ottonello, G. and R. Moretti (2004). Lux-Flood basicity of binary silicate melts, *J. Phys. Chem. Solids*, 65, 1609-1614.
- (272) Paonita, A. Noble gas solubility in silicate melts: a review of experimentation and theory and implications regarding magma degassing processes, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (273) Papale, P. Determination of total volatile contents in evolving magmas from melt inclusion data, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (274) Papale, P. Next progresses in the modelling of volcanic conduit flow dynamics, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (284) Pfeiffer, T., A. Costa and G. Macedonio. A model for the numerical simulation of tephra fall deposits, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (296) Polacci, M., P. Papale, D. Del Seppia, D. Giordano and C. Romano (2004). Dynamics of magma ascent and fragmentation in trachytic versus rhyolitic eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 93-108.
- (299) Presti, D., C. Troise and G. De Natale. Probabilistic location of seismic sequences in heterogeneous media, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (300) Puglisi, G. and A. Bonforte (2004). Dynamics of Mount Etna Volcano inferred from static and kinematic GPS measurements, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11404.
- (302) Quarenì, F., A. Tallarico and M. Dragoni (2004). Modeling of the steady-state temperature field in lava flow levées, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 241-251.

(313) Saccorotti, G., L. Zuccarello, E. Del Pezzo, J. Ibanez and S. Gresta (2004). Quantitative analysis of the tremor wavefield at Etna Volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 3-4, 223-245.

(315) Sahagian, D. and the Participants of the Volcanic Conduit Modeling Intercomparison Activity (including A. Neri and P. Papale). Volcanic eruption mechanisms: insights from intercomparison of models of conduit processes, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).

(352) Textor, C., H.-F. Graf, A. Longo, A. Neri, T. Esposti Ongaro, P. Papale, C. Timmreck and G.G.J. Ernst. Numerical Simulation of Explosive Volcanic Eruptions from the Conduit Flow to Global Atmospheric Scales, *Ann. Geophys.* (accepted).

(358) Todesco, M, J. Rutqvist, G. Chiodini, K. Pruess and C.M. Oldenburg (2004). Modeling of recent volcanic episodes at Phlegran Fields (Italy): geochemical variations and ground deformation, *Geothermics*, 33, 531-547.

(361) Trasatti, E., C. Giunchi and M. Bonafede. Structural and rheological constraints on source depth and overpressure estimates at Campi Flegrei Caldera, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).

(362) Troise, C., G. De Natale and F. Pingue (2004). Non-linear effects in ground deformation at calderas due to the presence of structural discontinuities, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1513-1520.

(406) Bonaccorso, A. and P.M. Davis (2004). Modeling of Ground Deformation Associated with Recent Lateral Eruptions: Mechanism of Magma Ascent and Intermediate Storage at Mt. Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 293-306.

(411) Budetta, G., D. Carbone, F. Greco and H. Rymer (2004). Microgravity Studies at Mount Etna (Italy). In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 221-240.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Bonaccorso, A. and P.M. Davis (2004). Modeling of Ground Deformation Associated with Recent Lateral Eruptions: Mechanism of Magma Ascent and Intermediate Storage at Mt. Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 293-306. (CT)

Budetta, G., D. Carbone, F. Greco and H. Rymer (2004). Microgravity Studies at Mount Etna (Italy). In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 221-240. (CT)

## 5.3 Banche dati

---

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
PROGETTO GNV 2001-03/06 "Studi e constraints su stoccaggi intermedi, risalita e condotti attraverso la modellazione dei campi di strain e tomografia in velocità e attenuazione all'Etna"	Alessandro Bonaccorso, Domenico Patanè, Claudio Chiarabba	Protezione Civile	CT, CNT		
E-RUPTION: A Satellite Telecommunication and Internet-Based Seismic Monitoring	Gilberto Saccorotti	Commissione Europea EVR1-CT-2001-40021, 5th framework program	NA		

Modelli fisici integrati per la simulazione dei processi vulcanici	Giuseppe De Natale	MIUR - FIRB	NA, RM1		
PROGETTO GNV 2001-03/17 "Simulazione degli scenari eruttivi ai Campi Flegrei da studi di campagna, di laboratorio e numerici, e implicazioni di pericolosità"	Paolo Papale	Protezione Civile	RM1		
EXPLORIS: Explosive eruption risk and decision support for EU populations threatened by volcanoes	Augusto Neri	Commissione Europea, 6th framework program	RM1, NA		
PROGETTO GNV 2001-03/09: "Scenari eruttivi attraverso ricerche di modellistica fisica e vulcanologia sperimentale"	Gianni Macedonio, Giuseppe De Natale, Paolo Papale, Augusto Neri, Massimo Pompilio	Protezione Civile	NA, RM1		
PROGETTO GNV 2001-03/14: "Metodologie Sismiche Integrate per lo studio della struttura dei vulcani attivi. Applicazione alla caldera dei Campi Flegrei"	Paolo Capuano, Claudio Chiarabba	Protezione Civile	NA, CNT		
PROGETTO GNV 2001-03/16: "Definizione e zonazione della pericolosità vulcanica della caldera risorgente dei Campi Flegrei e suoi effetti sull'uomo e sull'ambiente"	Giovanni Orsi	Protezione Civile	NA		
Modellazione polimerica della viscosità e delle proprietà di miscela dei fusi silicatici	Roberto Moretti	Regione Campania (Legge regionale 5/2002)	NA, RM1		
Sistema integrato di monitoraggio ambientale	Giuseppe De Natale	MIUR	NA		

## **Obiettivo Specifico: 3.4.**

# **Dinamica del clima e dell'oceano e sviluppo di modelli numerici**

### **1. Curatore/i:**

Silvio Gualdi

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM2

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Per quanto concerne la ricerca nel campo della Dinamica del Clima e dell'Oceano e Sviluppo di Modelli Numerici (ex 3.B.1 del piano triennale 2004-6), nel corso del 2004 l'INGV ha proseguito le attività di studio del clima e della sua variabilità, sia attraverso l'analisi dei dati osservati che attraverso l'uso di modelli numerici di simulazione. Il modello accoppiato oceano-atmosfera sviluppato all'INGV e utilizzato per gli studi di variabilità climatica e previsioni stagionali, è stato sostanzialmente migliorato. Infatti, le componenti atmosferica, oceanica e di ghiaccio marino sono state sostituite con versioni più aggiornate sia dal punto di vista tecnologico (versioni MPI, che permettono di risparmiare una considerevole quantità di tempo di calcolo), sia dal punto di vista fisico. Inoltre, la configurazione standard del modello è passata da una risoluzione orizzontale di circa 300 Km, a una di circa 100 Km. Il modello stesso, poi, è stato implementato e reso operativo sul nuovo super-computer vettoriale NEC-SX6, installato presso la sede INGV di Bologna e configurato seguendo l'esempio dei principali centri di super-calcolo vettoriale europei, la cui potenza di calcolo permette di eseguire simulazioni ad alta risoluzione (100 Km) con gli stessi tempi di esecuzione richiesti dal precedente modello a bassa risoluzione sul NEC-SX4. Con questa versione aggiornata del modello sono state iniziate le simulazioni di scenario che verranno utilizzate negli studi di valutazione dei cambiamenti climatici eseguite dall'IPCC. Durante lo stesso periodo, è stata sviluppata la nuova versione del modello accoppiato, in cui la componente atmosferica ECHAM4 è stata sostituita con la sua evoluzione ECHAM5, che permetterà di includere i processi della media atmosfera nelle simulazioni del sistema climatico terrestre. Il 2004 ha visto anche lo sviluppo di due altre componenti del Modello di Sistema Terrestre (ESM) in corso di implementazione presso il nostro Istituto: il modello dell'eco-sistema marino (MMEMGLO) e il modello di vegetazione dinamica (DVM). Come primo passo verso la creazione dell'ESM, MMEMGLO è stato accoppiato col modello oceanico e il sistema è stato integrato per 24 anni eseguendo una simulazione del periodo 1978-2001. Un'analisi preliminare dei risultati mostra che il modello è in grado di riprodurre le principali caratteristiche della concentrazione superficiale di clorofilla osservata da satellite. Nell'ambito delle attività di analisi oceaniche globali, regionali e previsioni oceaniche operative, è stato sviluppato e implementato un nuovo sistema di assimilazione dati per le analisi oceaniche globali. Il nuovo sistema è basato sull'assimilazione di dati osservati di temperatura e salinità sia in situ che da satellite. Inoltre, il sistema di previsioni del mar Mediterraneo è stato ulteriormente sviluppato e potenziato. In particolare sono state aumentate sia la risoluzione spaziale orizzontale, passata da ~12 Km a ~6 Km, che la risoluzione verticale, portando il numero di livelli da 31 a 72. L'aumento di risoluzione permette una più realistica rappresentazione dei fenomeni di mesoscala e consente un migliore accoppiamento del modello del Mediterraneo coi modelli regionali e costieri, come richiesto da importanti progetti internazionali quali, ad esempio, ADRICOSM. Nel corso del 2004, inoltre, è stata resa operativa la "ADRICOSM Partnership", che coordinerà tre nuovi progetti: ADRICOSM Extension (partenza 2005), ADRICOSM Pula-Bay (partito nel 2004) e ADRICOSM-NERES (partito nel 2004). La partnership permetterà un effettivo coordinamento delle attività di oceanografia operativa nel Mar Adriatico.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

## 4.2 Metodologie d'indagine

Le principali metodologie d'indagine adottate nell'ambito della climatologia numerica, consistono nelle simulazioni eseguite per mezzo di modelli numerici della circolazione generale dell'oceano e dell'atmosfera. I risultati ottenuti dalle simulazioni vengono poi confrontati con i dati osservati e/o prodotti dalle analisi. I modelli permettono di indagare in dettaglio i meccanismi che governano i processi climatici e la loro variabilità. Durante il 2004, sono state eseguite anche simulazioni tese a quantificare la sensibilità del sistema climatico alla concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Queste simulazioni sono particolarmente importanti per lo studio di possibili scenari climatici futuri.

## 4.3 Dati acquisiti

Nel corso delle attività di ricerca svolte durante il 2004, l'INGV ha prodotto una considerevole mole di dati che riguardano la circolazione atmosferica, oceanica, la distribuzione dei ghiacci e gli ecosistemi marini. In particolare, sono stati prodotti 230 anni di simulazione del clima corrente ad alta risoluzione (~100 Km). Le integrazioni eseguite col modello bio-geo-chimico marino (MEMGLO) accoppiato col modello oceanico OPA8.2, hanno prodotto 24 anni (dal 1978 al 2001) di dati simulati dell'eco-sistema marino globale, a una risoluzione spaziale di ~2°. Nello stesso periodo, sono stati prodotti 29 anni (dal 1973 al 2001) di previsioni stagionali sperimentali, i cui dati permettono di studiare la predicibilità del sistema climatico su scale stagionali. Le attività di analisi oceaniche hanno prodotto dati dello stato fisico dell'oceano globale per il periodo 1962-2001, a una risoluzione spaziale di ~2° su 31 livelli verticali; dati dello stato fisico del Mar Mediterraneo per il periodo 1999-2004, alla risoluzione spaziale 1/8° su 31 livelli; dati dello stato fisico del Mar Adriatico per il periodo 2003-2004, alla risoluzione di ~5 Km su 21 livelli. Oltre ai dati prodotti, sono stati acquisiti diversi set di dati osservati, utilizzati sia per la valutazione dei risultati delle simulazioni sia per studiare le caratteristiche osservate del clima e della sua variabilità. In particolare, sono stati acquisiti i dati di temperatura superficiale oceanica globale per il periodo 1870-2001, raccolti ed elaborati dallo Hadley Centre; le re-analisi atmosferiche NCEP e ECMWF; i dati di radiazione OLR della NOAA, per il periodo 1974-2003; i dati di precipitazione (CPC) raccolti ed elaborati dall'Università del Colorado; i dati da satellite di "ocean color" SeaWiFs utilizzati per la stima delle concentrazioni di clorofilla nell'oceano. Infine, altri set di dati osservati sono stati raccolti e utilizzati per l'assimilazione nella produzione delle analisi oceaniche. Tra questi citiamo i dati telemetrici da satellite della "altezza di livello del mare TOPEX/Poseidon e i dati del "World Ocean Database 2001" (WOD01).

## 4.4 Avanzamenti scientifici

Durante il 2004, il modello accoppiato del clima dell'INGV è stato migliorato nelle sue componenti, diversi errori sono stati corretti nella procedura di accoppiamento tra oceano e atmosfera e numerose parametrizzazioni del modello di ghiaccio marino sono state migliorate, rendendo la simulazione del ciclo stagionale dei ghiacci più realistica. Le componenti bio-geo-chimica oceanica e di vegetazione terrestre sono state sviluppate e accoppiate coi rispettivi sistemi di interfaccia (oceano e atmosfera rispettivamente) e sono pronte per essere inserite nel Modello di Sistema Terrestre dell'INGV. Anche la nuova versione del modello atmosferico (ECHAM5), in grado di risolvere i processi fisici della media atmosfera, è stata implementata e ha sostituito, la versione precedente basata su ECHAM4. Infine, il sistema di previsioni stagionali, basato sul modello accoppiato è stato migliorato, aumentando la risoluzione orizzontale della componente atmosferica. Questo ha permesso di migliorare l'accoppiamento tra oceano e atmosfera e risolvere processi fisici che nella versione precedente, a bassa risoluzione, non erano correttamente rappresentati, migliorando significativamente la qualità delle previsioni di eventi El Nino ( Gualdi et al. 2004). Significativi miglioramenti sono stati apportati anche al sistema di analisi oceaniche sia globali che regionali (Mediterraneo ed Adriatico), passando da uno schema di assimilazione "monovariato" a uno "multivariato". Il nuovo schema rende il sistema in grado di assimilare, oltre e contemporaneamente alla temperatura oceanica, anche i dati osservati di altri parametri fisici, quali la salinità e la "altezza di livello del mare".

## 4.5 Avanzamenti tecnologici

I principali avanzamenti tecnologici determinati dallo sviluppo del nuovo schema globale di assimilazione dei dati oceanici, riguardano l'implementazione del metodo di assimilazione "multivariato". Tale sviluppo è stato prodotto implementando il nuovo software di assimilazione SOFA (System for Ocean Forecasting and Analysis) nel modello oceanico OPA. Nell'ambito delle attività di oceanografia operativa del Mediterraneo e dell'Adriatico svolte nel 2004, gli avanzamenti tecnologici più rilevanti riguardano lo sviluppo di un nuovo sistema di analisi oceaniche con aumentata risoluzione spaziale. Il nuovo sistema, basato sul nuovo modello OPA8.1, ha permesso di portare a 1/16° (~ 6.5 Km) e 72 livelli verticali la risoluzione spaziale sull'intero Mediterraneo, e a 5Km, su 21 livelli verticali, la risoluzione delle analisi del Mar Adriatico. Per quanto riguarda le previsioni stagionali eseguite col modello accoppiato dell'INGV, nel corso del 2004, come detto, è stata sviluppata una nuova versione del sistema che consente la produzione di previsioni globali a una risoluzione spaziale orizzontale di 100 Km. Infine, i modelli di simulazione utilizzati sia per la produzione delle analisi oceaniche globali sia per le previsioni stagionali sono stati aggiornati, implementando i codici con versioni MPI (Message Passing Interface), che permettono di risparmiare una considerevole quantità di tempo di calcolo.



## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(50) Bozzano, R., A. Siccardi, M.E. Schiano, M. Borghini and S. Castellari (2004). Comparison of ECMWF surface meteorology and buoy observations in the Ligurian Sea, *Ann. Geophysicae*, 22, 2, 317-330.

(75) Carril, A.F., A. Navarra and S. Masina (2004). Ocean, sea-ice, atmosphere oscillations in the Southern Ocean as simulated by the SINTEX coupled model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10309.

(130) Druon, J.N., W. Schrimpf, S. Dobricic and A. Stips (2004). Comparative assessment of large-scale marine eutrophication: North Sea area and Adriatic Sea as case studies, *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 272, 1-23.

(134) Egorova, T., E. Rozanov, E. Manzini, M. Haberreiter, W. Schmutz, V. Zubov and T. Peter (2004). Chemical and dynamical response to the 11-year variability of the solar irradiance simulated with a chemistry-climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06119.

(161) Frankignoul, C., E. Kestenare, M. Botzet, A.F. Carril, H. Drange, A. Pardaens, L. Terray and R. Sutton (2004). An intercomparison between the surface heat flux feedback in five coupled models, COADS and the NCEP reanalysis, *Clim. Dyn.*, 22, 4, 373-388.

(178) Gualdi, S., A. Alessandri and A. Navarra. Impact of atmospheric horizontal resolution on ENSO forecasts, *Tellus Ser. A* (accepted).

(182) Guilyardi, E., S. Gualdi, J. Slingo, A. Navarra, P. Delecluse, J. Cole, G. Madec, M. Roberts, M. Latif and L. Terray (2004). Representing El Niño in coupled ocean-atmosphere GCMs: the dominant role of the atmospheric component, *J. Clim.*, 17, 24, 4623-4629.

(224) Masina, S., P. Di Pietro and A. Navarra (2004). Interannual-to-decadal variability of the North Atlantic from an ocean data assimilation system, *Clim. Dyn.*, 23, 5, 531-546.

(255) Navarra, A. and J. Tribbia. The Coupled Manifold, *J. Atmos. Sci.* (accepted).

(269) Palmer, T.N., A. Alessandri, U. Andersen, P. Cantelaube, M. Davey, P. Délecluse, M. Déqué, E. Díez, F.J. Doblas-Reyes, H. Feddersen, R. Graham, S. Gualdi, J.F. Guérémy, R. Hagedorn, M. Hoshen, N. Keenlyside, M. Latif, A. Lazar, E. Maconnave, V. Marletto, A.P. Morse, B. Orfila, P. Rogel, J.M. Terres and M.C. Thomson (2004). Development of a European multimodel ensemble system for seasonal-to-interannual prediction (DEMETER), *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 85, 6, 853-872.

(335) Sigmond, M., P.C. Siegmund, E. Manzini and H. Kelder (2004). A simulation of the separate climate effects of middle-atmospheric and tropospheric CO<sub>2</sub> doubling, *J. Clim.*, 17, 12, 2352-2367.

(374) Vera, C., G. Silvestri, V. Barros and A. Carril (2004). Differences in El Niño response over the Southern Hemisphere, *J. Clim.*, 17, 9, 1741-1753.

(427) Pinardi, N., G. Coppini, A. Grezio and P. Oddo. Ocean Climate variability in the Mediterranean Sea: climate events and marine forecasting activities. In: *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon*, C. Fletcher and T. Spencer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge (U.K.) (accepted).

(428) Pinardi, N., M. Abbiati, E. Arneri, A. Crise, M. Ravaioli and M. Zavatarelli. The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea. In: *The Global Coastal Ocean*, A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.), *The Sea*, 14, Harvard University Press, Cambridge, MA (accepted).

### 5.2 Altre Pubblicazioni

---

### 5.3 Banche dati

- Simulazioni del clima corrente e di scenari climatici eseguite con modello accoppiato oceano-atmosfera-ghiaccio marino
- Analisi oceaniche globali, risoluzione orizzontale ~2° (200 Km), 31 livelli verticali, dati giornalieri, periodo 1962-2001.
- Previsioni settimanali e analisi della circolazione oceanica del Mar Mediterraneo, risoluzione orizzontale 1/8° (~12 Km), 31 livelli verticali, dati giornalieri periodo 1999-2004, accessibili presso il sito: <http://www.bo.ingv.it/mfstep>

- Previsioni settimanali e analisi della circolazione oceanica del Mar Adriatico, risoluzione ~5 Km, 21 livelli verticali, dati giornalieri, periodo 2003-2004, accessibili presso il sito: <http://www.bo.ingv.it/adricosm>
- Previsioni stagionali globali dell'oceano e atmosfera, risoluzione orizzontale atmosferica ~300 Km, risoluzione orizzontale oceanica 200 Km; dati giornalieri, periodo 1973-2001, accessibili presso il sito <http://www.ecmwf.int/research/demeter>

#### 5.4 Prodotti tecnologici

---

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Studio di Fattibilità del Centro Euro-Mediterraneo	A. Navarra	Ministero dell'Ambiente	RM2	81.500 saldo	
Collaborazione Italia-Usa - fase I	A. Navarra	Ministero dell'Ambiente	RM2	850.000	in corso
Collaborazione Italia-Usa - fase II	A. Navarra	Ministero dell'Ambiente	RM2	61.250	in corso
PRISM	A. Navarra	Comunità Europea	RM2	34.667 saldo	
DEMETER	S. Gualdi	Comunità Europea	RM2	8.963 saldo	
ENSEMBLES	S. Gualdi	Comunità Europea	RM2	186.081	in corso
ENACT	S. Masina	Comunità Europea	RM2	46.465	in corso
MERSEA-IP	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	139.326	in corso
ADRICOSM-NERES	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	25.000	in corso
ADRICOSM-Pula Bay	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	15.875	in corso
MFSTEP	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	203.000	in corso
SCOUT	E. Manzini	Comunità Europea	RM2	28.044	in corso

## Obiettivo Specifico: 3.5.

# Glaciologia, paleoclima e magnetismo ambientale

### 1. Curatore/i:

Cesidio Bianchi e **Leonardo Sagnotti**

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM2

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### Glaciologia

Per ciò che concerne le campagne di acquisizione dati Radio Echo Sounding, nelle ricerche riguardanti la glaciologia, l'INGV ha proseguito la collaborazione con altre istituzioni per rilevamenti glaciologici del ghiacciaio antartico continentale. Sono state condotte campagne di rilevamento su vasta scala per determinare la topografia del bedrock, l'esplorazione di nuovi laghi subglaciali, il rilevamento della morfologia dei ghiacciai di sbocco, delle lingue glaciali e delle piattaforme galleggianti. Per queste osservazioni, presso il Laboratorio di Geofisica Ambientale dell'INGV, sono anche stati sviluppati due differenti tipi di radar glaciologici per rilevamenti profondi e le relative tecniche di analisi e elaborazioni dei segnali. La strumentazione impiegata, in via di perfezionamento, utilizza basse potenze e sfrutta le più avanzate tecniche radaristiche. Sono state sviluppate tecniche a codifica di fase e operazioni di correlazione on-line del segnale d'eco. Date le caratteristiche di leggerezza e basso assorbimento, una simile strumentazione ha una maggiore flessibilità di impiego (soprattutto per essere installata su un aereo) e una migliore risoluzione spaziale rispetto agli strumenti usati in precedenza. Sono stati condotti studi sulla propagazione delle onde nei ghiacciai freddi e sono state sviluppate tecniche per riconoscere le varie superfici d'interfaccia. Con questa strumentazione sono state compiute osservazioni su vasta scala che hanno contribuito a risolvere decine di migliaia di chilometri di profili di radar per elaborare la topografia del bedrock soprattutto del settore est in Antartide e la scoperta di numerosi nuovi laghi subglaciali.

#### Paleoclima

Per ciò che concerne la ricostruzione della storia paleoclimatica dall'analisi delle variazioni della mineralogia magnetica in successioni sedimentarie, le ricerche sviluppate, che si basano su dati raccolti con attività di campagna e misure di laboratorio (si veda Obiettivo generale 2.2 Laboratorio di paleomagnetismo), sono state focalizzate sul riconoscimento e l'analisi delle modalità e dei ratei dei cambiamenti paleoclimatici e paleoambientali registrati dalle variazioni nelle popolazioni di particelle magnetiche in opportune sequenze sedimentarie. Particolare cura è posta nella comprensione degli aspetti relativi al carattere regionale o globale delle paleovariazioni climatiche riconosciute ed alla correlazione tra successioni provenienti da parti diverse del globo. In particolare, nel 2004 sono stati pubblicati i risultati relativi al passaggio Eocene-Oligocene nell'Appennino umbro-marchigiano, al Pleistocene del settore Pacifico dell'Oceano Meridionale ed all'Olocene del Golfo di Salerno. In questi studi sono stati riconosciuti dei parametri indicatori di variazioni paleoclimatiche e/o paleoambientali che sono state vincolate ad una stratigrafia (anche magnetica) ad alta risoluzione. Inoltre, nel corso del 2004 sono stati impostati ed effettuati studi su ulteriori successioni sedimentarie nell'Appennino, nel Golfo di Salerno, nel Canale di Sicilia, nella Penisola Iberica, in Bulgaria e in vari bacini sedimentari peri-Antartici. Nel 2004, infine, su tematiche in questo settore sono state attive due Tesi di Dottorato con attività sperimentali ed analitiche sviluppate nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV.

#### Magnetismo ambientale applicato allo studio dell'inquinamento

Per ciò che concerne la caratterizzazione delle proprietà magnetiche delle particelle fini atmosferiche (denominate come "PM10", ossia polveri sottili con dimensioni inferiori a 10 micron) si è avviata, a partire da settembre 2004, una convenzione con la Regione Lazio ed ARPA Lazio per la caratterizzazione delle proprietà magnetiche delle polveri sottili collezionate dalle centraline di rilevamento automatico della qualità dell'aria. Tale studio si prefigge di contribuire alla comprensione della relativa influenza di fattori naturali ed antropici (inquinamento) alla diffusione e distribuzione di polveri sottili nell'atmosfera. Lo studio ha preso in esame sei centraline di rilevamento della qualità dell'aria, con raccolta di PM10 su base giornaliera. Lo studio è tuttora in corso ed è al momento pianificato fino a Settembre 2005.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

#### Glaciologia

Date le dimensioni continentali del ghiacciaio da investigare, nelle campagne di misura glaciologiche, per il monitoraggio su vasta scala ci si avvale di campagne di misura eseguite su piattaforma aerotrasportata. Le analisi dei dati sono generalmente eseguite con software interpretativi commerciali, in genere utilizzati nelle tecniche di prospezione.

### **4.2 Metodologie d'indagine**

#### Glaciologia

I rilievi glaciologici sono usualmente eseguiti su percorsi e geometrie particolari. Le principali tratte investigate riguardano le linee di sbocco delle lingue glaciali per ciò che concerne lo studio del bilancio di massa. La determinazione degli spessori del ghiacciaio continentale sono relativi sia all'esplorazione dei laghi subglaciali, sia al rilievo della topografia del bedrock volto anche agli studi di tettonica.

#### Paleoclima

Le misure condotte sono volte a determinare le variazioni stratigrafiche nella composizione, concentrazione e dimensione delle particelle magnetiche nelle successioni sedimentarie, in funzione dei cambiamenti climatici ed ambientali. Gli studi sul paleoclima si avvalgono inoltre dell'integrazione con dati paleomagnetici ad alta risoluzione per la definizione dei tempi e dei ratei di evoluzione dei fenomeni. Studi sul magnetismo di base di rocce e minerali sono propedeutici per una corretta interpretazione dei dati magnetici in chiave paleoclimatica. Tutte le misure relative alle proprietà magnetiche e paleomagnetiche delle rocce sono effettuate nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV di Roma.

#### Magnetismo ambientale applicato allo studio dell'inquinamento

In questo settore le misure delle proprietà magnetiche delle polveri sottili atmosferiche sono volte alla caratterizzazione di diverse popolazione di particelle in funzione della loro sorgente. Nel caso specifico il metodo si prefigge di discriminare tra sorgenti naturali (es. polveri dal nord-Africa, aerosol marino) ed antropiche (es. emissioni da veicoli a motore). Anche in questo caso tutte le misure relative alle proprietà magnetiche delle polveri sottili sono effettuate nel laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV di Roma.

### **4.3 Dati acquisiti**

#### Glaciologia

Nell'anno considerato sono stati acquisiti profili RES (Radio Echo Sounding) nel settore est Antartico per un totale di circa 15000 km. Questi dati si vanno ad aggiungere agli altri dati delle passate campagne glaciologiche che complessivamente hanno raggiunto una estensione di circa 60000 km di profilo radar.

#### Paleoclima

Nel 2004 sono stati acquisiti dati sulle proprietà magnetiche e paleomagnetiche di successioni nell'Appennino, nel Golfo di Salerno, nel Canale di Sicilia, nella Penisola Iberica, in Bulgaria e in vari bacini sedimentari peri-Antartici. I campioni sono stati raccolti mediante missioni di campionamento sul terreno o mediante prelievo, in laboratorio, di "u-channel" da carote provenienti da perforazioni effettuate su fondale marino ed oceanico (Mediterraneo e Oceano meridionale).

#### Magnetismo ambientale applicato allo studio dell'inquinamento

Nell'ambito della Convenzione con la Regione Lazio ed Arpa Lazio sono stati acquisiti dati sistematici di suscettività magnetica, su base giornaliera, per sei centraline di rilevamento della qualità dell'aria operanti nella Regione, a partire da Settembre 2004. Inoltre per alcuni filtri selezionati sono stati acquisiti dati su magnetizzazioni artificialmente prodotte in laboratorio, per la determinazione degli spettri di coercitività.

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

##### Glaciologia

Per il radar VHF impiegato nelle applicazioni glaciologiche sono stati ulteriormente affinate tecniche e algoritmi matematici per la gestione e l'elaborazione in tempo reale dei segnali d'eco. Tali algoritmi riguardano la correlazione e operazioni di integrazione e filtraggi in tempo discreto, sia nel dominio del tempo che della frequenza.

##### Paleoclima

Sono stati riconosciuti segnali di variazioni paleoclimatiche nella successione pelagica dell'Appennino umbro-marchigiano al passaggio Eocene-Oligocene, che sono correlabili ad analoghe a quelle precedentemente riconosciute in successioni coeve in Antartide (Jovane et al, 2004). Inoltre, è stata messa in evidenza una periodicità orbitale nella variazione dei parametri magnetici in una successione Pleistocenica dell'Oceano meridionale, che può essere correlata a variazioni nella posizione del fronte polare di circolazioni delle acque oceaniche (Venuti e Florindo, 2004). E' stata, infine, riconosciuta una significativa variazione del tasso di sedimentazione nel Golfo di Salerno durante l'Olocene, imputabile alla variabilità climatica ed allo sviluppo delle civiltà antropiche (Iorio et al., 2004).

##### Magnetismo ambientale applicato allo studio dell'inquinamento

I primi dati raccolti nello studio sulle proprietà magnetiche delle polveri sottili atmosferiche nel Lazio hanno già posto in evidenza l'efficacia dell'approccio innovativo sviluppato e stanno portando alla determinazione di correlazioni lineari, valide per ciascuna stazione di misura, tra la suscettività magnetica e la concentrazione del PM10. La ricerca apre stimolanti prospettive per la messa a punto di un protocollo di misura e di analisi per la determinazione dei diversi contributi delle varie sorgenti di particolato fine atmosferico.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

##### Glaciologia

Sviluppo di un Radar VHF a codice di fase aerotrasportato per sondaggi profondi nei ghiacciai delle piattaforme polari. Lo strumento è particolarmente adatto per la rilevazione del letto roccioso e per l'esplorazione dei laghi sub-glaciali. Il radar bi-statico opera a 60 MHz e impiega un amplificatore di potenza RF di soli 500 W con un sistema di ricezione supereterodina a guadagno variabile nel tempo. Per l'analisi on-line il sistema si avvale di una scheda di temporizzazione e acquisizione opportunamente collegate tra loro, un computer industriale di gestione, controllo ed elaborazione, interfacciato anche con un ricevitore GPS per geo-referenziare le misure.

#### 5. Prodotti

##### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(39) Bianchi, C., I.E. Tabacco and A. Forieri. Electromagnetic Reflecting Properties of Sub-Ice Surfaces, *Ann. Glaciol.* (accepted).

(157) Florindo, F., G.S. Wilson and D.H. Harwood. Introduction to "long-term changes in Southern high-latitude ice sheets and climate, the Cenozoic history", *Glob. Planet. Change*, (accepted).

(196) Jovane, L., F. Florindo and J. Dinarès-Turell (2004). Environmental magnetic record of paleoclimate change from the Eocene-Oligocene stratotype section, Massignano, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 15, L15601.

(373) Venuti, A. and F. Florindo (2004). Magnetostratigraphy and environmental magnetism of two Quaternary deep-sea gravity cores from the west Pacific Southern Ocean, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12011.

##### 5.2 Altre Pubblicazioni

O'Brien, P.E., Cooper, A.K., Florindo, F., Handwerger, D.A., Lavelle, M., Passchier, S., Pospichal, J.J., Quilty, P.G., Richter, C., Theissen, K.M., and Whitehead, J.M., (2004). Prydz Channel Fan and the history of extreme ice advances in Prydz Bay. In Cooper, A.K., O'Brien, P.E., and Richter, C. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 188, 1–32 [Online]. Available from WWW: [http://www-odp.tamu.edu/publications/188\\_SR/VOLUME/CHAPTERS/016.PDF](http://www-odp.tamu.edu/publications/188_SR/VOLUME/CHAPTERS/016.PDF) (RM2)

Venuti, A., C. Richter, and K.L. Verosub, Data Report: Paleomagnetic and environmental magnetic properties of sediments from Site 1202 (Kuroshio Current), *Proc. ODP, Sci. Results*, 195, in press. (RM2)

Warnke, D.A., Richter, C., Florindo, F., Damuth, J.E., Balsam, W.L., Strand, K., Ruikka, M., Junttila, J., Theissen, K., And Quilty, P., (2004). Data report: HiRISC (High-Resolution Integrated Stratigraphy Committee) Pliocene–Pleistocene interval, 0–50 mbsf, at ODP Leg 188 Site 1165, Prydz Bay, Antarctica. In Cooper, A.K., O'Brien, P.E., and Richter, C. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results, 188 [Online]. Available from World Wide Web: [http://www-odp.tamu.edu/publications/188\\_SR/015/015.htm](http://www-odp.tamu.edu/publications/188_SR/015/015.htm) (RM2)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

Domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo: "Glacioradar a codice di fase" a nome dell'INGV depositata il 27.12.2004 con il numero RM2004A000641 (RM2)

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Bilancio di massa superficiale dell'area di drenaggio di Dome C	Cesidio Bianchi	PNRA	RM2	30.000	
Tecnologia per la Glaciologia in Antartide, progettazione e realizzazione di uno snowRADAR	Achille Zirizzotti	PNRA	RM2	70.000	
Magnetismo polveri sottili	Leonardo Sagnotti	Regione Lazio	RM2	45.000	

## Obiettivo Specifico: 3.6.

# Fisica della magnetosfera, fisica dell'alta atmosfera e meteorologia spaziale

### 1. Curatore/i:

Giorgiana De Franceschi, **Paola De Michelis** e Bruno Zolesi

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM2

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

L'attività di ricerca portata avanti nell'anno 2004, relativa alla fisica della magnetosfera, è stata dedicata principalmente allo studio dell'interazione tra il vento solare e la magnetosfera terrestre. In particolare, sono stati studiati i seguenti temi:

- 1) le pulsazioni geomagnetiche di bassa frequenza osservate in occasione della forte tempesta magnetica del 29-31 ottobre 2003 innescate dall'arrivo a Terra di diverse strutture interplanetarie;
- 2) la variazione diurna osservata presso la stazione antartica Mario Zucchelli (MZS) in quindici anni di osservazioni (1986-2000);
- 3) la struttura dell'indice dell'elettrogetto aurorale (AE).

Per quanto concerne l'attività di ricerca, nel settore della fisica dell'alta atmosfera e della meteorologia spaziale, questa è stata indirizzata tanto verso lo studio delle scintillazioni ionosferiche a latitudini polari quanto al miglioramento di modelli ionosferici preesistenti. In particolare, sono stati studiati gli effetti di disturbo ionosferico prodotti dalla tempesta magnetica del 29-31 ottobre 2003 attraverso l'osservazione del fenomeno fisico delle scintillazioni. Sono inoltre proseguiti gli studi volti alla modellizzazione delle irregolarità ionosferiche associate al fenomeno delle scintillazioni attraverso lo sviluppo di un modello semiempirico non lineare. Per quanto concerne i modelli ionosferici è stato sviluppato con successo un nuovo algoritmo per la previsione in tempo reale della frequenza critica dello strato ionosferico F2 nonché sono in fase d'avanzamento studi atti a stabilire l'attendibilità dei modelli di previsione della Massima Frequenza Utilizzabile (MUF) nei radiocollegamenti. Infine, il software originale AUTOSCALA (<http://ionos.ingv.it/spaceweather/start.htm>) è stato sensibilmente migliorato in termini d'affidabilità del dato automaticamente interpretato ed è in fase preliminare uno studio per associare un profilo di densità elettronica che meglio si adatti all'autoscaling effettuato dal software. AUTOSCALA, applicato agli ionogrammi provenienti da stazioni localizzate a differenti latitudini, ha ottenuto buoni risultati mostrando come la girofrequenza di plasma sia parametrizzata in maniera affidabile.

Per quanto riguarda le attività svolte nell'ambito progettuale del Centro Studi sulla Variabilità del Sole (CVS), queste comprendono:

- 1) la realizzazione di un nuovo prototipo (radar HF) per il sondaggio ionosferico verticale e per sondaggi ionosferici in banda HF;
- 2) un sistema di connessione in rete per la strumentazione geomagnetica creato con la finalità di estendere la rete d'osservazioni e di produrre un database di misure ionosferiche e geomagnetiche consultabile in tempo reale. Tutto ciò, nell'ambito degli studi sulla variabilità del Sole, contribuirà alla preparazione di un archivio storico utile per gli studi della variabilità a lungo termine sia della ionosfera che della magnetosfera.

Le attività svolte nell'ambito del progetto GIFINT (Geomagnetic Indices Forecasting and Ionospheric Nowcasting Tools) riguardano:

- 1) lo sviluppo di una procedura di previsione dell'indice geomagnetico Dst e
- 2) lo sviluppo di una procedura di previsione dei parametri ionosferici foF2 e M(3000)F2.

Per quel che concerne il progetto DIAS (European Digital Upper Atmosphere Server) le attività svolte comprendono:

- 1) lo sviluppo di un server per la raccolta dei dati ionosferici sull'aerea europea e

2) la produzione di materiale informativo per la sensibilizzazione di eventuali utenti interessati al server di cui al punto 1.

Le attività relative al Progetto COST271 (Effects of the Upper Atmosphere on Terrestrial and Earth-Space Communications) riguardano principalmente:

- 1) sviluppo di modelli per il monitoraggio e per la previsione delle condizioni ionosferiche;
- 2) studio della variazione secolare della ionosfera;
- 3) studio delle scintillazioni ionosferiche.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

I sistemi di monitoraggio utilizzati nell'ambito della fisica dell'alta atmosfera sono costituiti da ionosonde INGV-AIS, digisonde DPS, stazioni riometriche e stazioni GISTM (GPS Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring) collocati presso gli osservatori permanenti di Roma, Gibilmanna, Mario Zucchelli Station (MZS, Antartide) e NyAlesund (Svalbard, Norvegia).

Per la fisica della magnetosfera i sistemi di monitoraggio utilizzati sono quelli collocati presso gli osservatori geomagnetici appartenenti alla rete INTERMAGNET.

Sono inoltre utilizzati i dati di vento solare registrati dai satelliti WIND ed ACE ed i dati relativi all'indice dell'elettrogetto aurorale (AE).

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Le indagini sulle relazioni Sole-Terra si basano sull'analisi comparata tra i dati geomagnetici ed i dati di vento solare registrati dai satelliti. Le ricerche sulle irregolarità ionosferiche e sulle scintillazioni si basano sull'analisi dei gradienti di contenuto elettronico totale, registrati da strumentazione a bordo di satelliti o collocata in stazioni a terra, e sulla tomografia ionosferica ottenuta con la tecnica MIDAS (Multi Instrument Data Analysis System). Alla base delle ricerche per lo sviluppo di modelli ionosferici di nowcasting e forecasting vi è invece un'analisi di tipo non lineare dei parametri ionosferici e della loro dipendenza dall'attività magnetica. Per il programma AUTOSCALA si utilizzano dati provenienti da differenti stazioni ionosferiche mentre per lo studio della sua affidabilità si eseguono analisi di tipo comparativo tra i parametri autoscalati generati da quest'ultimo e quelli ottenuti con il programma ARTIST (un programma sviluppato dall'università di Lowell, Massachusetts, USA e ritenuto il software di riferimento per l'interpretazione automatica degli ionogrammi). Per lo sviluppo del server DIAS si utilizzano i dati forniti da stazioni ionosferiche digitali europee appartenenti a istituti governativi alfine di produrre mappe e diagrammi relativi alle condizioni della ionosfera sull'area europea.

##### **4.3 Dati acquisiti**

I dati acquisiti sono relativi alle stazioni di monitoraggio dell'alta atmosfera ionizzata di Roma, Gibilmanna, MZS (Antartide) e NyAlesund (Norvegia) nonché quelli degli osservatori geomagnetici italiani di L'Aquila e MZS.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Lo studio delle pulsazioni a bassa frequenza ha permesso di definire alcuni aspetti delle oscillazioni magnetosferiche a carattere globale innescate dal vento solare. L'analisi della variazione diurna ha evidenziato una dipendenza statistica delle correnti ionosferiche responsabili della variazione diurna dalla stagione e dal ciclo solare. Lo studio della struttura dell'indice dell'elettrogetto aurorale ha permesso di separare i due processi, uno legato direttamente all'energia depositata dal vento solare nella ionosfera l'altro connesso al rilascio di energia immagazzinata nella coda geomagnetica, che concorrono alla creazione dell'indice stesso. Ciò ha fornito indirettamente uno strumento per identificare l'inizio della fase d'espansione delle sottotempeste connesso al rilascio d'energia proveniente dalla coda geomagnetica. Gli studi della ionosfera regionale in condizione magnetiche disturbate hanno portato allo sviluppo di due nuovi modelli per il mapping istantaneo delle condizioni di radiopropagazione: ISWIRM (Instantaneous space-weighted ionospheric regional model) e SIRMUP (Simplified Ionospheric Regional Model UPdating). Le analisi di comparazione tra i programmi AUTOSCALA e ARTIST hanno evidenziato come il software originale AUTOSCALA sia caratterizzato da un'alta affidabilità il che risulta essere di estrema importanza per le applicazioni ai programmi di meteorologia spaziale. La stazione GISTM installata a latitudini polari ha permesso di verificare che le irregolarità ionosferiche di piccola scala sono parte d'instabilità di plasma di dimensioni più grandi la cui formazione e dinamica è connessa a gradienti di contenuto elettronico totale sensibili alle variazioni di campo magnetico e di sistemi di correnti elettriche associate. La procedura di previsione dell'indice Dst ha permesso di predire con un'ora di anticipo il comportamento del sistema magnetosfera-ionosfera. La procedura di previsione dei parametri ionosferici foF2 e M(3000) ha dato un ulteriore contributo alle attività di pianificazione dei radiocollegamenti HF via ionosfera sull'aerea del Mediterraneo centrale.



## 4.5 Avanzamenti tecnologici

- Aggiornamento e miglioramento del tool informatico utilizzato per l'interpretazione manuale degli ionogrammi e per la validazione del dato ionosferico.
- Aggiornamento e miglioramento del server ESKIMO (<http://eskimo.ingv.it>) dedicato al controllo, acquisizione e trasmissione dati delle stazioni remote in aree polari.
- Installazione configurazione e manutenzione di un nuovo server Win2000 denominato IONOS (<http://ionos.ingv.spaceweather/start.htm>) dedicato alle stazioni di monitoraggio a medie latitudini per lo sviluppo del database e la realizzazione di applicativi software inerenti ai programmi di Space Weather.
- Sviluppo tool informatici per la produzione di grafici relativi ai valori della frequenza foF2 automaticamente scalati dagli ionogrammi registrati dalla digisonda DPS4 e dalla ionosonda AIS.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

- (25) Arokiasamy, J.B., C. Bianchi, M. Pezzopane, V. Romano, U. Sciacca, C. Scotto, A. Zirizzotti and E. Zuccheretti. New low power Pulse compressed ionosonde at Gibilmanna Ionospheric Observatory, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (37) Belehaki, A., L.R. Cander, B. Zolesi, J. Bremer, C. Juren, I. Stanislawska, D. Dialetis and M. Hatzopoulos. DIAS project: The establishment of a European digital upper atmosphere server, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* (accepted).
- (53) Bremer, J., L. Alfonsi, P. Bencze, J. Lastovicka, A.V. Mikhailov and N. Rogers (2004). Long-term trends in the ionosphere and upper atmosphere parameters, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 1009-1029.
- (65) Cander, L.R. and B. Zolesi (2004). The COST 271 Action: conclusions and the way ahead, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 1287-1291.
- (159) Fotiadis, D.N., S.S. Kouris, V. Romano and B. Zolesi (2004). Climatology of ionospheric F-region disturbances, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1311-1323.
- (233) Meloni, A., D. Di Mauro, S. Lepidi, G. Mele and P. Palangio (2004). Tectonomagnetic and VLF electromagnetic signals in Central Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 29-37.
- (280) Perrone, L., L. Alfonsi, V. Romano and G. De Franceschi (2004). Polar cap absorption events of November 2001 at Terra Nova Bay, Antarctica, *Ann. Geophysicae*, 22, 5, 1633-1648.
- (283) Pezzopane, M. (2004). Interpre: a Windows software for semiautomatic scaling of ionospheric parameters from ionograms, *Comput. & Geosci.*, 30, 1, 125-130.
- (289) Pino, N.A., M. Ripepe and G.B. Cimini (2004). The Stromboli Volcano landslides of December 2002: a seismological description, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02605.
- (329) Scotto, C. and M. Pezzopane. Software for automatic scaling of critical frequency foF2 and MUF(3000)F2 from ionograms applied for the Ionospheric Observatory of Gibilmanna, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (341) Stamper, R., A. Belehaki, D. Buresová, L.R. Cander, I. Kutiev, M. Pietrella, I. Stanislawska, S. Stankov, I. Tzagouri, Y.K. Tulunay and B. Zolesi (2004). Nowcasting, forecasting and warning for ionospheric propagation: tools and methods, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 957-983.
- (363) Tzagouri, I., B. Zolesi, A. Belehaki and L.R. Cander. A new method for nowcasting ionospheric mapping based on Simplified Ionospheric Regional Model, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* (accepted).
- (375) Villante, U., M. Vellante, A. Piancatelli, A. Di Cienzo, T.L. Zhang, W. Magnes, V. Wertzergom and A. Meloni (2004). Some aspects of man-made contamination on ULF measurements, *Ann. Geophysicae*, 22, 4, 1335-1345.
- (376) Villante, U., S. Lepidi, P. Francia and T. Bruno (2004). Some aspects of the propagation of shock associated disturbances in the Earth's magnetosphere, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, 66, 5, 337-341.
- (380) Yagova, N.V., V.A. Pilipenko, L.J. Lanzerotti, M.J. Engebretson, A.S. Rodger, S. Lepidi and V.O. Papitashvili (2004). Two-dimensional structure of long-period pulsations at polar latitudes in Antarctica, *J. Geophys. Res.*, 109, A3, A03222.
- (384) Zolesi, B. and L.R. Cander (2004). COST 271 Action - Effects of the upper atmosphere on terrestrial and earth-space communications: introduction, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 915-925.

(385) Zolesi, B., A. Belehaki, I. Tsagouri and L.R. Cander (2004). Real-time updating of the simplified ionospheric regional model for operational applications, Radio Sci., 39, 2, RS2011.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Lepidi S., L. Cafarella , P. Palangio , L. Santarelli (2004) Low Frequency Geomagnetic Field Fluctuations at Different High Latitude Stations During October 29-31, 2003, EOS Trans. AGU, 85(17), Joint Assembly Suppl., Abstract SH53A-04. (RM2)

V. Romano, E. Zuccheretti, G. De Franceschi, M. Pezzopane, L. Alfonsi, G. Tutone, Fawzi Doumaz (2004) Ionospheric Observatory Development at Mario Zucchelli Station, INAG (Ionosonde Network Advisory Group) bulletin 65 at [www.ips.gov.au/IPSHosted/INAG/web-inag/index.html](http://www.ips.gov.au/IPSHosted/INAG/web-inag/index.html) (RM2)

Wernik, A.W., L. Alfonsi, M. Materassi (2004) Ionospheric irregularities, scintillation and its effect on systems, Acta Geophysica Polonica, vol. 52, No.2, 237-249. (RM2)

Buresova D., Lj. R. Cander, A. Veron, B. Zolesi (2004) Real-time ionospheric N(h) profile updating over Europe using IRI-2000 model, Advances in Radio Science, 2, 299-303. (RM2)

Pezzopane M., C. Scotto (2004) Software for the automatic scaling of critical frequency foF2 and MUF(3000)F2 from ionograms applied for the ionospheric observatory of Gibilmanna, Annals of Geophysics, Accepted (RM2)

## 5.3 Banche dati

---

## 5.4 Prodotti tecnologici

Brevetto numero 1325371 del 7.12.2004 per "Invenzione Industriale dal titolo: Ionosonda digitale". Inventori: C. Bianchi, E. Zuccheretti, U. Sciacca, G. Tutone, J. B. Arokiasamy, C. Scotto, M. Pezzopane.

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Rete magnetometrica italiana nell'ambito di AIMNet (Antarctic International Magnetometer Network)	Stefania Lepidi	PNRA	RM2	70.000	
Osservazioni in alta atmosfera e climatologia spaziale	Giorgiana De Franceschi	PNRA	RM2	30.000	
GIFINT (Geomagnetic indices forecasting and ionospheric nowcasting tools)	Bruno Zolesi	ESA	RM2	13.000	
DIAS (European digital upper atmosphere server)	Bruno Zolesi	Comunità Europea	RM2	750.000	
CVS (Centro per lo studio della variabilità del sole)	Antonio Meloni, Cesidio Bianchi	Regione Lazio	RM2	52.000	

## **Obiettivo Specifico: 3.7.**

# **Calcolo scientifico avanzato**

### **1. Curatore/i:**

Carlo Giunchi, Marcello Martini e **Antonio Navarra**

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

Amm. Centrale, RM1, RM2, NA-OV

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Questo obiettivo specifico riguarda il potenziamento della parte del sistema di calcolo dell'INGV destinato al supporto dell'attività di ricerca con metodi numerici. I prodotti sono quindi risultati scientifici che dipendono in modo essenziale del sistema di calcolo stesso. Nel triennale 2004-2006 lo sviluppo del sistema di calcolo era stato previsto lungo due direttrici principali, la prima si basava sullo sviluppo dei sistemi vettoriali (Sede di Bologna) e la seconda sullo sviluppo di sistemi scalari cluster (Sezioni di Roma, Napoli). Nel 2004 sono stati raggiunti i primi livelli dello sviluppo previsto per il periodo di riferimento 2004-2006. In riferimento a quanto previsto nel triennale 2004-2006 la situazione dei cluster realizzati dal CED di Roma è la seguente. È attivo il cluster Hydra (intel xeon) con la seguente configurazione: 25 nodi biprocessori per un totale di 50 CPU con 8Gbyte di memoria RAM e 2 Terabyte disponibili tra i vari utenti. È inoltre operativo un secondo cluster Hydra2 con 8 nodi biprocessori Xeon per un totale di 16 CPU con 4Gbyte di memoria ram e ~ 2Terabyte di memoria di massa. Sono previsti per il 2005 per quanto riguarda la sperimentazione dei cluster a 64 bit, due macchine, una con processori Itanium e l'altra con processori Opteron:

- 1) Medusa: cluster Itanium con 4 nodi biprocessori 8 CPU 9 Gbyte di memoria RAM e 2 terabyte per gli utenti;
- 2) Octopus: cluster opteron 10 nodi biprocessori 20 CPU 9 Gbyte di RAM e 2 Terabyte di disco.

Presso la Sede di Bologna è stata completata la prima fase del potenziamento della libreria ad archivio, portando la capacità di archivio a 26 Terabyte con altre due unità di lettura/scrittura. Presso la sede di Napoli, il cluster Linux da 66 processori, è stato potenziato con l'aggiunta di ulteriori 33 nodi biprocessori, raggiungendo un totale di 132 CPU Xeon 2.4GHz (1 Gb di memoria per ciascun nodo). Al cluster è stato aggiunto un server NAS da 500 Gb per lo storage delle funzioni di Green.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Le osservazioni del sistema climatico sono sparse nello spazio e nel tempo che pone un difficile problema di valutazione per riempire i vuoti nel sistema osservativo. Il metodo che offre la stima migliore è la cosiddetta assimilazione dati che fornisce una stima su un grigliato regolare dei parametri climatici vincolando i modelli con le osservazioni. Il risultato è un data set su un grigliato regolare consistente dal punto di vista fisico e dinamico. Queste tecniche sono possibili solo con l'uso massiccio di strumenti di calcolo. Nel corso del 2004 è stato implementato sul NEC SX-6 un sistema di assimilazione dati globale che ha permesso la produzione di un data set di analisi tridimensionali oceaniche per il periodo 1958-2000. Per quanto riguarda il monitoraggio della sismicità, l'analisi degli eventi Very Long Period (VLP), registrati in aree vulcaniche attive, consente di ottenere delle informazioni quantitative sui budget di massa e sulle dinamiche eruttive. Nel corso del 2004 è stato implementato un sistema per la detezione, localizzazione ed inversione della funzione sorgente degli eventi VLP, registrati dalla rete sismica broadband di Stromboli. Tale sistema (EOLO) consente l'analisi in tempo reale dei dati acquisiti dalla rete, lo storage dei risultati in un database relazionale e la pubblicazione immediata su web mediante pagine PHP dinamiche (<http://eolo.ov.ingv.it>).

## 4.2 Metodologie d'indagine

Il sistema EOLO è basato su codici, sviluppati presso la sede INGV di Napoli (OV), che sono compatibili con il sistema Earthworm, uno standard nell'acquisizione, trasmissione ed analisi dei dati sismici. Tali procedure fanno uso del cluster Linux come motore di calcolo per le analisi più avanzate. La prima di tali metodologie è la detezione e localizzazione degli eventi VLP mediante analisi della funzione semblance, calcolata su un volume tridimensionale di 56x56x40 punti. Successivamente alla detezione dell'evento, viene attivata la procedura di inversione della funzione sorgente. Tale procedura basata su tecniche di inversione delle forme d'onda utilizzando una vasta libreria di funzioni di Green, generate con tecniche numeriche alle differenze finite. La procedura è implementata sul cluster e consente l'inversione in tempo reale su una griglia spaziale di circa 50000 punti.

## 4.3 Dati acquisiti

Nel corso del 2004, l'analisi in tempo reale dei dati acquisiti dalla rete sismica di Stromboli, ha consentito la costruzione di un database dei parametri associati ad oltre 50000 eventi. Per quanto riguarda la procedura di inversione della funzione sorgente, sono stati riprocessati i dati di parte del dataset, fornendo un database con centinaia di meccanismi sorgente.

## 4.4 Avanzamenti scientifici

Nel corso del 2004 sono stati pubblicati numerosi risultati relativi agli esperimenti effettuati nel periodo precedente, inoltre è stato inserito nel modello accoppiato SINTEX-F, formato dal modello atmosferico ECHAM4 e dal modello oceanico OPA un modello del ghiaccio marino. È iniziato inoltre lo sviluppo del nuovo modello accoppiato con la nuova versione di ECHAM5 e lo stesso OPA. Il nuovo modello con il ghiaccio, SINTEX-G è stato verificato ed è quindi iniziata l'esecuzione degli esperimenti di scenario per l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) della Convenzione UN sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). Gli esperimenti previsti sono: controllo preindustriale, esperimento transiente a un tasso di crescita dell'1% annuo e stabilizzazione a 2xCO<sub>2</sub> e 4xCO<sub>2</sub>, alla risoluzione spaziale di circa 100 km. È stato inoltre implementato il nuovo sistema di previsioni operative del Mar Mediterraneo con il nuovo modello a 71 livelli. Per quanto riguarda l'analisi avanzata dei dati della rete Stromboli, in tempo reale, fornisce un potente strumento di monitoraggio sismico, che consente di individuare tempestivamente, variazioni nelle caratteristiche della sismicità (numero di eventi, localizzazioni, meccanismo sorgente) fornendo indicazioni sulla dinamica dello Stromboli. Inoltre una quantità di dati così elevata, costituisce un database, utile per le analisi sul comportamento a lungo periodo del vulcano. In ambito vulcanologico, sono stati sviluppati nel 2004, e sono in fase di studio: a) un modello multifase 3D per la simulazione dei flussi piroclastici su topografia arbitraria; b) un codice per la simulazione del trasporto di ceneri vulcaniche in 3D, con applicazione all'Etna, che utilizza un campo di venti variabile nello spazio e nel tempo, fornito giornalmente dai centri meteo dell'Aeronautica Militare (si prevede l'implementazione di procedure automatiche per la gestione degli input/output e l'esecuzione del modello ad orari stabiliti); c) un modello 2D per la simulazione delle colate di lava su topografia arbitraria, nell'approssimazione shallow-water e con implementazione parallela basata su MPI applicato all'Etna.

## 4.5 Avanzamenti tecnologici

È stata sviluppata la versione multiprocessore con il metodo MPI del modello oceanico OPA ed è stata approntata la vettorializzazione del codice dell'assimilazione dati oceanica.

Il cluster Linux della sede INGV-NA, agisce come server di calcolo, interfacciato con il mondo esterno tramite connessioni socket TCP/IP. Le procedure di calcolo parallelo sono state implementate con tecnologia MPI.

### Metodologie d'Indagine

Il sistema di assimilazione dati è stato sviluppando con la creazione di un sistema prototipale che permette l'assimilazione di dati multiparametrici (temperatura, salinità e livello del mare).

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(44) Bizzari, A. and M. Cocco. 3-D dynamic simulations of spontaneous rupture propagation governed by different constitutive laws with rake rotation allowed, Ann. Geophys. (accepted).

(50) Bozzano, R., A. Siccardi, M.E. Schiano, M. Borghini and S. Castellari (2004). Comparison of ECMWF surface meteorology and buoy observations in the Ligurian Sea, Ann. Geophysicae, 22, 2, 317-330.

- (75) Carril, A.F., A. Navarra and S. Masina (2004). Ocean, sea-ice, atmosphere oscillations in the Southern Ocean as simulated by the SINTEX coupled model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10309.
- (76) Casarotti, E. and A. Piersanti. A synthetic fault system in a spherical and viscoelastic Earth model, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (85) Cianetti, S., C. Giunchi and M. Cocco. 3D Finite element modeling of stress interaction: an application to Landers and Hector Mine fault systems, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (96) Costa A. and G. Macedonio. Numerical simulation of lava flows based on depth-average equations. *GRL* (in stampa)
- (97) Costa A. and G. Macedonio. Computational modelling of lava flows: a review *Ann. Geophys.* (in stampa)
- (98) Costa, A, G. Macedonio and G. Chiodini. Numerical model of gas dispersion emitted from volcanic sources. *Ann. Geophys.* (in stampa)
- (127) Di Muro, A., A. Neri and M. Rosi (2004). Contemporaneous convective and collapsing eruptive dynamics: the transitional regime of explosive eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10607.
- (134) Egorova, T., E. Rozanov, E. Manzini, M. Haberreiter, W. Schmutz, V. Zubov and T. Peter (2004). Chemical and dynamical response to the 11-year variability of the solar irradiance simulated with a chemistry-climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06119.
- (148) Favalli, M., F. Mazzarini, M.T. Pareschi and E. Boschi (2004). Role of local wind circulation in plume monitoring at Mt. Etna Volcano (Sicily): insight from a mesoscale numerical model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09105.
- (178) Gualdi, S., A. Alessandri and A. Navarra. Impact of atmospheric horizontal resolution on ENSO forecasts, *Tellus Ser. A* (accepted).
- (182) Guilyardi, E., S. Gualdi, J. Slingo, A. Navarra, P. Delecluse, J. Cole, G. Madec, M. Roberts, M. Latif and L. Terray (2004). Representing El Niño in coupled ocean-atmosphere GCMs: the dominant role of the atmospheric component, *J. Clim.*, 17, 24, 4623-4629.
- (224) Masina, S., P. Di Pietro and A. Navarra (2004). Interannual-to-decadal variability of the North Atlantic from an ocean data assimilation system, *Clim. Dyn.*, 23, 5, 531-546.
- (232) Melini, D., A. Piersanti, G. Spada, G. Soldati, E. Casarotti and E. Boschi (2004). Earthquakes and relative sealevel changes, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09601.
- (255) Navarra, A. and J. Tribbia. The Coupled Manifold, *J. Atmos. Sci.* (accepted).
- (269) Palmer, T.N., A. Alessandri, U. Andersen, P. Cantelaube, M. Davey, P. Délecluse, M. Déqué, E. Díez, F.J. Doblas-Reyes, H. Feddersen, R. Graham, S. Gualdi, J.F. Guérémy, R. Hagedorn, M. Hoshen, N. Keenlyside, M. Latif, A. Lazar, E. Maionnave, V. Marletto, A.P. Morse, B. Orfila, P. Rogel, J.M. Terres and M.C. Thomson (2004). Development of a European multimodel ensemble system for seasonal-to-interannual prediction (DEMETER), *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 85, 6, 853-872.
- (285) Piana Agostinetti, N., G. Spada and S. Cianetti (2004). Mantle viscosity inference: a comparison between Simulated Annealing and Neighbourhood Algorithm inversion methods, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 890-900.
- (286) Piatanesi, A., E. Tinti, M. Cocco and E. Fukuyama (2004). The dependence of traction evolution on the earthquake source time function adopted in kinematic rupture models, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04609.
- (335) Sigmond, M., P.C. Siegmund, E. Manzini and H. Kelder (2004). A simulation of the separate climate effects of middle-atmospheric and tropospheric CO2 doubling, *J. Clim.*, 17, 12, 2352-2367.
- (353) Textor, C., H.-F. Graf, A. Longo, A. Neri, T. Esposti Ongaro, P. Papale, C. Timmreck and G.G.J. Ernst. Numerical Simulation of Explosive Volcanic Eruptions from the Conduit Flow to Global Atmospheric Scales, *Ann. Geophys.* (in stampa).
- (361) Trasatti, E., C. Giunchi and M. Bonafede. Structural and rheological constraints on source depth and overpressure estimates at Campi Flegrei Caldera, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Esposti Ongaro T., A.Neri, C.Cavazzoni, and G. Erbacci. 3D Parallel multiphaseflow and related documentation. Deliverable 3.3, 2nd year EXPLORIS annual report, 2004.

Macedonio G., Costa A., 3D advection-diffusion computer code and related documentation. Deliverable 3.8, 2nd year EXPLORIS annual report, 2004.

Macedonio G., Costa A., 3D simulation outputs of the mesoscale and advection-diffusion models, Deliverable 3.10, 2nd year EXPLORIS annual report, 2004.

Pinardi, N., G. Coppini, A. Grezio and P. Oddo. Ocean Climate variability in the Mediterranean Sea: climate events and marine forecasting activities. In: Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon, C. Fletcher and T. Spencer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge (U.K.) (accepted). (RM2)

Pinardi, N., M. Abbiati, E. Arneri, A. Crise, M. Ravaioli and M. Zavatarelli. The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea. In: The Global Coastal Ocean, A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.), The Sea, 14, Harvard University Press, Cambridge, MA (accepted) (RM2)

### 5.3 Banche dati

- Analisi Oceanica a risoluzione di 0.5 gradi 1958-2000. (RM2)
- Simulazione di controllo del clima a risoluzione T106. (RM2)

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
W-BLESS	A. Navarra	Min. Ambiente	RM2	90.000	
Studio di fattibilità del Centro Euro-Mediterraneo	A. Navarra	Min. Ambiente	RM2	81.500	
Collaborazione Italia-USA I fase	A. Navarra	Min. Ambiente	RM2	850.000	
Collaborazione Italia-USA II fase	A. Navarra	Min. Ambiente	RM2	61.250	
ADRICOSM-Pula-Bay	N. Pinardi	Min. Ambiente	RM2	15.875	
NERES	N. Pinardi	Min. Ambiente	RM2	25.000	
PRISM	A. Navarra	EC	RM2	34.667	
DEMETER	S. Gualdi	EC	RM2	8.963	
ENACT	S. Masina	EC	RM2	46.465	
ROADMAP	N. Pinardi	ESA	RM2	10.524	
MERSEA-strand1	N. Pinardi	EC	RM2	25.381	
MFSTEP	N. Pinardi	EC	RM2	144.151	
MERSEA-IP	N. Pinardi	EC	RM2	139.327	
OLIO	N. Pinardi	CNR	RM2	14.200	
SCOUT-03	E. Manzini	EC	RM2	28.044	
ENSEMBLES	S. Gualdi	EC	RM2	186.081	

EXPLORIS	A. Neri	UE	RM1, NA-OV		
----------	---------	----	------------	--	--





## Obiettivo Specifico: 4.1.

# Pericolosità e rischio sismico

### 1. Curatore/i:

Aybige Akinci, **Antonio Rovelli**, Francesca Pacor

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM1, MI, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Le attività di ricerca del 2004 hanno riguardato primariamente lo sviluppo dei sistemi osservativi, l'aggiornamento delle banche dati sismologici, lo studio delle sorgenti sismogenetiche e della propagazione delle onde sismiche nell'area italiana e mediterranea. Lo scuotimento del suolo durante il terremoto varia in funzione della magnitudo e della distanza epicentrale. Queste variazioni dipendono dallo spettro della radiazione emessa dalla sorgente sismica e dall'attenuazione delle onde elastiche nella crosta. E' proseguito lo studio delle leggi di attenuazione regionale, includendo la descrizione quantitativa della radiazione sismica alla sorgente e sviluppando la modellazione stocastica del moto del suolo durante i forti terremoti.

Nel 2004 i dati accelerometrici acquisiti durante le sequenze sismiche dell'Umbria Marche (1997-1998) e del Molise (2002-2003) sono stati elaborati al fine di determinare le leggi di attenuazione dei parametri di picco del moto sismico in funzione di magnitudo, distanza e condizioni locali; le leggi empiriche stimate in Umbria-Marche sono state utilizzate per validare i risultati degli scenari sismici. Inoltre, l'area dell'Appennino Centrale intorno a Città di Castello è stata oggetto di particolare attenzione in quanto area-test di un importante progetto finanziato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (GNDT). Per tale area è oggi disponibile un dataset di forme d'onda digitali relative alla sismicità di fondo.

Sono stati anche analizzati i dati digitali di una rete regionale in Abruzzo, gestita dal Servizio Sismico Nazionale.

Anche la regione del subcontinente indiano colpita dal terremoto di Bhuj è stata oggetto di studio.

Nel 2004 è stato inoltre affrontato il problema della accurata determinazione di spettri di rilascio di momento, sia per studi legati alla valutazione della pericolosità sia per il monitoraggio delle esplosioni nucleari. Indagini sulla pericolosità sismica in area urbana hanno riguardato centri che sono oggetto di specifici progetti di ricerca del MIUR e del GNDT (Roma, Napoli, Benevento, Vittorio Veneto) o sono studiati in dettaglio perché colpiti recentemente da eventi sismici (Palermo, San Giuliano di Puglia in Molise, Santa Venerina, nel versante orientale dell'Etna). Le attività di ricerca svolte in questo settore hanno riguardato gli effetti dei terremoti sotto molteplici aspetti, dalle indagini macrosismiche alle variazioni del moto del suolo sulla scala urbana fino alla valutazione del danno atteso in termini di edifici collassati e stime delle vittime. Su una scala più locale, l'applicazione di metodi sismici (profili a rifrazione, SASW) e geoelettrici, ha consentito di migliorare la conoscenza delle geometrie sepolte delle formazioni geologiche nel sottosuolo. L'impiego di array sismici a piccola apertura, con la registrazione sia di rumore ambientale che di eventi sismici, ha dato promettenti risultati sulle curve di dispersione e, conseguentemente, sul profilo della velocità delle onde di taglio nei terreni superficiali, parametro molto importante nell'applicazione della vigente normativa (ordinanza PCM n. 3274 del 20/3/2003). Diverse tecniche empiriche (inversione spettrale parametrica e non, rapporti spettrali a singola stazione; rapporti spettrali rispetto ad un sito di riferimento) sono state applicate e confrontate per analizzare le registrazioni sismiche provenienti da reti temporanee e fisse in Turchia Nord Occidentale, Molise e Umbria Marche. Per alcune postazioni, i risultati empirici sono stati validati da quelli calcolati attraverso modelli teorici mono e bi-dimensionali. Sulla scala regionale, scenari di scuotimento sono stati realizzati mediante diverse tecniche di simulazione numerica. Nell'approccio deterministico il moto atteso è stimato selezionando i terremoti che potrebbero verificarsi nella regione considerata e valutando i contributi della sorgente, della propagazione e della risposta locale. In questo ambito sono stati condotti studi per varie aree italiane, utilizzando tecniche stocastiche basate su modelli di sorgente sia puntiforme sia estesa. Per la regione Umbria-Marche le tecniche di simulazione sono state utilizzate insieme ai modelli spettrali disponibili simulando picchi di accelerazione e velocità a diverse magnitudo, distanze e condizioni locali. Il calcolo degli scenari di scuotimento è stato sviluppato principalmente all'interno dei progetti GNDT, applicando le tecniche di simulazione a faglia estesa. Gli scenari di scuotimento sismico sono stati validati nell'area di Colfiorito, generandoli sia con tecniche di simulazione ibride che combinano approcci deterministici con quelli stocastici sia con tecniche basate sul metodo Empirical Green's Functions (EGFS), che sfruttano la disponibilità di eventi di bassa magnitudo registrati nell'area. Scenari a scopo predittivo sono stati invece elaborati per Città di Castello (PG) e per la Val D'Agri. Particolare attenzione è stata dedicata alla simulazione degli scenari di scuotimento ottenuti variando i parametri cinematici che

descrivono il processo di rottura e all'analisi statistica degli andamenti del moto e della variabilità associata. Per la stima probabilistica della pericolosità sismica sono stati sperimentati approcci innovativi che utilizzano informazioni sismologiche, geologiche e geofisiche, con particolare attenzione alla definizione delle caratteristiche geometriche ed energetiche delle strutture sismogenetiche e a modelli non poissoniani di ricorrenza, che prevedono una dipendenza temporale tra gli eventi. Molti dei risultati di queste ricerche sono stati utilizzati nella fase di continuo aggiornamento dei documenti di rilevanza nazionale che quantificano la pericolosità sismica del territorio italiano. Le attività che riguardano quest'ultima tematica si interfacciano direttamente con le attività svolte sotto l'Obiettivo Specifico "4.2 Mappe di pericolosità sismica", a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

E' stata analizzata una ingente mole di dati strong-motion e weak-motion:

- 1) Dati accelerometrici della sequenza sismica Umbria-Marche (1997-1998) raccolti dal SSN.
- 2) Dati accelerometrici e sismometrici della sequenza sismica del Molise (2002-2003) raccolti dal SSN e dall'INGV.
- 3) Dati sismometrici della rete temporanea German Task Force e della rete fissa SABO-GFZ (Germania) relativi agli aftershocks del terremoto di Izmit (Turchia) 1999.
- 4) Dati sismometrici registrati dall'Università di Memphis (USA) nel subcontinente Indiano (terremoto di Bhuj del 2001).
- 5) Dati sismometrici della Rete Sismica Abruzzese del Servizio Sismico Nazionale (SSN), per il periodo 1992-2002.
- 6) Dati sismometrici della Sicilia Orientale (INGV), delle Alpi Orientali (INOGS) e Occidentali (Università di Genova).
- 7) Dati sismometrici delle reti temporanee installate nel 2003 nei comuni di Bonefro, Colletorto, S. Giuliano di Puglia e Santa Croce (Molise).
- 8) Dati sismometrici registrati da stazioni temporanee installate nelle aree urbane di Catania, Palermo, Napoli, Benevento, S. Venerina.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Le metodologie d'analisi maggiormente utilizzate sono:

- Tecniche di modellazione numerica alle differenze e agli elementi finiti;
- tecniche di inversione generalizzata nel dominio spettrale;
- tecniche di regressione per data set sbilanciati;
- tecniche di simulazione ibride – DSM;
- tecniche di simulazione stocastiche PSSM e FINSIM;
- tecniche di prospezione geofisica (sismica e geo-elettrica);
- tecniche di analisi spettrale di onde superficiali (SASW);
- tecniche di inversione di leggi di dispersione mediante array sismici.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Dati sismometrici registrati da stazioni temporanee installate nelle aree urbane di Catania e S. Venerina, Napoli, Benevento.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Di recente, in campo sismologico, sono molto accesi i dibattiti su due aspetti che riguardano la propagazione delle onde e la fisica della sismogenesi.

Il primo dibattito riguarda l'utilizzo di dati weak-motion per la quantificazione delle leggi di scala a distanze regionali (eccitazione delle onde sismiche e loro attenuazione durante i percorsi crostali), e l'estrapolazione dei risultati alle magnitudo maggiori.

Il secondo tema di discussione riguarda in primo luogo la quantificazione dell'energia radiata e quindi le variazioni delle caratteristiche di quest'ultima in funzione della magnitudo.

Una quantità di grande importanza è quindi l'energia radiata normalizzata al momento sismico e numerosi modelli tentano di spiegare l'incremento di energia normalizzata all'aumentare della magnitudo (lubrificazione elastodinamica delle faglie, pressurizzazione termica dei fluidi sui piani di rottura, etc.).

Le ricerche svolte nell'anno 2004 danno un contributo significativo su queste problematiche.

Inoltre, gli studi e le analisi intrapresi nell'ambito dell'Obiettivo specifico 4.1 hanno evidenziato alcuni elementi che sono necessari per ottenere stime credibili del moto atteso:

- 1) In area epicentrale, gli effetti di faglia finita devono essere inclusi anche nel caso di eventi di moderata intensità;

- 2) Le risposte locali modificano in modo significativo il moto del suolo; nel caso di geomorfologie complesse (bacini alluvionale e topografie) possono verificarsi amplificazioni di oltre un fattore 10 in bande di frequenze variabili;
- 3) Nel calcolo delle leggi d'attenuazione, la classificazione dei siti sulla base dei primi 30 metri di velocità delle onde S non è sempre sufficientemente accurata;
- 4) Le leggi d'attenuazione devono essere regionalizzate al fine di descrivere correttamente la dipendenza dei parametri del moto dai termini di sorgente e distanza e dalla discontinuità crosta-mantello.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(26) Azzaro, R., M.S. Barbano, R. Camassi, S. D'Amico, A. Mostaccio, G. Piangiamore and L. Scarfi (2004). The earthquake of 6 September 2002 and the seismic history of Palermo (Northern Sicily, Italy): implications for the seismic hazard assessment of the city, *J. Seismol.*, 8, 4, 525-543.

(42) Bindi, D., R.R. Castro, G. Franceschina, L. Luzi and F. Pacor (2004). The 1997-1998 Umbria-Marche sequence (central Italy): source, path, and site effects estimated from strong motion data recorded in the epicentral area, *J. Geophys. Res.*, 109, B4, B04312.

(78) Castro, R.R., F. Pacor, D. Bindi, G. Franceschina and L. Luzi (2004). Site response of strong motion stations in the Umbria, Central Italy, region, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 576-590.

(93) Convertito, V. and A. Herrero (2004). Influence of focal mechanism in probabilistic seismic hazard analysis, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 6, 2124-2136.

(116) De Rubeis, V., P. Tosi, C. Gasparini and A. Solipaca. Application of kriging technique to seismic intensity data, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).

(197) Julia, J., R.B. Herrmann, J.C. Ammon and A. Akinci (2004). Evaluation of deep sediment structure in the New Madrid Seismic Zone, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 334-340.

(214) Malagnini, L., K. Mayeda, A. Akinci and P.L. Bragato (2004). Estimating absolute site effects, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 4, 1343-1352.

(246) Morasca, P., K. Mayeda, L. Malagnini and W.R. Walter. Coda-derived source spectra, moment magnitudes and energy-moment scaling in the Western Alps, *Geophys. J. Int.* (accepted).

(267) Pacor, F., G. Cultrera, A. Mendez and M. Cocco. Finite fault modeling of strong ground motions using a hybrid deterministic-stochastic approach, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).

(276) Parolai, S. and D. Bindi (2004). Influence of soil-layer properties on k evaluation, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 349-356.

(277) Parolai, S., D. Bindi, M. Baumbach, H. Grosser, C. Milkereit, S. Karakisa and S. Zünbül (2004). Comparison of different site response estimation techniques using aftershocks of the 1999 Izmit earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 3, 1096-1108.

(309) Rotondi, R. and G. Zonno. Bayesian analysis of a probability distribution for the regional intensity attenuation, *Ann. Geophys.* (accepted).

(310) Rovelli, A., A. Vuan, G. Mele, E. Priolo and E. Boschi (2004). Rarely observed short-period (5–10 s) suboceanic Rayleigh waves propagating across the Tyrrhenian Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 22, L22605.

(328) Scognamiglio, L., L. Malagnini and A. Akinci. Ground motion scaling in Eastern Sicily, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).

(360) Tosi, P., V. De Rubeis, V. Loreto and L. Pietronero. Space-time combined correlation integral and earthquake interactions, *Ann. Geophys.* (accepted).

(405) Azzaro, R. (2004). Seismicity and Active Tectonics in the Etna Region: Constraints for a Seismotectonic Model. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 205-220.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Augliera, P., M. Dolce, G. Franceschina, M. Frapiccini, M.R. Gallipoli, P. Harabaglia, L. Luzi, A. Masi, S. Marzorati, M. Mucciarelli, F. Pacor and L. Samela (2004). Site amplification in the epicentral area of the 31/10/2002 earthquake (Molise, Italy): comparison between damage data, microtremors, weak and strong motions. Proc. 13th World Conf. on Earthquake Engineering, Vancouver (Canada), 1-6 August 2004, CD-ROM, paper 725 (14 pp.). (MI)

Bindi, D., R.R. Castro, G. Franceschina, L. Luzi, S. Marzorati and F. Pacor (2004). Source, path and site effects in the epicentral area of the 1997-98 Umbria Marche sequence (Central Italy). Proc. 13th World Conf. on Earthquake Engineering, Vancouver (Canada), 1-6 August 2004, CD-ROM, paper 101 (15 pp.). (MI)

Luzi, L., F. Pacor, D. Bindi, G. Franceschina, R.R. Castro e A. Emolo (2004). Classificazione dei siti accelerometrici dell'Umbria Marche sulla base della risposta sismica locale e confronto con le proposte dell'Eurocodice 8. *Atti dell'XI Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Genova, 25-29 gennaio 2004, CD-ROM, 9 pp. (MI)

Pessina, V. (2004). Il danneggiamento degli edifici in cemento armato durante il terremoto Umbria-Marche 1997 e la stima di danno a larga scala. *Atti dell'XI Convegno Nazionale ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Genova, 25-29 gennaio 2004, CD-ROM, 9 pp. (MI)

Cultrera, G., R. Azzara, F. Cara, R. d'Anna, G. Di Giulio, M. S. Giammarinaro, G. Passafiume, A. Rovelli and P. Vallone (2004). Microtremor Measurements in Palermo, Italy: a comparison with macroseismic intensity and earthquake ground motion. *Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, August 2004*, Paper # 915. (RM1)

Theodulidis, N., G. Cultrera, A. Tento, D. Faeh, K. Atakan, P.-Y. Bard, A. Panou and the SESAME-Team (2004). Empirical evaluation of the horizontal-to-vertical spectral ratio technique: results from the SESAME project. *Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, August 2004*, Paper # 2323. (RM1)

Pacor, F., G. Cultrera, G. Franceschina (2004). Modeling of finite fault effects on high frequency shaking scenarios: application to the 26 September 1997 (Mw 6.0), Colfiorito earthquake (Central Italy). XXIX General Assembly ESC, September 12-17, 2004 Potsdam, Germany. (RM1)

Atakan, K., P.-Y. Bard, F. Cara, J.-L. Chatelain, G. Cultrera, A.M. Duval, B. Guillier, F. Kind, B. Moreno, P. Roquette, A. Tento, P. Teves-Costa (2004). J-SESAME: a dedicated software for H/V spectral ratios. *Proceedings of the XXIX Assembly of the European Seismological Commission, Potsdam, September 12-17, 2004*. (RM1)

Milana, G., A. Rovelli, G. Coco, M. Corao, P. Marsan (2004). Breakdown of similarity for highly damaging earthquakes in the Mt Etna area, Italy, *Proceedings of the XXIX Assembly of the European Seismological Commission, Potsdam, September 12-17, 2004*. (RM1)

Cornou, C., G. Di Giulio, M. Ohrnberger, J. Kristek, M. Wathelet (2004). Simulated vs. observed seismic ambient noise in the Colfiorito basin: site effects estimation and noise wavefield characteristics, *Proceedings of the XXIX Assembly of the European Seismological Commission, Potsdam, September 12-17, 2004*. (RM1)

Caserta, A., B. Firmani, V. Ruggiero, P. Lanucara, M.P. Busico (2004). Finite elements method: a new approach for parallel computing, *Proceedings of the XXIX Assembly of the European Seismological Commission, Potsdam, September 12-17, 2004*. (RM1)

Cara, F., G. Cultrera, G. Di Giulio, A. Rovelli (2004). L'uso del rumore ambientale nelle indagini di microzonazione: verso una migliore definizione degli aspetti teorici e applicativi. 23° Convegno Nazionale GNGTS, Roma, 14-16 dicembre 2004. (RM1)

Azzara, R.M., F. Cara, G. Cultrera, G. Di Giulio (2004). Manuale d'uso dei programmi per lo scaricamento e l'analisi semi-automatica dei dati registrati da stazioni sismiche per lo studio degli effetti di sito. Rapporti Tecnici INGV n.25. (RM1)

Luzi, L. and G. Cultrera (2004). Struttura di un data base per la gestione delle registrazioni di una rete di stazioni sismiche. Rapporti Tecnici INGV n. 24. (RM1)

Gorini, A., S. Marcucci, P. Marsan, G. Milana (2004). Valutazione del moto a San Giuliano di Puglia per l'evento del 31 ottobre 2002, 23° Convegno Nazionale GNGTS, Roma, 14-16 dicembre 2004. (RM1)

Rovelli, A., G. Calderoni, G. Valensise, G. Milana (2004). Evidence for low stress drop during the October-November 2002 earthquakes in Molise, central-southern Italy, 23° Convegno Nazionale GNGTS, Roma, 14-16 dicembre 2004. (RM1)

Cara, F. and A. Rovelli (2004). Peculiar polarization of ground motion in the damaged zone of San Giuliano di Puglia, 23° Convegno Nazionale GNGTS, Roma, 14-16 dicembre 2004. (RM1)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Diagnostica e salvaguardia dei manufatti architettonici con particolare riferimento agli effetti derivanti da eventi sismici ed altre calamità naturali	A. Rovelli	MIUR (progetti strategici)	RM1		
Propagazione crostale e leggi di scala	L. Malagnini	MIUR (FIRB)	RM1		
Seismic sources and wave propagation in western India	L. Malagnini	DOE-USA	RM1		
LESSLOSS – A European Integrated Project on Risk Mitigation for Earthquakes and Landslides	M. Cocco	UE	RM1, MI		
SESAME – Site effects assessment using ambient excitations	A. Rovelli	UE	RM1		
TRAIANO – Progetto per la stima e la riduzione della vulnerabilità in area urbana	A. Rovelli	GNDT	RM1		
Terremoti probabili in Italia tra l'anno 2000 e il 2030: elementi per la definizione di priorità degli interventi di riduzione del rischio sismico	A. Amato	GNDT	CNT, RM1, MI		
Sviluppo e confronto di metodologie per la valutazione della pericolosità sismica in aree sismogenetiche: applicazione all'Appennino Centrale e Meridionale	M. Cocco	GNDT	RM1, MI		



## Obiettivo Specifico: 4.2.

# Mappe di pericolosità sismica

### 1. Curatore/i:

Massimo Cocco e Massimiliano Stucchi

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, RM2, MI

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### 3.1. Mappa di pericolosità sismica di riferimento

L'attività principale di questo settore è rappresentata dalla redazione della "Mappa di pericolosità sismica di riferimento" prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003, n. 3274, All.1. che INGV, raccogliendo l'auspicio della Commissione Grandi Rischi del DPC, ha promosso nel luglio 2003 coinvolgendo nella sua redazione esperti del mondo scientifico oltre che propri ricercatori. Una prima versione era stata consegnata nel novembre 2003; è stata poi valutata da un gruppo di esperti di area europea, adeguata alle loro richieste e consegnata a DPC nell'aprile 2004. Questa ricerca è stata intrapresa con l'obiettivo principale di fornire in tempi rapidi una mappa pienamente rispondente ai criteri dell'Ordinanza, con particolare riferimento all'impiego di dati aggiornati (All.1,2c) e alla evidenziazione delle fasce di tolleranza (All.1,2d) da mettere a disposizione delle Regioni per le rispettive deliberazioni. Secondo i criteri fissati dall'Ordinanza, la mappa è stata redatta in termini di accelerazione massima (amax) del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. I valori di amax sono riferiti a siti su roccia o suolo molto rigido (categoria A, con  $V_s > 800$  m/s, secondo la classificazione introdotta nella stessa Ordinanza). Questa ricerca ha utilizzato e elaborato un gran numero di dati e conoscenze prodotti di recente che vengono descritti in dettaglio al punto 4. La mappa definitiva è stata ottenuta come mediana (50mo percentile) di 16 mappe corrispondenti ad altrettanti rami di un albero logico, calcolate per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Ciascun ramo, cui viene attribuito un peso, esplora alternative riguardanti:

- i) le modalità di valutazione della completezza del catalogo;
- ii) le modalità di determinazione dei tassi di sismicità;
- iii) le relazioni di attenuazione del moto del suolo.

La mappa è corredata da misure dell'incertezza espresse in termini di valori del 16mo e dell'84mo percentile relativi al campione delle 16 mappe.

#### 3.2. Introduzione degli effetti di sito nella mappa di pericolosità sismica a scala nazionale

Nell'ambito del progetto GNDT "Terremoti probabili..." gli effetti di sito sono stati introdotti – a titolo sperimentale - in una mappa di pericolosità sismica a scala nazionale antecedente quella descritta al punto 3.1:

- i) considerando le linee guida della normativa europea (EC8, draft 2002);
- ii) classificando il territorio nazionale in 3 classi di sito dell'EC8 (roccia, classe A; suolo rigido, classe B; suolo soffice, classe C), sulla base della mappa geologica alla scala 1:500.000 redatta dal Servizio Geologico Nazionale.

Sono stati ottenuti i seguenti prodotti:

- i) mappa delle amax modificate;
- ii) mappe delle ordinate spettrali a vari periodi;
- iii) mappa delle intensità di Housner;

iv) mappa dei fattori di amplificazione.

Inoltre è stato compilato un data base delle litologie maggiormente ricorrenti nei territori comunali utilizzando schede, messe a punto da INGV, compilate dagli uffici tecnici comunali. I risultati ottenuti sono stati validati mediante lo studio delle anomalie dell'intensità macrosismica per forti terremoti verificatisi nel passato. Questo studio ha dimostrato l'esistenza di un incremento dell'intensità macrosismica, statisticamente significante, in relazione alle classi di suolo B e C.

### 3.3. Valutazione della pericolosità con metodi a sismicità diffusa

L'approccio utilizzato (Frankel, 1995) – descritto con maggior dettaglio al punto 4.2, è diverso da quello di Slejko et al. (1998), Romeo et al. (2000) e da quello descritto al punto 3.1, usati negli ultimi anni in Italia, in quanto non vengono considerate le zone sismogenetiche. Una applicazione di questo metodo è stata sviluppata nell'ambito del progetto di cui al punto 3.1 ed è servita per confronto con i risultati ottenuti per via tradizionale.

### 3.4. Valutazione della pericolosità sismica con metodi "time-dependent"

Nell'ambito di un progetto GNDT sono state realizzate mappe di pericolosità sismica a scala nazionale nell'ipotesi time-dependent. La dipendenza dal tempo è stata associata alle sorgenti sismiche individuali usando la formulazione della distribuzione Brownian Passage Time (BPT), uno dei modelli più interessanti apparsi nella letteratura recente. La dipendenza dal tempo modifica la pericolosità sismica ottenuta con metodi basati su modelli stazionari, evidenziando aree dove il tempo trascorso dall'ultimo evento è confrontabile con il tempo medio di rilascio della sorgente. Queste mappe possono costituire uno strumento utile per definire priorità di adeguamento sismico a scala nazionale.

### 3.5. Valutazione della probabilità di occorrenza di terremoti

Questa tematica, a carattere emergente, riguarda la possibilità di effettuare previsioni a medio termine della distribuzione della probabilità di occorrenza di terremoti forti. Oltre il citato progetto GNDT "terremoti probabili", i cui risultati principali sono confluiti nel punto precedente, altri ricercatori hanno sperimentato metodi che utilizzano una combinazione di dati geologici e di valutazioni statistiche. In particolare, Cinti et al., 2004 hanno analizzato la distribuzione temporale degli eventi con  $M \geq 5.5$  avvenuti negli ultimi 400 anni, utilizzando sia una griglia regolare che una "regionalizzazione" della penisola basata sui diversi regimi tettonici e caratteristiche sismologiche. I risultati hanno permesso di stimare l'andamento spazio-temporale delle probabilità di evento nei prossimi decenni, e di suggerire che i terremoti avvengono nelle zone sismogenetiche in cluster temporali della durata di alcuni anni, per poi seguire una distribuzione di Poisson.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

### **4.2 Metodologie d'indagine**

Per la realizzazione della mappa di cui al punto 3.1 si è convenuto di adottare metodi consolidati, in gran parte analoghi a quelli utilizzati per la redazione della mappa del 1998 (Gruppo di Lavoro, 1999), scelta come base per la fase di prima applicazione, in modo da apportare al quadro in vigore le variazioni indotte prevalentemente dal notevole aggiornamento delle conoscenze sismologiche (sismicità; potenziale sismogenetico; modalità di propagazione dell'energia, ecc.), piuttosto che dall'adozione di metodologie di calcolo diverse. L'approccio usato per le mappe di cui al punto 3.3, invece, usa direttamente la sismicità come sorgente puntiforme in una zona infinitamente piccola. Quindi, la sismicità diffusa viene calcolata contando i numeri di terremoti aventi  $M_w > 4.8$  nella  $i$ -esima cella spaziale di una griglia predefinita regolare di spaziatura 0.1 gradi in latitudine e 0.1 gradi in longitudine (circa  $10 \times 10$  km<sup>2</sup>). Questo procedimento fornisce una stima di maximum likelihood di 10a per tutte le celle della griglia. Uno smoothing spaziale gaussiano con distanza di correlazione  $c=25$  km (Murru e Console, 2001) è stato operato per la cella  $i$ -esima. L'approccio usato per le mappe di cui al punto 3.5 utilizza una griglia regolare di punti e una regionalizzazione basata su tettonica e sismicità ed è motivato dal fatto che non esiste a tutt'oggi una definizione spazialmente completa delle potenziali sorgenti sismogenetiche. E' evidente che la definizione di tali sorgenti potrebbe, in linea di principio, permettere una stima migliore della distribuzione spaziale degli eventi e forse una migliore caratterizzazione delle magnitudo attese. In questa fase, l'utilizzo di griglie e zonazioni implica che le leggi temporali trovate caratterizzano una popolazione di sorgenti e non possono essere estrapolate alla singola faglia.



### 4.3 Dati acquisiti

La ricerca per la redazione della mappa di pericolosità sismica di riferimento di cui al punto 3.1 ha utilizzato e elaborato un gran numero di dati e conoscenze prodotti di recente e in particolare:

- i) una nuova zonazione sismogenetica, ZS9, corredata, per ogni ZS, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità, determinati nella prospettiva di utilizzo di alcune relazioni di attenuazione;
- ii) una versione aggiornata del catalogo CPT1, detta CPT104, che contiene la determinazione di valori di Mw e ML per tutti gli eventi, la ricompilazione ex-novo della porzione 1981-1992 e la sua estensione al 2002;
- iii) l'aggiornamento delle relazioni di attenuazione di amax definite a scala nazionale e europea, utilizzando:
  - a) distanze epicentrali calcolate in modo appropriato;
  - b) le modifiche per i meccanismi focali prevalenti introdotte da Bommer et al. (2003);
- iv) tre relazioni di attenuazione regionali, valide per tre macrozone, determinate a partire da leggi di scala ricavate da dati strong- e weak-motion;
- v) una relazione utilizzabile per le zone vulcaniche determinata con approccio analogo alle precedenti;
- vi) due insiemi di intervalli di completezza dei dati di CPT04, determinati con approcci storici e statistici.

### 4.4 Avanzamenti scientifici

E' opportuno precisare che in questa scheda vengono rendicontate ricerche che percorrono l'intera catena di operazioni per giungere alla valutazione della distribuzione areale di uno o più parametri di pericolosità a varie scale, e quindi alla redazione di mappe a scala nazionale o multiregionale. Le ricerche relative al miglioramento dei singoli elementi di ingresso per i calcoli di pericolosità e quelle rivolte alla definizione di scenari di scuotimento, alla valutazione della pericolosità al sito o a scala urbana e alla valutazione agli effetti di sito sono rendicontate all'obiettivo 4.1. Nel rendiconto stesso sono presenti attività di carattere molto diverso. Per quel che riguarda la mappa di cui al punto 3.1, il suo valore principale consiste nell'essere redatta nei termini richiesti per poter essere utilizzata, nell'essere stata resa disponibile entro gli stretti termini richiesti e nel rappresentare un documento giudicato positivamente da un board di revisori. Occorre peraltro tenere presente che per la prima volta in Italia un elaborato destinato alla applicazione della normativa sismica viene sottoposto a formale referaggio internazionale. Va poi osservato che per la prima volta INGV ha condotto in prima persona sia pure con la valida collaborazione di altri esperti italiani, la redazione di una mappa di questo tipo. Questo fatto ha evitato la tradizionale separazione fra ambienti che producono dati e ambienti che li elaborano, consentendo – evento non abituale - una piena valorizzazione di tutti gli elementi di novità (dati e metodologie) disponibili nel momento della redazione della mappa. Le mappe descritte ai punti 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 hanno invece carattere sperimentale e esplorano – in modo promettente - filoni di ricerca in parte del tutto originali, in parte mutuati da esperienze di altri paesi, ma con l'apporto di dati e idee originali anch'essi. E' bene osservare che il numero di persone che si occupano di questi settori è molto basso, a fronte della rilevanza dei settori stessi. La qualità dei risultati ottenuti non deve trarre in inganno e far ritenere il settore stesso ben coperto; soprattutto il caso della mappa di cui al punto 3.1 rappresenta un evento eccezionale, conseguito per merito del contributo volontario e responsabile di un piccolo gruppo di ricercatori interessato a produrre un elaborato direttamente utilizzabile per aumentare la sicurezza dei cittadini.

### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(88) Cinti, F.R., L. Faenza, W. Marzocchi and P. Montone (2004). Probability map of the next  $M \geq 5.5$  earthquakes in Italy, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 11, Q11003.

(93) Convertito, V. and A. Herrero (2004). Influence of focal mechanism in probabilistic seismic hazard analysis, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 6, 2124-2136.

### 5.2 Altre Pubblicazioni

Gruppo di Lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 3274, All. 1. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile. INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>. (MI)

Meletti, C., R. Camassi, M. Stucchi e G. Valensise (2004). Definizione dello stato delle conoscenze in materia di pericolosità sismica del territorio regionale, con approfondimento su elementi e aree particolari. Rapporto finale. Rapporto Tecnico INGV-MI per la Regione Toscana, Milano, maggio 2004, 74 pp. (MI)

Akinci A., Mueller C., Malagnini L., Lombardi A.M. (2004). Seismic hazard estimate in the Alps and Apennines (Italy), using smoothed historical seismicity and regionalized predictive ground-motion relationships. Boll. Geof. Teor. Appl, 45, 4, 285-304. (RM1)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Redazione della mappa di pericolosità sismica di riferimento ai sensi dell'Ordinanza PCM 3274	M. Stucchi	INGV	MI, RM1, RM2, CNT	15.000	
Definizione dello stato delle conoscenze in materia di pericolosità sismica del territorio regionale, con approfondimento su elementi e aree particolari	C. Meletti	Regione Toscana	MI, RM1	25.000	

### **Obiettivo Specifico: 4.3.**

## **Modellazione fisico-matematica dei processi vulcanici per la valutazione della pericolosità**

### **1. Curatore/i:**

Augusto Neri

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM1, NA-OV, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

“Pericolosità e rischio vulcanico” rappresenta uno degli obiettivi specifici dell’Obiettivo Generale n. 4, “Comprendere e affrontare i rischi naturali”, del PT 2004-2006. Numerose ricerche svolte dall’Istituto contribuiscono, a vari livelli e con rapporti più o meno diretti, alla valutazione della pericolosità e del rischio vulcanico. La stima della pericolosità vulcanica si basa infatti sull’integrazione di conoscenze derivanti da metodologie osservative - ossia mirate alla ricostruzione della storia eruttiva di un vulcano e alla conoscenza dei parametri fisico-chimici che ne definiscono lo stato - e da modelli fisico-matematici e statistici in grado di descrivere la dinamica dei processi pre-, sin-, e post-eruttivi potenzialmente pericolosi nonché la loro probabilità di accadimento. La stima del rischio deriva poi dall’integrazione della pericolosità con analisi di vulnerabilità e di esposizione ai fenomeni pericolosi. Particolare rilevanza per la stima della pericolosità rivestono i modelli in grado di fornire stime quantitative dell’evoluzione, zonazione ed impatto dei fenomeni pericolosi. In conseguenza di ciò, è stato istituito, nell’ambito del PT 2005-2007, un Tema Trasversale di Coordinamento (TTC 14) dedicato alla “Modellistica fisico-matematica dei processi vulcanici per la valutazione della pericolosità”. Per quanto riguarda la ricostruzione della storia eruttiva dei vulcani, nel corso del 2004, numerosi studi di terreno e di laboratorio sono stati completati, o sono in corso di completamento. Questi studi hanno permesso la compilazione e l’analisi di più completi record eruttivi dei principali vulcani Italiani quali i Campi Flegrei, l’Etna, il Vesuvio e lo Stromboli. In alcuni casi, come ai Campi Flegrei, questo tipo di studi ha permesso la definizione delle aree a maggior probabilità di apertura delle bocche eruttive nonché la produzione di mappe di pericolosità basate sulla dispersione dei prodotti eruttivi. Analogamente per l’Etna è stato pubblicato un database delle tipologie eruttive occorse negli ultimi 400 e 3200 anni in cui la frequenza e localizzazione degli eventi viene analizzata. Studi di terreno sono in corso anche al Vesuvio e allo Stromboli con l’obiettivo di meglio definire le caratteristiche dei possibili eventi pericolosi. Infine è stata realizzata anche una ricostruzione degli episodi di tsunami avvenuti nelle Isole Eolie. Notevoli progressi sono stati anche realizzati nella raccolta e interpretazione dei dati provenienti dalle reti osservative, in particolare per quanto riguarda l’identificazione di possibili segnali precursori. Tali studi si sono prevalentemente concentrati su vulcani a “condotto aperto” come lo Stromboli e l’Etna dove sono stati pubblicati diversi lavori relativi a diverse tecniche osservative. In particolare, l’analisi di serie temporali di segnali geochimici, geodetici, geomagnetici e sismici ha permesso l’identificazione di segnali pre- e sin-eruttivi in grado di fornire utili indicazioni sulla dinamica di riattivazione del sistema vulcanico. L’estensione di questi studi a vulcani esplosivi a condotto chiuso come il Vesuvio e i Campi Flegrei è tuttora in corso e prevede la realizzazione di analisi multivariate dei fenomeni pre-eruttivi osservati anche ad altri vulcani esplosivi. Nel corso del 2004, sono inoltre proseguite le ricerche mirate all’applicazione di modelli fisico-matematici (vedi sezione di “Fisica del vulcanismo”) alla stima della pericolosità. Per quanto riguarda i processi pre-eruttivi, sono state completate alcune ricerche di tomografia in grado di fornire indicazioni utili sull’eventuale presenza di magma, così come una ricerca sulle interazioni tra grandi eventi tettonici ed eruzioni vulcaniche. Sono state inoltre completate alcune ricerche sulla dinamica delle deformazioni associate alla risalita del magma in dicchi e condotti (con particolare applicazione all’Etna) nonché del trasporto di fluidi in mezzi porosi (con particolare riferimento ai Campi Flegrei). Per quanto riguarda i fenomeni eruttivi, sostanziali sviluppi sono stati realizzati nella stima della pericolosità sia dei processi esplosivi che effusivi. Relativamente al processo di ricaduta dei piroclasti, è stato completato ed applicato al Vesuvio e ai Campi Flegrei un modello 2D basato sull’equazione di avvezione-diffusione e in grado di produrre mappe probabilistiche di ricaduta. E’ stato inoltre pubblicato uno studio di pericolosità basato su un modello 1D di flusso piroclastico applicato ai Campi Flegrei mentre è in fase di completamento un’analisi 2D e transiente dello stesso fenomeno. Il problema della dispersione delle ceneri e dei gas all’Etna è stato inoltre affrontato con l’obiettivo di sviluppare modelli di dispersione della nube di varia tipologia e in grado di accoppiarsi con dati meteorologici. Relativamente ai processi effusivi sono stati realizzati diversi modelli di messa in posto ed invasione delle colate di lava basati su approcci complementari quali gli Automi Cellulari, le equazioni Shallow-Water, e la tecnica Montecarlo. Alcuni di questi modelli sono stati anche applicati con successo durante le recenti

eruzioni dell'Etna e del vulcano Nyiragongo (RDC). Studi sulla pericolosità e rischio associato alla formazione di colate di fango sono stati anche realizzati con particolare applicazione all'area di Sarno e al vulcano Cotopaxi (Ecuador). Parallelamente, alcune ricerche sulla vulnerabilità delle strutture all'impatto di flussi piroclastici, colate di fango e tsunami sono stati completati permettendo di realizzare significativi progressi nella stima del rischio vulcanico. Infine, è stato completato un primo importante studio sull'applicazione di tecniche di analisi Bayesiana alla stima della pericolosità vulcanica al Vesuvio. Lo studio ha permesso, tramite lo sviluppo di un albero degli eventi, di rappresentare in termini quantitativi le probabilità di accadimento di un determinato evento eruttivo.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

L'utilizzo dei sistemi di monitoraggio e la conseguente analisi dei dati acquisiti rappresentano due passi fondamentali per la caratterizzazione della dinamica del sistema vulcanico e, possibilmente, per la stima della sua pericolosità in termini quantitativi. Basti pensare all'importanza che la definizione dei livelli di background dei vari segnali rilevati ha per la definizione dei livelli di allerta. La descrizione dei sistemi di monitoraggio impiegati nonché delle tecniche specifiche di acquisizione e analisi dati adottate è rimandata alla descrizione dei relativi obiettivi specifici del Piano Triennale.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Come descritto brevemente nella sezione degli obiettivi raggiunti, le ricerche di pericolosità e rischio vulcanico, realizzate nel corso del 2004 su numerosi vulcani Italiani ed esteri, derivano dall'integrazione di diverse metodologie d'indagine di carattere sia sperimentale che teorico. Da un lato infatti, le metodologie osservative, quali le indagini di terreno, di laboratorio e le attività di monitoraggio, permettono di caratterizzare le fenomenologie attese, gli scenari attesi nonché l'attuale stato del sistema. Dall'altro, le ricerche teoriche permettono di descrivere l'evoluzione della dinamica, nel tempo e nello spazio, dei fenomeni pericolosi sulla base delle fondamentali equazioni della fisica e l'utilizzo dei dati sperimentali disponibili per la descrizione delle condizioni iniziali e al contorno e delle equazioni costitutive. Di particolare interesse, ai fini della stima quantitativa della pericolosità, sono quindi i modelli dinamici in grado di descrivere le azioni che un determinato fenomeno, caratterizzato da specifici parametri, è in grado di esercitare sull'ambiente circostante ed in particolare sulle strutture ed esseri umani eventualmente coinvolti. Infine è importante sottolineare come la natura intrinsecamente caotica e non-lineare dei processi vulcanici, associata alla non accessibilità diretta di gran parte del sistema in studio, richieda l'utilizzo di tecniche e modelli in grado di descrivere le incertezze in gioco e quindi di rappresentare gli scenari attesi in termini probabilistici.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Oltre ai dati sismologici, geodetici, geochimici, geomagnetici, ecc., acquisiti tramite i sistemi di monitoraggio, particolare rilevanza hanno avuto nel corso del 2004 gli studi di terreno e sperimentali dedicati alla caratterizzazione della storia eruttiva dei vulcani e alla definizione delle equazioni costitutive delle miscele magmatiche (e.g. proprietà reologiche, proprietà termodinamiche, ecc). Nello specifico, nel corso del 2004, sostanziali progressi sono stati realizzati nel miglioramento del record eruttivo sia dei principali vulcani Campani (Vesuvio e Campi Flegrei) che Siciliani (Etna e Stromboli). Analogamente, nuove correlazioni per la viscosità dei magmi, la solubilità dei volatili, ed altre proprietà di trasporto delle miscele magmatiche multifase sono state determinate sperimentalmente su ampi intervalli PTX di interesse. Anche in questo caso la descrizione dettagliata della tipologia dei dati è rimandata alla descrizione dei rispettivi obiettivi specifici.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Per quanto riguarda i processi pre-eruttivi, sostanziali progressi sono stati realizzati nella descrizione quantitativa dei processi sismici, geodetici, geochimici e geomagnetici associati alla risalita del magma nei condotti vulcanici e all'apertura di nuove bocche eruttive. In particolare, l'analisi statistica delle serie temporali dei principali segnali registrati all'Etna e a Stromboli ha permesso di individuare possibili segnali precursori delle diverse fenomenologie eruttive attese. Analogamente analisi teoriche in tempo reale dei segnali associati all'attività esplosiva di Stromboli hanno permesso di meglio caratterizzare la sorgente delle esplosioni. Per quanto riguarda i processi eruttivi, mappe di probabilità di apertura bocche nonché di distribuzione dei prodotti di caduta e di flusso piroclastico sono state realizzate ai Campi Flegrei sulla base della ricostruzione di dettaglio della attività eruttiva. Il record dell'attività storica è stato inoltre sostanzialmente migliorato per l'Etna, lo Stromboli e il Vesuvio. Parallelamente, sono stati ulteriormente sviluppati modelli fisico-matematici in grado di descrivere i processi di ricaduta delle ceneri, di collasso della colonna vulcanica, di messa in posto di flussi piroclastici, di dispersione di gas, e di scorrimento delle colate di fango. Diversi modelli di invasione da colata lavica sono inoltre stati sviluppati e applicati con successo all'Etna e al vulcano Nyiragongo. Lo sviluppo di un primo albero degli eventi per il Vesuvio combinato con l'utilizzo di tecniche Bayesiane ha permesso inoltre di quantificare, in termini probabilistici, gli scenari futuri a questo vulcano. Infine, numerosi studi di vulnerabilità ed impatto da flussi piroclastici, flussi di fango e tsunami sono stati realizzati tramite l'analisi di recenti eventi eruttivi.

## 4.5 Avanzamenti tecnologici

Oltre agli avanzamenti tecnologici registrati nello sviluppo dei sistemi di monitoraggio e delle apparecchiature di laboratorio (pertinenti ad altri obiettivi specifici del Piano Triennale), la stima quantitativa della pericolosità ha richiesto lo sviluppo di nuovi e sempre più sofisticati codici di calcolo numerico in grado di descrivere la complessa dinamica dei fenomeni vulcanici. Modelli inversi e diretti, basati su varie tecniche numeriche quali le differenze/volumi finiti, gli elementi finiti, i metodi spettrali, ecc., sono stati sviluppati per processi pre-, sin- e post-eruttivi. In particolare, un significativo avanzamento tecnologico è stato richiesto per lo sviluppo di modelli in grado di descrivere le caratteristiche 3D, multifase e transienti dei fenomeni analizzati. Per questi casi è stato necessario lo sviluppo di codici di calcolo paralleli in grado di utilizzare la potenza di calcolo dei moderni supercomputer (nell'ordine di alcuni Tflops).

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(4) Aguilera, E., M.T. Pareschi, M. Rosi and G. Zanchetta (2004). Risk by lahars in the Northern valleys of Cotopaxi volcano (Ecuador), *Nat. Hazards*, 33, 2, 161-189.

(5) Aiuppa, A. and C. Federico (2004). Anomalous magmatic degassing prior to the 5th April 2003 paroxysm on Stromboli, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 14, L14607.

(34) Baxter, P., R. Boyd, P. Cole, A. Neri, R. Spence and G. Zuccaro. The impacts of pyroclastic surges on buildings at the eruption of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(35) Beauducel, F., G. De Natale, F. Obrizzo and F. Pingue (2004). 3-D modelling of Campi Flegrei ground deformations: role of caldera boundary discontinuities, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1329-1344.

(40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.

(41) Bianco, F., E. Del Pezzo, L. Malagnini, F. Di Luccio and A. Akinci. Separation of depth dependent intrinsic and scattering seismic attenuation in the Northeastern sector of the Italian peninsula, *Geophys. J. Int.* (accepted).

(47) Bonaccorso, A., S. D'Amico, M. Mattia and D. Patanè (2004). Intrusive mechanism at Mt Etna forerunning the July-August 2001 eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1469-1487.

(48) Bonforte, A., F. Guglielmino, M. Palano and G. Puglisi (2004). A syn-eruptive ground deformation episode measured by GPS, during the 2001 eruption on the upper southern flank of Mt. Etna, *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 366-341.

(51) Branca, S. and P. Del Carlo. Types of eruptions of Etna Volcano AD 1670-2003: implications for short-term eruptive behavior, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(66) Capasso, G., M.L. Carapezza, C. Federico, S. Inguaggiato and A. Rizzo. Geochemical variations in fluids from Stromboli volcano (Italy): early evidences of magma ascent during 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(71) Carapezza, M.L., S. Inguaggiato, L. Brusca and M. Longo (2004). Geochemical precursors of the activity of an open-conduit volcano: the Stromboli 2002-2003 eruptive events, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07620.

(96) Costa A. and G. Macedonio. Numerical simulation of lava flows based on depth-average equation. *Geophys. Res. Lett.* (accepted).

(97) Costa, A. and G. Macedonio. Computational modelling of lava flows: A review, *Ann. Geophys.* (accepted).

(98) Costa, A., G. Macedonio and G. Chiodini. Numerical model of gas dispersion emitted from volcanic sources. *Ann. Geophys.* (accepted).

(102) Currenti, G., C. Del Negro, L. Fortuna, R. Napoli and A. Vicari (2004). Non-linear analysis of geomagnetic time series from Etna volcano, *Nonlinear Process. Geophys.*, 11, 119-125.

(120) Del Negro, C., G. Currenti, R. Napoli and A. Vicari (2004). Volcanomagnetic changes accompanying the onset of the 2002-2003 eruption of Mt. Etna (Italy), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 229, 1-2, 1-14.

(121) Del Negro, C., L. Fortuna and A. Vicari. Modelling lava flows by Cellular Nonlinear Networks (CNN): preliminary results, *Nonlinear Process. Geophys.* (accepted).

- (124) Dellino, P., R. Isaia and M. Veneruso (2004). Turbulent boundary layer shear flows as an approximation of base surges at Campi Flegrei (Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 211-228.
- (145) Falsaperla, S., S. Alparone, S. D'Amico, G. Di Grazia, F. Ferrari, H. Langer, T. Sgroi and S. Spampinato. Volcanic tremor at Mt. Etna, Italy, preceding and accompanying the eruption of July-August, 2001, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (148) Favalli, M., F. Mazzarini, M.T. Pareschi and E. Boschi (2004). Role of local wind circulation in plume monitoring at Mt. Etna Volcano (Sicily): insight from a mesoscale numerical model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09105.
- (149) Favalli, M., M.T. Pareschi, A. Neri and I. Isola. Forecasting lava flow paths by a stochastic approach, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (183) Gurioli, L., M.T. Pareschi, E. Zanella, R. Lanza, E. Deluca and M. Bisson. Interaction of pyroclastic density currents with human settlements: evidence from Ancient Pompeii, *Geology* (accepted).
- (212) Macedonio, G., A. Costa and A. Longo. A computer model for volcanic ash fallout and assessment of subsequent hazard, *Comput. & Geosci.* (accepted).
- (215) Maramai, A., L. Graziani and S. Tinti. Tsunamis in the Aeolian Islands (Southern Italy): A Review, *Mar. Geol.* (accepted).
- (216) Maramai, A., L. Graziani, G. Alessio, P. Burrato, L. Colini, L. Cucci, R. Nappi, A. Nardi and G. Vilardo. Field-survey report of the 30 December 2002 Stromboli (southern Italy) tsunami in the near- and far-field, *Mar. Geol.* (accepted).
- (222) Marzocchi, W., L. Sandri, P. Gasparini, C. Newhall and E. Boschi (2004). Quantifying probabilities of volcanic events: the example of volcanic hazard at Mt. Vesuvius, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11201.
- (223) Marzocchi, W., L. Zaccarelli and E. Boschi (2004). Phenomenological evidence in favor of a remote seismic coupling for large volcanic eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04601.
- (253) Musumeci, C., O. Cocina, P. De Gori and D. Patanè (2004). Seismological evidence of stress induced by dike injection during the 2001 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07617.
- (262) Occhipinti, R., M. Elia, A. Bonaccorso and G. La Rosa (2004). Finite element analysis of ground deformation due to dike intrusion with applications at Mt. Etna volcano, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1541-1546.
- (264) Orsi, G., M.A. Di Vito and R. Isaia (2004). Volcanic hazard assessment at the restless Campi Flegrei caldera, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 514-530.
- (284) Pfeiffer, T., A. Costa and G. Macedonio. A model for the numerical simulation of tephra fall deposits, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (301) Quarenì, F., A. Piombo and M. Dragoni. The steady-state, laminar flow of a mud suspension: application to the May 1998 mud flows in Sarno, Italy, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (302) Quarenì, F., A. Tallarico and M. Dragoni (2004). Modeling of the steady-state temperature field in lava flow levées, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 241-251.
- (308) Rossano, S., G. Mastrolorenzo and G. De Natale (2004). Numerical simulation of pyroclastic density currents on Campi Flegrei topography: a tool for statistical hazard estimation, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 1, 1-14.
- (313) Saccorotti, G., L. Zuccarello, E. Del Pezzo, J. Ibanez and S. Gresta (2004). Quantitative analysis of the tremor wavefield at Etna Volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 3-4, 223-245.
- (318) Sandri, L., W. Marzocchi and L. Zaccarelli (2004). A new perspective in identifying the precursory patterns of volcanic eruptions, *Bull. Volcanol.*, 66, 3, 263-275.
- (352) Textor, C., H.-F. Graf, A. Longo, A. Neri, T. Esposti Ongaro, P. Papale, C. Timmreck and G.G.J. Ernst. Numerical Simulation of Explosive Volcanic Eruptions from the Conduit Flow to Global Atmospheric Scales, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (357) Tinti, S., A. Maramai, A. Armigliato, L. Graziani, A. Manucci, G. Pagnoni and F. Zaniboni. Quantitative observations of the physical effects of the Stromboli tsunamis occurred on December 30, 2002, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (358) Todesco, M., J. Rutqvist, G. Chiodini, K. Pruess and C.M. Oldenburg (2004). Modeling of recent volcanic episodes at Phlegran Fields (Italy): geochemical variations and ground deformation, *Geothermics*, 33, 531-547.

(382) Zanchetta, G., R. Sulpizio, M.T. Pareschi, F.M. Leoni and R. Santacroce (2004). Characteristic of May 5-6, 1998 volcaniclastic debris-flows in the Sarno area (Campania, southern Italy): relationships to structural damage and hazard zonation, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 377-393.

(406) Bonaccorso, A. and P.M. Davis (2004). Modeling of Ground Deformation Associated with Recent Lateral Eruptions: Mechanism of Magma Ascent and Intermediate Storage at Mt. Etna. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 293-306.

(409) Branca, S. and P. Del Carlo (2004). Eruption of Mt. Etna During the Past 3,200 Years: A Revised Compilation Integrating the Historical and Stratigraphic Records. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 1-27.

(413) Calvari, S., L.H. Tanner, G. Groppelli and G. Norini (2004). Valle del Bove, eastern flank of Etna volcano: a comprehensive model for the opening of the depression and implications for future hazards. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 65-75.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

---

## 5.3 Banche dati

Vedi relativo obiettivo specifico.

## 5.4 Prodotti tecnologici

Vedi obiettivi specifici sui Sistemi di sorveglianza, Fisica del vulcanismo e Calcolo scientifico avanzato.

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Innovative techniques for forecasting volcanic eruptions	Giuseppe De Natale	Comunità Europea	NA-OV		
Multidisciplinary monitoring modelling and forecasting of volcanic hazard	Susanna Falsaperla	Comunità Europea	CT		
A satellite telecommunication and Internet-based seismic monitoring system for volcanic eruption forecasting and risk management	Warner Marzocchi	Comunità Europea	RM1		
Esplosive eruption risk and decision support for EU population threatened by volcanoes	Augusto Neri	Comunità Europea	RM1		
Scenari eruttivi da ricerche di modellistica fisica e vulcanologia sperimentale	Giuseppe De Natale, Giovanni Macedonio, Augusto Neri, Paolo Papale, Massimo Pompilio	Dip. Protezione Civile	NA-OV, RM1, CT		
Studi e constraints su stoccaggi intermedi, risalita e condotti attraverso la modellizzazione dei campi di strain, e tomografia in velocità e attenuazione all'Etna	Alessandro Bonaccorso, Claudio Chiarabba, Domenico Patanè, Eugenio Privitera	Dip. Protezione Civile	CNT, CT		
Studio dei depositi piroclatici	Mauro Coltelli	Dip.	CT		

dell'Etna per la valutazione della pericolosità e dell'impatto ambientale		Protezione Civile			
Pericolosità del vulcano Stromboli	Maria Luisa Carapezza, Massimo Pompilio	Dip. Protezione Civile	CT, RM1		
Identificazione e interpretazione dei pattern sismici pre-eruttivi su vulcani effusivi ed esplosivi	Warner Marzocchi	Dip. Protezione Civile	RM1		
Definizione e zonazione della pericolosità vulcanica della caldera risorgente dei Campi Flegrei e suoi effetti sull'uomo e sull'ambiente	Giovanni Orsi	Dip. Protezione Civile	NA-OV		
Simulazione di scenari eruttivi ai Campi Flegrei sulla base di studi di campagna, di laboratorio, e numerici, e implicazioni di pericolosità vulcanica	Paolo Papale	Dip. Protezione Civile	RM1		
Eruzioni esplosive di vulcani attivi italiani: scenari eruttivi, carte di pericolosità e di rischio: Vesuvio, Vulcano e Lipari	Maria Teresa Pareschi	Dip. Protezione Civile	RM1		
Progetto Centro Regionale di Competenza AMRA	Giovanni Iannaccone, Giovanni Macedonio	Regione Campania	NA-OV		
Simulazione flussi lavici	Sonia Calvari	MIUR-FIRB	CT		
Modelli fisici integrati per la simulazione dei processi vulcanici	Giuseppe De Natale	MIUR-FIRB	NA-OV, RM1		



## Obiettivo Specifico: 4.4.

# Rischio da fattori ambientali

### 1. Curatore/i:

Cesidio Bianchi e **Silvio Gualdi**

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM2

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Nell'ambito delle ricerche riguardanti lo studio del Rischio da Fattori Ambientali (ex OS 4.3 del piano triennale 2004-6), nel corso del 2004 sono state svolte diverse attività che hanno interessato vari campi di ricerca.

#### Cambiamenti climatici

Presso l'UF di Climatologia Dinamica dell'INGV sono stati eseguiti esperimenti tesi ad evidenziare la sensibilità del clima a sostanziali variazioni della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Gli esperimenti avevano, tra gli altri, lo scopo di verificare e quantificare possibili cambiamenti delle climatologie di precipitazione e temperatura nella regione del Mediterraneo e dell'Europa meridionale in seguito alle variazioni della concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferica. Inoltre, durante il 2004, è iniziato lo svolgimento di alcune simulazioni di scenari climatici, eseguite nell'ambito degli studi sui cambiamenti climatici dell'IPCC. Queste simulazioni sono di notevole interesse scientifico in quanto eseguite con modelli globali ad alta risoluzione (circa 100 Km), in grado di riprodurre fenomeni non risolti dai modelli a bassa risoluzione generalmente impiegati per questo tipo di esperimenti.

#### Emergenze in Mare

Il gruppo di oceanografia operativa dell'INGV (UF Climatologia Dinamica) ha sviluppato e implementato un sistema per la produzione di previsioni settimanali dello stato fisico del Mar Mediterraneo e del Mar Adriatico. Il sistema, sviluppato nell'ambito dei progetti MFSTEP e ADRICSOM comprende anche un'attività di disseminazione agli utenti finali dei risultati delle previsioni per mezzo di bollettini settimanali che sono stati emessi durante tutto il 2004. Nello stesso periodo, i sistemi di previsione sono stati migliorati nelle loro componenti fisiche e ne è stata aumentata la risoluzione spaziale. Inoltre, sono stati aggiunti dei moduli per la gestione di specifiche emergenze in mare, come il modulo denominato MEDSLIK che simula le dispersioni degli idrocarburi; oppure il modulo "rilocabile" per previsioni locali ad altissima risoluzione, implementato in modo da poter essere "innestato" nel sistema di previsioni del Mediterraneo e dell'Adriatico, allo scopo di eseguire, in tempi brevi, previsioni molto dettagliate in zone di interesse specifico, allo scopo di fronteggiare casi d'improvvisa emergenza. Nell'ambito del progetto ADRICOSM, sono stati organizzati due corsi presso la sede IMO/IMA di Trieste, al fine di istruire le Guardie Costiere dei paesi che si affacciano sul Mar Adriatico all'utilizzo dei bollettini di previsione e sui sistemi di simulazione della dispersione di inquinanti in mare basati sul sistema di previsioni dell'INGV. Il gruppo di Oceanografia Operativa dell'INGV ha partecipato al progetto preliminare OLIO, finanziato dall'ASI, per lo sviluppo di un sistema operativo integrato per la sorveglianza dell'inquinamento marino da idrocarburi, la previsione della dispersione di tali inquinanti e la valutazione del danno economico e ambientale che ne consegue.

#### Emergenze inquinamento del sottosuolo

Nel corso del 2004, sono proseguite, in collaborazione con le strutture preposte, le prospezioni geofisiche per i rilevamenti ambientali. Su richiesta delle Forze di Polizia sono state eseguite delle prospezioni volte all'individuazione dei rifiuti nel sottosuolo sfruttando tecniche magnetiche e studi di inquinamento sotterraneo utilizzando tecniche geoelettriche. Tale attività fornisce agli uffici giudiziari un supporto indispensabile per la ricognizione di agenti inquinanti nel sottosuolo. Sono proseguite le attività di ricerca per migliorare le misure magnetiche ed elettromagnetiche al fine di migliorare e integrare le tecniche di indagine nel sottosuolo. Tali tecniche sono state impiegate per la scoperta di discariche abusive sparse sul territorio e per l'individuazione di fusti metallici interrati contenenti materiali pericolosi. lo

spargimento nel terreno di residui di lavorazioni industriali e la diffusione di inquinanti nel sottosuolo costituiscono una seria fonte di degrado ambientale. Monitoraggio variabili ambientali sottomarine Nel corso del 2004, si è proseguita l'attività di monitoraggio delle variabili ambientali sottomarine attraverso osservatori di fondo mare. In particolare, è stata avviata la realizzazione di un "database" relazionale MySQL, il cui scopo è quello di gestire e permettere l'accesso alle serie temporali multi-parametriche acquisite a fondo mare. I dati in questione sono stati acquisiti durante gli esperimenti condotti con gli osservatori bentici GEOSTAR, SN-1, con le reti di osservatori da fondo mare ORION e ASSEM e con moduli del tipo Ocean Bottom Seismometers/Hydrophones e di tipo moorings.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Il sistema di modellistica previsionale operativo presso l'INGV, funziona sull'intero bacino del Mar Mediterraneo e dell'Adriatico. L'analisi, che consiste in una stima ottimale delle variabili fisiche derivate dal modello e dalle osservazioni satellitari ed in situ, viene prodotta ogni settimana. I dati in situ sono composti da profili di salinità e temperatura nei primi 700 metri di profondità, mentre quelli da satellite sono principalmente analisi della temperatura superficiale del mare e dell'altezza anomala della superficie libera. Nelle previsioni svolte per il Mar Adriatico, il sistema utilizza, in maniera non ancora operativa, i dati di CTD (collezionati da 4 network costieri) e SST e di XBT per la parte meridionale del bacino. Gli osservatori di fondo mare multiparametrici realizzati nell'ambito dei progetti Europei GEOSTAR, GEOSTAR-2, ORION-GEOSTAR-3 coordinati dall'INGV, dal progetto Europeo ASSEM (INGV partner) sono in grado di eseguire misure chimiche ed oceanografiche, sia in situ sia entro alcune decine di metri dal Benthic Boundary Layer, utili alla studio e alla modellizzazione della diffusione di inquinanti (e.g., metalli in traccia) in acque anche profonde.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

I sistemi di previsione basati sui modelli di circolazione oceanica, attualmente in uso sia per il Mar Mediterraneo (MFSTPE) che per il Mar Adriatico (ADRICOSM), prevedono, ogni settimana, la produzione di analisi dello stato fisico del mare durante la settimana precedente e una previsione per i dieci giorni successivi. Le analisi sono prodotte assimilando nei modelli di circolazione oceanica i dati osservati di temperatura (XBT), SLA e SST. Un'analisi, quindi, è il prodotto di schemi di assimilazione che combinano in modo ottimale le osservazioni e una stima dello stato oceanico prodotta da un modello di circolazione generale. Quindi, uno schema di assimilazione ha il compito di minimizzare le differenze tra la stima prodotta dalla simulazione numerica e le osservazioni, tenendo conto sia dei possibili errori del modello che di quelli di misura delle osservazioni. Lo schema di assimilazione utilizzato nelle analisi oceaniche dell'INGV è basato sul metodo della "Interpolazione Ottimale", che sfrutta la tecnica di minimizzazione dell'errore dei minimi quadrati. Il sistema di previsioni basato sul modello di circolazione oceanica, usa le analisi settimanali sopra descritte, come condizioni iniziali per produrre, ogni settimana, una previsione dello stato fisico del mare a 10 giorni.

##### **4.3 Dati acquisiti**

Durante il 2004 i dati utilizzati dal sistema di assimilazione per le attività di oceanografia operativa sono: dati in situ di profili di temperatura nei primi 700 metri di profondità; dati da satellite della temperatura superficiale e dell'altezza anomala della superficie libera del mare. Altri dati collezionati al fine di monitorare lo stato del mare e per l'assimilazione nel modello oceanografico sono i profili di Temperatura e Salinità fino a 700 m raccolti da boe ARGO, i profili di Temperatura e Salinità fino a 200 m e 1000 m raccolti da 2 Glider.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Nel corso del 2004, il modello oceanico usato per le analisi e le previsioni del Mediterraneo è stato migliorato passando da una risoluzione spaziale di  $1/8^\circ$  (~12 Km) a una risoluzione di  $1/16^\circ$  (~6 Km). L'aumento di risoluzione permette l'inclusione di processi fisici a piccola scala, come ad esempio le strutture a mesoscala, generalmente trascurati ma che possono rivestire una considerevole importanza date le non-linearità del sistema fisico in questione. Inoltre, è stato sviluppato un nuovo schema che consente l'assimilazione contemporanea di più dati osservati, quali temperatura, salinità e altezza di superficie libera dell'oceano, migliorando sensibilmente la qualità delle analisi e delle previsioni. In fine, sono stati eseguiti test preliminari di assimilazione di nuovi data set osservati di temperatura e salinità provenienti dalle boe ARGO.

##### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Nel corso del 2004, è stato sostituito il modello numerico utilizzato per le simulazioni del Mediterraneo. Il nuovo codice (OPA) ha permesso di incrementare la risoluzione spaziale a  $1/16^\circ$  (il modello precedente, MOM, era implementato con una risoluzione di  $1/8^\circ$ ). Oltre alla risoluzione orizzontale è stata aumentata anche la risoluzione verticale che è passata da 31 a 72 livelli. Inoltre, il nuovo modello ha anche una box Atlantica considerevolmente più estesa, risolve il Nord

Adriatico e il numero di Isole rappresentate è passato da 9 a 49. Nello stesso anno, si è concluso positivamente il test in condizioni reali di un prototipo di analizzatore chimico sottomarino per misure di pH; il prototipo è stato installato nell'osservatorio sottomarino principale (GEOSTAR) della rete ORION (progetto Europeo) e ha fornito una prima serie di misure (circa 4 mesi) la cui analisi preliminare effettuata congiuntamente alle misure acquisite dagli altri sensori, lascia ipotizzare l'esistenza di attività idrotermale nel sito di deposizione. Inoltre, è stato sviluppato e testato, un prototipo di analizzatore chimico a elettrodi per monitoraggi a lungo termine in osservatori multiparametrici di fondo mare (progetti europei GEOSTAR-2 e ORION-GEOSTAR-3). Attualmente equipaggiato con un solo sensore di pH, esso ha fornito dati per quattro mesi, con una frequenza di campionamento di due dati al giorno. I dati hanno evidenziato una leggera variabilità delle caratteristiche chimiche dell'acqua di mare, evidenziata anche dalle analisi chimiche condotte a terra sui campioni di acqua raccolti nello stesso sito con un campionatore d'acqua automatico (misure con frequenza di campionamento settimanale). Questo prototipo sarà implementato con un sensore di Eh, e installato nell'osservatorio multiparametrico MABEL, derivato dall'osservatorio GEOSTAR, destinato al monitoraggio di fondo mare nelle acque del Mare di Weddell (Antartide) per un periodo di circa un anno.

## **5. Prodotti**

### **5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)**

(130) Druon, J.N., W. Schrimpf, S. Dobricic and A. Stips (2004). Comparative assessment of large-scale marine eutrophication: North Sea area and Adriatic Sea as case studies, *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 272, 1-23.

(269) Palmer, T.N., A. Alessandri, U. Andersen, P. Cantelaube, M. Davey, P. Délecluse, M. Déqué, E. Díez, F.J. Doblas-Reyes, H. Feddersen, R. Graham, S. Gualdi, J.F. Guérémy, R. Hagedorn, M. Hoshen, N. Keenlyside, M. Latif, A. Lazar, E. Maionnave, V. Marletto, A.P. Morse, B. Orfila, P. Rogel, J.M. Terres and M.C. Thomson (2004). Development of a European multimodel ensemble system for seasonal-to-interannual prediction (DEMETER), *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 85, 6, 853-872.

(335) Sigmond, M., P.C. Siegmund, E. Manzini and H. Kelder (2004). A simulation of the separate climate effects of middle-atmospheric and tropospheric CO<sub>2</sub> doubling, *J. Clim.*, 17, 12, 2352-2367.

(427) Pinardi, N., G. Coppini, A. Grezio and P. Oddo. Ocean Climate variability in the Mediterranean Sea: climate events and marine forecasting activities. In: *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon*, C. Fletcher and T. Spencer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge (U.K.) (accepted).

(428) Pinardi, N., M. Abbiati, E. Arneri, A. Crise, M. Ravaioli and M. Zavatarelli. The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea. In: *The Global Coastal Ocean*, A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.), *The Sea*, 14, Harvard University Press, Cambridge, MA (accepted).

### **5.2 Altre Pubblicazioni**

---

### **5.3 Banche dati**

- Simulazioni di scenari climatici eseguite con modello accoppiato oceano-atmosfera-ghiaccio marino.
- Analisi oceaniche globali, risoluzione orizzontale ~2° (200 Km), 31 livelli verticali, dati giornalieri, periodo 1962-2001.
- Previsioni settimanali e analisi della circolazione oceanica del Mar Mediterraneo, risoluzione orizzontale 1/8° (~12 Km), 31 livelli verticali, dati giornalieri periodo 1999-2004, accessibili presso il sito: <http://www.bo.ingv.it/mfstep>.
- Previsioni settimanali e analisi della circolazione oceanica del Mar Adriatico, risoluzione ~5 Km, 21 livelli verticali, dati giornalieri, periodo 2003-2004, accessibili presso il sito: <http://www.bo.ingv.it/adricosm>.

### **5.4 Prodotti tecnologici**

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
ORION-GEOSTAR-3	P. Favali e L. Beranzoli	Comunità Europea	RM2, RM1, CNT		
MERSEA-IP	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	139.326	in corso
ADRICOSM-NERES	N. Pinardi	Ministero dell'Ambiente	RM2	25.000	in corso
ADRICOSM-Pula Bay	N. Pinardi	Ministero dell'Ambiente	RM2	15.875	in corso
MFSTEP	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	203.000	in corso
MERSEA-strand 1	N. Pinardi	Comunità Europea	RM2	25.381	in corso
Collaborazione Italia-Usa - fase I	A. Navarra	Ministero dell'Ambiente	RM2	850.000	in corso
ROADMAP	N. Pinardi	European Space Agency (ESA)	RM2	10.524	in corso
Western Black Sea Integrated Environmental System (W-BLESS)	A. Navarra	Ministero dell'Ambiente	RM2	90.000 saldo	

## **Obiettivo Specifico: 4.5.**

# **Degassamento naturale**

### **1. Curatore/i:**

Giovanni Chiodini

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM1, RM2, NA-OV, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Nel corso del 2004 si è concluso il progetto triennale GNV "Diffuse gas emissions in volcanic areas. Geochemical and structural features, and physical models of the process. Development of monitoring techniques". Questo era un progetto specifico per lo studio del degassamento terrestre in ambiente vulcanico che ha visto impegnati ricercatori dell'INGV (OV-Na e Roma 1). L'obiettivo principale del progetto era lo sviluppo di una metodologia multidisciplinare di monitoraggio delle aree di degassamento diffuso (DDS). Obiettivi parziali erano lo studio del processo di degassamento dai vulcani attivi Italiani (Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia, Vulcano, Pantelleria), di Nisyros (Grecia) e di alcune aree di emissione gassose fredde (Latera, Monte Amiata) con produzione di mappe tematiche, studio delle relazioni con le strutture tettoniche, modellazione fisica del processo, studio del rilascio energetico associato al degassamento. Ulteriori obiettivi hanno riguardato lo sviluppo ed il miglioramento dei metodi di misura e di monitoraggio. Tali obiettivi sono stati pienamente raggiunti nel 2004, come espresso dalla commissione internazionale di valutazione dei progetti GNV. Tematiche di degassamento diffuso sono state affrontate anche in altri due progetti GNV relativi allo studio della pericolosità vulcanica di Stromboli e al problema della pericolosità da gas dei Colli Albani. Il primo ha riguardato lo studio dei precursori geochimici delle esplosioni maggiori di Stromboli. Il dispositivo messo in atto ha compreso la misura automatica in continuo del flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo in due aree di emissione anomala. I dati hanno consentito, insieme con quelli relativi alla composizione chimica e isotopica di acque e gas, di mettere in evidenza significative variazioni chimiche (flusso di CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> disciolta, δ<sup>13</sup>C, 3He/4He) avvenute prima degli eventi eruttivi del 2002-2003. Nel progetto dei Colli Albani è stata studiata l'emissione diffusa dal suolo delle aree principali pervenendo alla produzione di mappe di flusso di CO<sub>2</sub>, studiando le variazioni temporali e l'origine del gas. Tecniche di stima del degassamento da plumes vulcanici sono state messe a punto e sperimentate durante il 2004 all'Etna ed allo Stromboli. In ambiente sottomarino sono state indagate le emissioni gassose legate alla crisi di Panarea del 2002-2003. Durante il 2004 è stato valutato il decremento e la ridistribuzione del degassamento di CO<sub>2</sub> dalle emissioni ubicate al largo di Panarea in una fase che è ormai considerata come un nuovo stato stazionario. Nel 2004 sono continuati gli studi riguardanti il degassamento diffuso di CO<sub>2</sub> che interessa il territorio italiano anche in aree di vulcanismo estinto ed in aree non vulcaniche. Tali ricerche fra l'altro hanno portato alla pubblicazione nel 2004 della mappa di degassamento terrestre di CO<sub>2</sub> che interessa una gran parte del territorio italiano. La mappa ha evidenziato la presenza di due grandi aree anomale nel settore tirrenico. La prima è limitata ad ovest dal mar Tirreno e ad est dall'Appennino centrale (TRDS, Tuscan Roman Degassing Structure) e comprende la Toscana, il Lazio settentrionale e parte dell'Umbria. La seconda coincide con il settore tirrenico della Campania (CDS, Campanian Degassing Structure). Il flusso di CO<sub>2</sub> 'profonda' rilasciato dalle due strutture verso l'atmosfera è stimato fra 1 e 3\*10<sup>11</sup> moli/anno, quantità molto elevata che costituisce il 10% della stima attuale della CO<sub>2</sub> globalmente rilasciata dai vulcani attivi. Tali dati suggeriscono che vi è una forte sottostima della quantità di CO<sub>2</sub> rilasciata globalmente dai processi geologici non direttamente connessi ad apparati vulcanici. Inoltre l'esame comparato della mappa del degassamento e della distribuzione areale dei terremoti ha evidenziato che la gran parte dei terremoti registrati in questi ultimi anni in Italia sono avvenuti in una stretta fascia che delimita i margini orientali delle due strutture anomale suggerendo possibili implicazioni del degassamento terrestre sui processi sismogenetici in Appennino. Indagini sul degassamento da strutture sismogenetiche ubicate nella porzione più meridionale dell'Appennino (M.ti Peloritani) sono state avviate in due aree di rilevante interesse: area di Capo Calavà, ubicata sul Golfo di Patti e colpita nel 1978 da un sisma di magnitudo 6, e area di Ali Terme, ubicata al margine meridionale del piano di faglia responsabile del terremoto di Messina del 1908. Le indagini sono ancora in corso ma i primi risultati hanno permesso di identificare l'ubicazione della faglia che attraversa Capo Calavà caratterizzata dalle emissioni più intense di CO<sub>2</sub> dal suolo ed in ambiente sottomarino. Un obiettivo del 2004 (prog. TIIMNet) era lo sviluppo di una tecnica di monitoraggio in continuo tramite camere IR automatizzate delle anomalie termiche generate dal processo di degassamento diffuso in aree vulcaniche. Tale studio ha portato all'installazione di due prototipi, in funzione dall'autunno del 2004, nelle aree dei Campi Flegrei e del Vesuvio. Altri obiettivi raggiunti nel 2004 hanno riguardato lo studio per

l'applicabilità della tecnica Eddy correlation alla misura del degassamento diffuso di CO<sub>2</sub> da aree vulcaniche. La tecnica si è rivelata idonea ed una stazione automatica è ora in funzione alla Solfatara di Pozzuoli. Studi specifici sul degassamento naturale di Radon hanno riguardato aspetti tecnici, strumentali e di gas hazard. Inoltre, è stato indagato il ruolo del radon come indicatore di faglie attive, durante periodi di intensa sismicità e caratterizzate da forte degassamento. Inoltre, è stata elaborata una stima a livello globale del degassamento del metano e analizzate le implicazioni nel budget atmosferico. I risultati hanno indicato una sorgente complessiva (vulcani di fango, microseepage, emissioni sottomarine e geotermiche) dell'ordine di 40-60 Mt/y, pari ad oltre il 20% delle sorgenti naturali di metano considerate dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

Lo studio del degassamento terrestre si è basato sull'utilizzo di tecniche specifiche in funzione della fenomenologia indagata. In aree vulcaniche dove il processo dà luogo a forti anomalie è stato possibile lo studio del degassamento attraverso metodi diretti come quello della camera d'accumulo. È stato anche eseguito uno studio metodologico comparativo tra diverse tecniche di misura del flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo con applicazione a Vulcano e sono stati indagati i meccanismi fisici di trasporto del gas in mezzi porosi. Sono state inoltre sperimentate altre tecniche basate sull'uso di campionatori passivi associate a misure discrete con tecniche UV finalizzate anche alla stima del flusso di altre specie gassose in aree vulcaniche, in particolare di SO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>S. In aree non vulcaniche, dove l'anomalia è debole e non rilevabile attraverso misure dirette, è stato indagato mediante tecniche idrogeochimiche il complesso processo d'interazione acqua-gas-roccia con l'obiettivo primario di ricavare le quantità di gas che interagiscono con le acque e poter quindi derivare in modo indiretto i flussi endogeni di gas. Le indagini sono state corredate da approfonditi studi geochimici basati su analisi chimiche ed isotopiche dei fluidi indagati. A Stromboli è stata positivamente sperimentata una stazione automatica che fornisce in continuo parametri chimico-fisici dell'acqua di un pozzo compresa la concentrazione di CO<sub>2</sub> disciolta. Nel corso dell'anno sono state indagate altre tecniche di misura del processo come quella del rilievo automatico delle temperature dei suoli caldi associati al degassamento in aree vulcaniche (tramite camere IR) o come la tecnica micrometeorologica nota come Eddy Correlation. Per l'interpretazione dei dati si è fatto un largo uso delle tecniche di modellazione fisico numerica che hanno portato a risultati molto interessanti nelle aree dei Campi Flegrei, di Latera e dell'Amiata

##### **4.3 Dati acquisiti**

Sono stati acquisiti dati di degassamento diffuso di CO<sub>2</sub> nelle aree vulcaniche di Pantelleria, Vulcano, Campi Flegrei e Vesuvio Stromboli e Colli Albani e lungo strutture sismogenetiche dei M.ti Peloritani. Inoltre sono state studiate in dettaglio le aree geotermiche di Latera e dell'Amiata. In totale sono state eseguite qualche migliaio di misure di flusso di CO<sub>2</sub> accompagnate, nelle aree vulcaniche, da misure del flusso di calore associato. I dati sono stati trattati con le tecniche statistiche e geostatistiche più appropriate, tecniche messe a punto da operatori INGV negli anni passati. Per ogni area indagata sono state prodotte mappe di dettaglio che hanno evidenziato le forti correlazioni fra processo di degassamento e strutture vulcano-tettoniche e, ove possibile, modelli concettuali e fisico-numeriche del processo. I dati quantitativi di flusso di CO<sub>2</sub> acquisiti per il sistema vulcanico di Panarea sono stati elaborati per la valutazione del tipo di evento verificatosi nella fase iniziale della crisi di degassamento e sono state evidenziate possibilità circa possibili nuove evoluzioni del sistema degassante sottomarino di Panarea. Inoltre, sono stati acquisiti dati di degassamento radon dai suoli dell'Etna, sia in corrispondenza di faglie sismogenetiche molto attive, sia in prossimità dell'area sommitale del vulcano ed in adiacenza a fratture eruttive recenti. Si tratta di alcune centinaia di misure che hanno consentito di acquisire dati preliminari sul degassamento diffuso del radon nei settori indagati, nonché di verificare nel tempo le variazioni del degassamento lungo alcune strutture tettoniche. Analoghi risultati sono stati ottenuti a Stromboli e ai Colli Albani.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Gli avanzamenti scientifici più rilevanti probabilmente hanno riguardato l'approfondimento dello studio del processo di degassamento terrestre a scala regionale basato sullo studio dei grandi acquiferi Appenninici. Grandi quantità di CO<sub>2</sub> "endogena" (10% delle stime globali del flusso di CO<sub>2</sub> da attività vulcanica) vengono sciolte dalle acque sotterranee che circolano negli Appennini. La realizzazione di una mappa di degassamento dell'Italia centrale ha permesso di evidenziare una correlazione fra emissione gassosa diffusa e attività sismica. Sono comunque notevoli anche i progressi in corso per l'utilizzo, a scala più locale, del dato del flusso di CO<sub>2</sub> per implementare modelli fisici del processo di degassamento e poter quindi meglio indagare le relazioni di causa-effetto fra degassamento e fenomenologie fisiche come deformazioni, variazioni di gravità, e attività sismica, che caratterizzano le aree di vulcanismo attivo. Per quanto

concerne il degassamento di radon dai suoli dell'Etna, è stato possibile individuare e caratterizzare il comportamento di alcune faglie attive sepolte sotto coperture vulcaniche recenti, evidenziando la possibilità di utilizzare mappature di degassamento del radon per l'individuazione di strutture tettoniche sismogenetiche non evidenti in superficie. Di notevole interesse sono le variazioni di flusso di CO<sub>2</sub> che hanno anticipato i recenti fenomeni eruttivi di Stromboli dove i precursori geochimici sono gli unici registrati. Inoltre è stata elaborata una prima stima a livello globale del degassamento di metano. Tale stima è ora oggetto di verifiche e discussioni nell'ambito di convegni scientifici internazionali.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(6) Aiuppa, A., A. Caleca, C. Federico, S. Gurrieri and M. Valenza (2004). Diffuse degassing of carbon dioxide at Somma-Vesuvius volcanic complex (Southern Italy) and its relation with regional tectonics, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 55-79.

(8) Aiuppa, A., C. Federico, P. Allard, S. Gurrieri and M. Valenza. Trace metal modelling of groundwater-gas-rock interactions in a volcanic aquifer: Mount Vesuvius (Southern Italy), *Chem. Geol.* (accepted).

(10) Aiuppa, A., S. Bellomo, W. D'Alessandro, C. Federico, M. Ferm and M. Valenza (2004). Volcanic plume monitoring at Mount Etna by diffusive (passive) sampling, *J. Geophys. Res.*, 109, D21, D21308.

(11) Aiuppa, A., S. Inguaggiato, A.J.S. McGonigle, M. O'Dwyer, C. Oppenheimer, M.J. Padgett, D. Rouwet and M. Valenza. H<sub>2</sub>S fluxes from Mt. Etna, Stromboli and Vulcano (Italy) and implications for the global volcanic sulfur budget, *Geochim. Cosmochim. Acta.* (accepted).

(21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002–03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(27) Badalamenti, B., N. Bruno, T. Caltabiano, F. Di Gangi, S. Giammanco and G. Salerno (2004). Continuous soil CO<sub>2</sub> and discrete plume SO<sub>2</sub> measurements at Mt. Etna (Italy) during 1997-2000: a contribution to volcano monitoring, *Bull. Volcanol.*, 66, 1, 80-89.

(55) Brusca, L., S. Inguaggiato, M. Longo, P. Madonia and R. Maugeri (2004). The 2002-2003 eruption of Stromboli (Italy): evaluation of the volcanic activity by means of continuous monitoring of soil temperature, CO<sub>2</sub> flux, and meteorological parameters, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12001.

(57) Burton, M., M. Neri and D. Condarelli (2004). High spatial resolution radon measurements reveal hidden active faults on Mt. Etna, *Geophys. Res. Lett.* 31, 7, L07618.

(58) Caliro, S., A. Caracausi, G. Chiodini, M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, C. Minopoli, P.M. Nuccio, A. Paonita and A. Rizzo (2004). Evidence of a recent input of magmatic gases into the quiescent volcanic edifice of Panarea, Aeolian Islands, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07619.

(59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).

(69) Caracausi, A., M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, P.M. Nuccio and A. Paonita. Massive submarine gas output during the volcanic unrest off Panarea Island (Aeolian arc, Italy): inferences for explosive conditions, *Geochem. J.* (accepted).

(70) Carapezza, M.L. and D. Granieri (2004). CO<sub>2</sub> soil flux at Vulcano (Italy): comparison between active and passive methods, *Appl. Geochem.*, 19, 1, 73-88.

(71) Carapezza, M.L., S. Inguaggiato, L. Brusca and M. Longo (2004). Geochemical precursors of the activity of an open-conduit volcano: the Stromboli 2002-2003 eruptive events, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07620.

(82) Chiodini, G., C. Cardellini, A. Amato, E. Boschi, S. Caliro, F. Frondini and G. Ventura (2004). Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07615.

- (83) Chiodini, G., R. Avino, T. Brombach, S. Caliro, C. Cardellini, S. de Vita, F. Frondini, D. Granieri, E. Marotta and G. Ventura (2004). Fumarolic and diffuse soil degassing west of Mount Epomeo, Ischia, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 291-309.
- (84) Chiodini, G., S. Caliro, G. Caramanna, D. Granieri, C. Minopoli, R. Moretti and L. Perrotta. Geochemistry of the submarine gaseous emissions of Panarea (Aeolian Islands, Southern Italy): magmatic vs hydrothermal origin and implications for volcanic surveillance, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (98) Costa, A, G. Macedonio and G. Chiodini. Numerical model of gas dispersion emitted from volcanic sources. *Ann. Geophys.* (accepted).
- (137) Etiope, G. (2004). New directions: GEM - Geologic Emissions of Methane, the missing source in the atmospheric methane budget, *Atmos. Environ.*, 38, 19, 3099-3100.
- (138) Etiope, G. and A.V. Milkov (2004). A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere, *Environ. Geol.*, 46, 8, 997-1002.
- (139) Etiope, G. Mud volcanoes and microseepage: the forgotten geophysical components of atmospheric methane budget, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (140) Etiope, G., A. Feyzullayev, C.L. Baciù and A.V. Milkov (2004). Methane emission from mud volcanoes in eastern Azerbaijan, *Geology*, 32, 6, 465-468.
- (141) Etiope, G., C. Baciù, A. Caracausi, F. Italiano and C. Cosma (2004). Gas flux to the atmosphere from mud volcanoes in eastern Romania, *Terr. Nova*, 16, 4, 179-184.
- (153) Fiebig, J., G. Chiodini, S. Caliro, A. Rizzo, J. Spangenberg and J.C. Hunziker (2004). Chemical and isotopic equilibrium between CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in fumarolic gas discharges: generation of CH<sub>4</sub> in arc magmatic-hydrothermal systems, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68, 10, 2321-2334.
- (162) Frondini, F., G. Chiodini, S. Caliro, C. Cardellini, D. Granieri and G. Ventura (2004). Diffuse CO<sub>2</sub> degassing at Vesuvio, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 642-651.
- (167) Gambardella, B., C. Cardellini, G. Chiodini, F. Frondini, L. Marini, G. Ottonello and M. Vetuschi Zuccolini (2004). Fluxes of deep CO<sub>2</sub> in the volcanic areas of central-southern Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1-2, 31-52.
- (171) Giammanco, S., S. Gurrieri and M. Valenza. Fault-controlled soil CO<sub>2</sub> degassing and shallow magma bodies: summit and lower east rift of Kilauea volcano (Hawaii), 1997, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (206) Lewicki, J.L., D. Bergfeld, C. Cardellini, G. Chiodini, D. Granieri, N. Varley and C. Werner. Comparative soil CO<sub>2</sub> flux measurements and geostatistical estimation methods on Masaya volcano, Nicaragua, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (228) McGonigle, A.J.S., S. Inguaggiato, A. Aiuppa, A.R. Hayes and C. Oppenheimer. Accurate measurement of volcanic SO<sub>2</sub> flux: determination of plume transport speed and integrated SO<sub>2</sub> concentration with a single device, *Geochem. Geophys. Geosyst.* (accepted).
- (241) Miller, S.A., C. Collettini, L. Chiaraluce, M. Cocco, M. Barchi and M. Kaus (2004). Aftershocks driven by a high pressure CO<sub>2</sub> source at depth, *Nature*, 427, 6976, 724-727.
- (278) Pecoraino, G., L. Brusca, W. D'Alessandro, S. Giammanco, S. Inguaggiato and M. Longo. Total CO<sub>2</sub> output from Ischia Island volcano (Italy), *Geochem. J.* (accepted).
- (358) Todesco, M, J. Rutqvist, G. Chiodini, K. Pruess and C.M. Oldenburg (2004). Modeling of recent volcanic episodes at Phlegrean Fields (Italy): geochemical variations and ground deformation, *Geothermics*, 33, 531-547.
- (412) Caltabiano, T., M. Burton, S. Giammanco, P. Allard, N. Bruno, F. Murè and R. Romano (2004). Volcanic Gas Emission From the Summit Craters and Flanks of Mt. Etna, 1987-2000. In: *Mt. Etna: Volcano Laboratory*, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 111-128.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Cardellini C., Frondini F., Morgantini N., Chiodini G., Avino R., Caliro S., Granieri D. & Russo M. (2004). Diffuse soil CO<sub>2</sub> degassing at Salcheto (Tuscany) and Lipary (Sicily): a probabilistic approach to mapping and quantification of gas release. In *Water Rock Interaction WR11 Volume 1, Wany & Seal II* (eds), 101-104 (NA)



Chiodini G., Caliro S. and Cardellini C. (2004). Origin of the carbon dissolved in the groundwater and derivation of Earth diffuse emission of CO<sub>2</sub>: the case of the Italian Peninsula. In Water Rock Interaction WR11 Volume 1, Wanty & Seal II ( e d s ) , 2 1 - 3 0 N A

Carapezza M. L., Cioni R., Guidi M., Pruiti L., Scozzari A. (2004). Experimentation of an automatic continuous monitoring station in a thermal well of Stromboli volcanic island (Italy). Proc. WRI-11, 1, R. B. Wanty and R. R. Seal (eds), Rotterdam, Balkema, 95-99. (RM1)

Carapezza M. L., Barberi F., Tarchini L., Cavarra L. e Granieri D. Le emissioni gassose dell'area vulcanica dei Colli Albani. In: M. L. Carapezza et al., Nuovi dati sull'attività recente del cratere del Lago Albano e sul degassamento dei Colli Albani. Rend. Fis. Acc. Lincei. (in stampa). (RM1)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Emissioni gassose diffuse in aree vulcaniche. Aspetti geochimici, strutturali e modelli fisici del processo. Sviluppo di tecniche di monitoraggio	Giovanni Chiodini	GNV	NA-OV, RM1	46.456	
(TIIM Net) Thermal Infrared Imagery Monitoring Network	Giovanni Chiodini	PON-MIUR	NA-OV		
Pericolosità del vulcano Stromboli	Maria Luisa Carapezza	GNV	RM1, PA	24.400	
Pericolosità associata alla risalita di fluidi endogeni nei Colli Albani (Roma)	Maria Luisa Carapezza	GNV	RM1	33.500	
Predisposizione di uno scenario di rischio in caso di eruzione in mare nella zona ad est di Panarea per finalità di protezione civile	Maria Luisa Carapezza	GNV	RM1, CT		
Monitoraggio Geochimico Automatico dei pozzi d'Acqua finalizzato alla Ricerca di Fenomeni Precursori delle Eruzioni	Maria Luisa Carapezza	GNV-DPC	RM1, CT		



## Obiettivo Specifico: 5.1.

# Banche dati e cataloghi dei terremoti

### 1. Curatore/i:

Alberto Michelini e Massimiliano Stucchi

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

CNT, RM1, RM2, NA-OV, MI, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### 3A – Banche di dati storico-macrosismici e cataloghi dei terremoti

La necessità di omogeneizzare le banche di dati storico-macrosismici dell'ente:

- a) Catalogo dei Forti Terremoti Italiani – CFTI.  
Sviluppato - in collaborazione con SGA - in ambito RM1 (Boschi et al., 1995, 1997, 2000): la versione 3.1 è disponibile online all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cft/>.
- b) Database di Osservazioni Macrosismiche – DOM.  
Sviluppato in ambito ex-GNDT dal gruppo di ricerca che afferisce alla sezione di Milano (Monachesi e Stucchi, 1997): disponibile online dal 1997 all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/DOM/>.
- c) Bollettino Macrosismico – BM.  
Riporta le informazioni sugli effetti dei terremoti di intensità  $\geq$  III MCS o per  $M > 3.0$ . I dati sono pubblicati nel Bollettino Macrosismico (cartaceo) e sono in parte disponibili all'indirizzo [www.ingv.it/~roma/attivita/pererischio/macrosismica/macros/bollettino/elenco.htm](http://www.ingv.it/~roma/attivita/pererischio/macrosismica/macros/bollettino/elenco.htm).
- d) Database e catalogo macrosismico dei terremoti etnei.  
Sviluppato dalla sezione di Catania, copre l'intervallo temporale 1832-2001 (Azzaro et. 2002): è disponibile in CD-ROM e all'indirizzo <http://www.ct.ingv.it/Sismologia/macro/default.htm> è ricordata in varie edizioni dei piani triennali.

Questi insiemi di dati vengono alimentati con studi di terremoti, storici e recenti, prodotti sia all'interno sia all'esterno dell'ente. Oltre alle ricerche direttamente riconducibili ai gruppi che hanno prodotto DOM e CFTI, l'Osservatorio Vesuviano ha raccolto dati di una ventina di terremoti recenti (a partire dal 1983), utilizzando le scuole come rete di consultazione.

Il gruppo QUEST, infine raccoglie i dati macrosismici durante le emergenze.

Nel 2004 è stata completata la omogeneizzazione del riferimento geografico dei toponimi ed è stato predisposto un prototipo di database integrato (DBM04) costituito dai dati degli studi di terremoti provenienti da CFTI (Boschi et al., 1997 e 2000), da DOM, BM e Catalogo Etna che hanno contribuito alla compilazione del catalogo CPTI04 (vedi più sotto). Il prototipo viene reso disponibile tramite una nuova interfaccia web. Con struttura simile a quella di DOM, infine, ha preso l'avvio, come key-nodal member nell'ambito delle iniziative di EMSC-CSEM, l'European Mediterranean Intensity Database – EMID, destinato a omogeneizzare e rendere disponibili i dati macrosismici dell'area in questione.

Per quanto riguarda i cataloghi parametrici, alla prima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani del 1999 (CPTI99) ha fatto seguito nel 2004 la versione CPTI04, compilata nell'ambito delle iniziative per la redazione della mappa sismica di riferimento per la nuova normativa sismica e disponibile all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>. Tale versione aggiorna quella precedente estendendola fino al 2002 e dotando tutti gli eventi di un valore di Mw. Sono infine stati predisposti il prototipo di una versione che raccoglie anche tutti gli studi resi disponibili negli ultimi anni, e una ipotesi di fattibilità per un catalogo parametrico completo, corredato di repliche.

Nel corso del 2004 è stata resa disponibile anche la versione più aggiornata del Catalogo dei Maremoti Italiani (Tinti et al., 2004), che copre il periodo 79 A.D.-2002, disponibile all'indirizzo <http://www.ingv.it/italiansunamis/tsun.html>

#### 3B - Banche dati strumentali (forma d'onda e parametrici) e cataloghi dei terremoti recenti

Le attività descritte di seguito sono organizzate per sezioni.

Per quanto riguarda le basi di dati sismologici di forma d'onda e parametrici per terremoti recenti e storici e i dati GPS del CNT, durante il 2004 sono stati progettati diversi "schemi" per la strutturazione del/i database (DB). In particolare, per quanto riguarda i dati parametrici della rete nazionale, è stato progettato, a cura dell'UF CDIT di CNT, un DB che organizza i dati di stazione, i dati parametrici di fase ed i quasi-dati come le localizzazioni degli eventi.

L'UF CDIT ha proseguito durante il 2004 la preparazione del Bollettino Sismico della Rete Sismica Nazionale che viene pubblicato, con cadenza quindicinale, sul sito <http://www.ingv.it/~roma/frames/frame-boll.html>.

Per quanto concerne le forme d'onda dei terremoti registrati dalla Rete Sismica Nazionale, si è continuato durante il 2004 la loro pubblicazione ed accesso sul sito <http://waves.ingv.it>.

Per i dati acquisiti dalla rete MedNet è già attivo da diversi anni l'accesso ai dati di forma d'onda tramite l'interfaccia NetDC (vedi <http://mednet.ingv.it>). Recentemente si è ipotizzato di adottare le modalità di archiviazione di MedNet anche per i dati di forma d'onda della rete nazionale. Questo permetterebbe di mantenere massima uniformità nelle modalità di archiviazione e di accesso al dato medesimo.

L'UF Sismos, che si occupa della preservazione di sismogrammi storici e del materiale sismologico ad esso connesso (bollettini, libri di stazione, ecc. ), ha sviluppato due diversi DB. Il primo permette la gestione delle procedure di archiviazione digitale dei sismogrammi e dei bollettini. L'altro è stato realizzato durante il 2004 per il ripristino da back-up dei dati e per il loro accesso e download via internet. In particolare, i dati in questione sono accessibili sul sito web <http://sismos.ingv.it/~hsds/request/login.php>.

Per quanto riguarda i cataloghi di terremoti recenti, a conclusione del progetto triennale del GNDT "Terremoti probabili in Italia tra l'anno 2000 e il 2030: elementi per la definizione di priorità degli interventi di riduzione del rischio sismico" coordinato da Amato e Selvaggi, nel 2004 CNT ha elaborato il Catalogo della Sismicità Italiana (CSI 1.0) del periodo 1983-2002 (<http://www.ingv.it/CSI/>).

Presso l'Osservatorio Vesuviano e la Sezione di Catania sono in uso già da qualche anno dei DB per l'archiviazione sia di dati parametrici che delle forme d'onda. Durante il 2004, l'attività delle due sezioni è stata principalmente di aggiornamento dei DB con i nuovi dati acquisiti.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Si deve premettere che l'attività di questo obiettivo è di fatto trasversale ed a valle rispetto a quella di altri in cui viene effettivamente svolta l'acquisizione dei dati e la loro analisi. Ne segue che si rimanda agli obiettivi specifici di acquisizione (es.: 1.1., 1.9., 2.1., ecc.) per descrizioni complete e dettagli delle attività.

Sono state sottoposte a test procedure per il calcolo routinario della Magnitudo Locale con l'uso dei segnali della Rete Sismica Nazionale, applicabili nella produzione periodica del Bollettino Sismico (CDIT-CNT).

### **4.2 Metodologie d'indagine**

4.2A. Relativamente al settore dei dati storico-macrosismici, nell'ambito di questo obiettivo non vengono prodotti dati inediti, ma vengono raccolti, rielaborati, formattati, uniformati dati prodotti da ricerche che ricadono nell'ambito delle attività di altri obiettivi (in particolare 2.1. e 5.4.). L'attività quindi riguarda la formalizzazione dei dati raccolti secondo standard predefiniti, la georeferenziazione rispetto a sistemi di riferimento standard, la messa a punto di algoritmi per la determinazione di dati epicentrali a partire da dati di distribuzione delle intensità risentite.

4.2B. Relativamente al settore delle Banche dati strumentali (forma d'onda e parametrici) e cataloghi dei terremoti recenti è proseguita l'analisi di data-set campione (CNT-MedNet) relativi agli anni 1996-2000 e 2001-2002, per la definizione di relazioni Md-MI da applicare nella riqualificazione dei cataloghi strumentali degli ultimi 20 anni.

### **4.3 Dati acquisiti**

4.3A. Parallelamente alla messa a punto del nuovo catalogo parametrico dei terremoti storici (CPTI04) si è proceduto alla raccolta sistematica degli studi di terremoti storici e dei rilievi macrosismici di terremoti recenti prodotti successivamente al rilascio della versione precedente del catalogo, risalente al 1999. Sono stati anche raccolti ed elaborati i dati relativi a oltre venti terremoti recenti in Italia meridionale (nel periodo 1983-2002) e in Sicilia (periodo 2001-2004). Prosegue anche la raccolta dei dati da questionari macrosismici che contribuiscono alla compilazione del Bollettino Macrosismico. Sono stati anche acquisiti i risentimenti relativi ai terremoti avvenuti al di fuori dei confini nazionali ma che hanno prodotto risentimenti significativi anche in Italia, in particolare quelli contenuti nei cataloghi SISFRANCE (Francia) e ECOS (Svizzera). Sono stati anche reperiti i repertori geografici prodotti e utilizzati per la compilazione dei database DOM e CFT. Questi repertori contengono complessivamente denominazioni e coordinate di circa 80000 località, prevalentemente italiane. Si è proceduto al confronto tra i dati contenuti nei due repertori per la compilazione di un unico riferimento geografico al quale uniformare tutti i dati dei risentimenti macrosismici.

4.3B. Durante il 2004 la rete sismica nazionale e la costituenda rete geodetica hanno incrementato in maniera significativa il loro numero di stazioni e ci si rifà a quanto descritto in merito nelle relazioni dei relativi obiettivi (1.1. e 1.9.) per dettagli. Per quanto riguarda il Bollettino Sismico della Rete Sismica Nazionale, sono state riviste dall'UF CDIT di

CNT circa 47800 registrazioni, rilevati circa 5600 eventi locali, regionali e lontani, dei quali circa 1900 localizzati in Italia e aree limitrofe. Per quanto riguarda i dati relativi a sismogrammi e bollettini storici raccolti dalla UF Sismos, durante il 2004 ed a seguito del progetto EuroSeismos condotto in collaborazione con SGA, l'archivio di record storici è aumentato di circa 20.000 sismogrammi rispetto all'anno precedente. Nel 2004, i dati di Sismos relativi a sismogrammi e bollettini sono stati resi facilmente accessibili sul sito web tramite semplici query che sfruttano le potenzialità del DB mysql installato sul web server ed il linguaggio di programmazione PHP.

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

Il rilascio di una versione aggiornata del catalogo CPTI ha portato ad un miglioramento delle conoscenze sulla sismicità storica in Italia e ha consentito di ottenere delle stime dei tassi di ricorrenza più affidabili, che sono stati utilizzati per la redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ord. PCM 3274.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

4.5A. Dal punto di vista tecnologico, gli sviluppi più recenti sono legati essenzialmente alla disponibilità di server cartografici che consentono la pubblicazione su web di mappe tematiche interattive, vale a dire che consentono all'utente di interrogare il database, selezionare i dati, ecc. su base geografica. Sono stati sperimentati diversi sistemi per valutare potenzialità, tempi di elaborazione e restituzione, facilità d'uso in funzione anche al tipo di dati da rappresentare. In parallelo a questa attività anche presso la sezione di Catania si sono sperimentati applicazioni web per la disseminazione di dati macrosismici.

4.5B. Per quanto riguarda le attività svolte nell'ambito dell'archiviazione e pubblicazione dei dati strumentali si è fatto uso di procedure dinamiche che consentono "query" del DB e l'aggiornamento automatico del server web (linguaggio PHP, <http://sismos.ingv.it>).

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(63) Camassi, R. (2004). Catalogues of historical earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 645-657.

(99) Cubellis, E., S. Carlino, R. Iannuzzi, G. Luongo and F. Obrizzo (2004). Management of historical seismic data using GIS: the Island of Ischia (Southern Italy), *Nat. Hazards*, 33, 3, 379-393.

(136) Espinosa Baquero, A., A.A. Gómez Capera and E. Salcedo Hurtado (2004). State-of-the-art of the historical seismology in Colombia, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 437-449.

(173) Giesecke, A., A.A. Gómez Capera, I. Leschiutta, E. Migliorini and L. Rodriguez Valverde (2004). The CERESIS earthquake catalogue and database of the Andean Region: background, characteristics and examples of use, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 421-435.

(297) Pondrelli, S., A. Morelli and G. Ekstrom (2004). European-Mediterranean regional centroid-moment tensor catalog: solutions for years 2001 and 2002, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 127-147.

(311) Rubbia G. (2004). A review of intensity data banks online, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 873-884.

(344) Stucchi, M., P. Albin, C. Mirto and A. Rebez (2004). Assessing the completeness of Italian historical earthquake data, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 659-673.

(356) Tinti, S., A. Maramai and L. Graziani (2004). The new catalogue of the Italian tsunamis, *Nat. Hazards*, 33, 3, 439-465.

(368) Vannucci, G. and P. Gasperini (2004). The new release of the database of Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA Version 2), *Ann. Geophys.*, 47, 1, suppl., 307-334.

(369) Vannucci, G., S. Pondrelli, A. Argnani, A. Morelli, P. Gasperini and E. Boschi (2004). An atlas of Mediterranean seismicity, *Ann. Geophys.*, 47, 1, suppl., 247-306.

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Gómez Capera, A.A. and I. Leschiutta (2004). Determining the parameters of earthquake sources in South America from macroseismic intensity data (CERESIS database). Memorias del I Congreso Latinoamericano de Sismología y II Congreso Colombiano de Sismología, Armenia (Colombia), Agosto 16 al 21 del 2004, CD-ROM, 21 pp. (MI)

Ercolani E. (2004). DIRECTORY per la georeferenziazione di dati macrosismici. Rapporto Tecnico INGV-MI, Milano, settembre 2004, pp 14 + Allegati + CD-ROM. (MI)

Gruppo di Lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, vers. 2004 (CPTI04). INGV, Bologna, 10+46 pp., <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>. (MI)

## 5.3 Banche dati

- CPTI04, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (MI).
- DBM04, il database di osservazioni macrosismiche utilizzate per la compilazione del catalogo dei terremoti CPTI04 (MI).
- Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei dal 1832 al 1998 e aggiornamento al 2001 (CT).
- Catalogo dei Forti Terremoti Italiani, versione 3.1 (RM1)
- Bollettino Macrosismico (RM1).
- Bollettino Sismico della Rete Sismica Nazionale (CNT).
- Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 - CSI 1.0 (CNT).
- Sismos sismogrammi (CNT).
- Sismos bollettini (CNT).
- Catalogo Rete Sismica Osservatorio Vesuviano (NA-OV).
- Catalogo terremoti della Rete della Sicilia Orientale (CT).

## 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Realizzazione del catalogo CPTI04 e relativo Database Macrosismico da utilizzare in stime di pericolosità sismica	Romano Camassi e Massimiliano Stucchi	INGV	MI, RM1	15.000	

## Obiettivo Specifico: 5.2.

# Banche dati sull'atmosfera, il clima e l'ambiente

### 1. Curatore/i:

Giorgiana De Franceschi e Silvio Gualdi

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

RM2

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

#### Climatologia e Oceanografia Operativa

Nel corso del 2004, è stata eseguita una lunga simulazione (230 anni) ad alta risoluzione spaziale (~100 Km) del clima, per mezzo del modello accoppiato oceano-atmosfera dell'INGV. I risultati di questa simulazione sono stati raccolti in una banca dati (INGV-Bologna), di notevole interesse scientifico, in quanto consente l'analisi della variabilità naturale del clima a bassa frequenza. Inoltre, sono stati completati gli esperimenti di previsioni stagionali, per il periodo 1973-2001. In particolare, le previsioni dei principali eventi El Nino sono stati eseguiti sia ad alta (~100 Km) che a bassa (~300 Km) risoluzione. I dati sono disponibili presso il sito: <http://www.ecmwf.int/research/demeter>. È stato anche sviluppato e implementato un nuovo sistema di assimilazione dati osservati sia in situ che da satellite per l'esecuzione di analisi oceaniche globali che ha permesso la costituzione di una nuova banca dati (INGV- Bologna), relativa allo stato fisico tridimensionale degli oceani dal 1958 al 2002. Per quanto concerne le attività di oceanografia operativa, le previsioni settimanali eseguite durante il 2004 per il Mar Mediterraneo e il Mar Adriatico, nell'ambito dei progetti MFSTEP e ADRICOSM, hanno prodotto una grande quantità di analisi dello stato fisico di questi mari. I risultati di queste analisi basate su simulazioni con assimilazione di dati osservati, sono disponibili presso i siti di progetto: <http://www.bo.ingv.it/mfstep> (Mar Mediterraneo) e <http://www.bo.ingv.it/adricosm> (Adriatico).

#### Dati Multiparametrici Marini

Nel corso del 2004, si è cominciata la realizzazione di un "database" relazionale MySQL per la gestione e l'accesso alle serie temporali multi-parametriche acquisite a fondo mare. I dati in questione sono stati acquisiti durante gli esperimenti condotti con gli osservatori benthici GEOSTAR, SN-1, con le reti di osservatori da fondo mare ORION e ASSEM e con moduli del tipo Ocean Bottom Seismometers/Hydrophones e di tipo moorings. Il sistema MySQL si avvarrà di 1 tera-byte di memoria di massa per l'organizzazione e la gestione dei dati, i quali potranno venire scaricati per mezzo di un'interfaccia grafica.

#### Geomagnetismo

Durante il 2004 sono stati acquisiti i dati al minuto per le tre componenti del campo magnetico terrestre presso gli osservatori geomagnetici di L'Aquila e Castello Tesino e presso l'Osservatorio in Antartide di Baia Terranova. Questi dati sono poi stati integrati con le registrazioni effettuate presso le stazioni magnetiche di Belluno e Gibilmanna (Palermo), con analogo campionamento. Inoltre, è stato completato il database dal 1998 al 2003 delle misure magnetiche assolute dell'Osservatorio di Castello Tesino per produrre gli annuari dello stesso periodo, mentre il database delle misurazioni sui capisaldi della rete magnetica Nazionale è stato aggiornato, per la metà dei capisaldi, con le misure del 2004. Infine, la campagna di misure magnetiche svolta in Albania nel settembre 2004, ha contribuito ad un analogo archivio per le misure dei capisaldi magnetici per il periodo 1994 (prima campagna INGV in Albania) – 2004. Sulla base dei magnetogrammi prodotti presso l'Osservatorio di L'Aquila viene derivato l'indice di attività magnetica K che fornisce una stima del livello magnetico di attività secondo una scala min-max 0-10.

## Alta Atmosfera

Nel corso del 2004 i dati prodotti dall'attività di monitoraggio dei parametri fisici dell'alta atmosfera sono stati raccolti e archiviati su due server Win2000, (<http://eskimo.ingv.it> e <http://ionos.ingv.spaceweather/start.htm>). I due siti, opportunamente configurati, sono in costante manutenzione e sviluppo per rispondere alle esigenze scientifiche, tecnologiche e applicative nel settore delle comunicazioni e dello "Space Weather". Il server ESKIMO è dedicato a svolgere attività di accesso ai dati e controllo remoto dei sistemi di misura negli Osservatori polari di Baia Terra Nova-MZS (Antartide) e Ny-Alesund (Svalbard, Norvegia- Artide). Il server IONOS, di recente implementazione, gestisce l'accesso e il post processing dei dati degli Osservatori a medie latitudini (Roma e Gibilmanna) utilizzati per l'aggiornamento continuo dei diagrammi di F-plot e per produrre mappe ionosferiche, in tempo reale, sul mediterraneo centrale, basate su modelli "climatologici" e costruite attraverso l'assimilazione istantanea delle osservazioni ionosferiche.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Lo stato fisico dell'oceano globale, del Mar Mediterraneo e del Mar Adriatico è stato analizzato per mezzo di simulazioni, eseguite con modelli di circolazione oceanica, e un particolare sistema di assimilazione dati in situ e da satellite.

Gli osservatori sottomarini hanno acquisito in continuo dati geofisici, oceanografici e chimici.

Gli Osservatori geomagnetici, le stazioni variometriche, i capisaldi, equipaggiati con sistemi magnetometrici scalari o vettoriali, hanno acquisito in continuo i dati magnetici. Esistono archivi specifici e programmi di gestione appositi per la selezione, l'estrazione, e il confronto dei dati stessi.

I sistemi di osservazione dell'alta atmosfera ionizzata, costituiti da ionosonde, stazioni riometriche e stazioni GISTM per il monitoraggio del TEC e scintillazioni ionosferiche, hanno acquisito in continuo con frequenza variabile in funzione dei parametri fisici da osservare. I dati sono stati archiviati e validati.

#### **4.2 Metodologie d'indagine**

Lo schema di assimilazione utilizzato nell'analisi oceanica si basa sul metodo della "Interpolazione Ottimale", che sfrutta il metodo di minimizzazione dell'errore dei minimi quadrati. Nell'analisi dell'oceano globale vengono assimilati dati osservati di temperatura e salinità mentre per il Mar Mediterraneo e Mar Adriatico viene considerata anche l'altezza di livello del mare.

L'acquisizione continua di misure geofisiche e ambientali a fondo mare è stata eseguita da osservatori di fondo mare equipaggiati di sensori con un unico riferimento temporale che permette di disporre di dati relativi a fenomeni con scale temporali differenti, di poter distinguere fenomeni transitori e periodici, e di poter mettere in relazione fenomeni tradizionalmente studiati separatamente. I dati sono validati e in seguito elaborati con tecniche tradizionali e/o con metodologie di comparazione (e.g., "analisi di coerenza").

I magnetogrammi ottenuti dai vari sistemi di misura presso gli Osservatori sono archiviati digitalmente. Dagli stessi sono estratte le medie orarie, diurne e mensili, infine quella annuale dell'anno in questione. I dati sono poi pubblicati nella forma di annuari di Osservatorio. Metodologie più sofisticate sono applicate per l'analisi spazio-temporale dei dati allo scopo di fornire appropriati modelli fisico matematici del campo magnetico terrestre in Italia.

Gli ionogrammi ottenuti a medie latitudini sono autoscalati con software originale AUTOSCALA e processati in tempo reale sul server IONOS per ottenere in tempo quasi reale gli Fplot e le mappe di nowcasting regionale. Le osservazioni a latitudini polari sono acquisite e in parte processate su server locali e quindi trasmesse e archiviate sul server ESKIMO.

#### **4.3 Dati acquisiti**

I dati prodotti dalle analisi oceaniche con frequenza giornaliera per il periodo 1962-2001, sono i parametri fisici tridimensionali dell'oceano globale (31 livelli verticali, risoluzione spaziale di 2°). Le analisi oceaniche per il Mediterraneo con frequenza giornaliera per il periodo 1999-2004, sono state eseguite con risoluzione spaziale di 1/8° su 31 livelli verticali e quelle del Mar Adriatico, con frequenza giornaliera e per il periodo 2003-2004, hanno prodotto una banca dati con risoluzione spaziale di 5 Km su 21 livelli verticali.

Gli osservatori sottomarini hanno acquisito in modalità continua e con un unico riferimento temporale dati geofisici, oceanografici (velocità puntuale e velocità degli strati d'acqua al di sopra dell'osservatorio, temperatura, pressione, conducibilità) e chimici (e.g., pH, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S).

I dati magnetici acquisiti in Osservatorio sono le medie al minuto del campo magnetico totale, le componenti cartesiane X,Y,Z, la declinazione magnetica e l'inclinazione. Insieme a questi dati, vengono archiviati gli indici di attività magnetica K, le medie annuali di altri Osservatori mondiali, i valori del campo magnetico terrestre presso i capisaldi della Rete Magnetica Italiana ridotti ad epoche fondamentali allo scopo di realizzare ricerche mirate sulle proprietà del campo geomagnetico.



I dati di alta atmosfera acquisiti si riferiscono ai parametri di sondaggio ionosferico verticale, di rumore cosmico, di TEC e scintillazione ionosferica. I dati vengono archiviati sui server IONOS e ESKIMO. Per l'Osservatorio storico di Roma, viene annualmente aggiornato un cd data collection.

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

La disponibilità di lunghe analisi oceaniche globali di alta qualità, ha permesso di comprendere i meccanismi che regolano la variabilità climatica a scale temporali lunghe. Le analisi rappresentano un'eccellente banca dati per la verifica delle simulazioni climatiche e degli esperimenti di previsioni stagionali eseguite col modello accoppiato. Le analisi del Mediterraneo e dell'Adriatico hanno consentito di chiarire alcuni aspetti della loro variabilità fisica.

L'analisi delle variazioni delle medie annuali del campo geomagnetico su lunghe serie temporali ha permesso di individuare spiccate caratteristiche caotiche del campo, con tempi di memoria di 5-6 anni, in accordo con i tempi di aggiornamento dei modelli globali e nazionali del campo stesso.

La disponibilità dei dati di TEC e scintillazione ionosferica permette lo studio della formazione e dinamica delle irregolarità ionosferiche in funzione dei fenomeni perturbativi provenienti dallo spazio esterno.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

È stato implementato il metodo di assimilazione multivariata che permette di assimilare dati osservati di temperatura, salinità e altezza di livello del mare.

È stato sviluppato un sistema per migliorare le risoluzioni spaziali delle analisi del Mar Mediterraneo e del Mar Adriatico.

Il modello accoppiato dell'INGV è stato migliorato per consentire previsioni globali con risoluzione spaziale orizzontale di 100 Km.

Nell'ambito del programma ARM (Antarctic Reference Model) è stato sviluppato un programma in armoniche sferiche su calotta sferica che fornisce un modello tridimensionale del campo magnetico terrestre in Antartide dal 1960 ad oggi.

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(130) Druon, J.N., W. Schimpf, S. Dobricic and A. Stips (2004). Comparative assessment of large-scale marine eutrophication: North Sea area and Adriatic Sea as case studies, *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 272, 1-23.

(178) Gualdi, S., A. Alessandri and A. Navarra. Impact of atmospheric horizontal resolution on ENSO forecasts, *Tellus Ser. A* (accepted).

(224) Masina, S., P. Di Pietro and A. Navarra (2004). Interannual-to-decadal variability of the North Atlantic from an ocean data assimilation system, *Clim. Dyn.*, 23, 5, 531-546.

(269) Palmer, T.N., A. Alessandri, U. Andersen, P. Cantelaube, M. Davey, P. Délecluse, M. Déqué, E. Díez, F.J. Doblas-Reyes, H. Feddersen, R. Graham, S. Gualdi, J.F. Guérémy, R. Hagedorn, M. Hoshen, N. Keenlyside, M. Latif, A. Lazar, E. Maisonave, V. Marletto, A.P. Morse, B. Orfila, P. Rogel, J.M. Terres and M.C. Thomson (2004). Development of a European multimodel ensemble system for seasonal-to-interannual prediction (DEMETER), *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 85, 6, 853-872.

#### 5.2 Altre Pubblicazioni

Pinardi, N., E. Arneri, A. Crise, M. Ravaioli and M. Zavatarelli (2004). The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea. *THE SEA*, vol. 14, Harvard University Press, (in press).

Pinardi, N., G. Coppini, A. Grezio and P. Oddo. Ocean Climate variability in the Mediterranean Sea: climate events and marine forecasting activities, *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge. Ocean Climate variability in the Mediterranean 2004*, Cambridge University Press, (in press).

#### 5.3 Banche dati

- Analisi oceaniche globali (1962-2001)- INGV- UF Climatologia Dinamica (Bologna).
- Previsioni stagionali globali oceano e atmosfera (1973-2001; 1982-1991; 1996-2000) presso <http://www.ecmwf.int/research/demeter>.
- Previsioni settimanali, analisi della circolazione oceanica del Mar Mediterraneo (1999-2004), del Mar Adriatico (2003-2004) presso, rispettivamente, <http://www.bo.ingv.it/mfstp> e <http://www.bo.ingv.it/adricosm>
- Medie al minuto, orarie, diurne, mensili, annue di Osservatorio geomagnetico (L'Aquila e Castello Tesino), dati al minuto presso le stazioni di Gibilmanna (Palermo) e Belluno, presso <http://www.ingv.it/geomag/osservat.htm>

- Rome Ionospheric Data Collection 2004 (cd data). Pezzopane, M. e Pau S., INGV-RM2-UF FAA
- Ionospheric Observation Results 2003-2004 at Mario Zucchelli Station-Terra Nova Bay, Antartica. INGV-RM2-UF FAA
- Ionogrammi e parametri autoscalati (foF2, MUF(3000)F2, M(3000)F2, fxi) dagli Osservatori di Roma, Gibilmanna (<http://ionos.ingv.it/spaceweather.htm>).
- Ionogrammi verticali, dati di rumore cosmico, dati di TEC e scintillazione ionosferica in area polare presso <http://eskimo.ingv.it>

#### 5.4 Prodotti tecnologici

- Calcolo interattivo su web (<http://www.ingv.it/arm>) del valore del campo geomagnetico fornito dal modello ARM in qualsiasi punto del continente antartico e nel periodo di validità del modello.
- fplot relativi e mappe sull'area mediterranea della foF2 e dell' M(3000)F2 in tempo reale accessibili su web (<http://ionos.ingv.it/spaceweather/start.htm>).

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Adricosm-Pula Bay	N. Pinardi	Ministero Ambiente, UNESCO	RM2		
Adricosm-Neres	N. Pinardi	Ministero Ambiente, UNESCO	RM2	25.000	
MFSTEP	N. Pinardi		RM2		
Cooperazione Italia – USA sulla Scienza dei cambiamenti climatici	A. Navarra	Ministero Ambiente	RM2	70.000	
ENACT	S. Masina	EU	RM2		

## **Obiettivo Specifico: 5.3.**

# **Sistema Informativo Territoriale**

### **1. Curatore/i:**

Fawzi Doumaz, Maria Teresa Pareschi e Giuseppe Vilardo

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

CNT, RM1, NA-OV, MI, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Il SF 18 non era presente esplicitamente nel PT 2004-2006. Comunque i principali obiettivi raggiunti sono stati:

- a) Sviluppo di software in ambiente GIS per il supporto alla sorveglianza sismica del territorio Italiano, con implementazione di una nuova procedura di comunicazione dell'evento al Dipartimento della Protezione Civile (SISMAP);
- b) sviluppo di un modello del terreno italiano ad alta risoluzione;
- c) sviluppo di una banca dati cartografici e da aereo georeferenziata digitale per la mappatura dei rischi naturali;
- d) sviluppo di un laboratorio per le emergenze vulcaniche, in particolare per le eruzioni etnee;
- e) sviluppo di un portale per la consultazione di elementi strutturali per la Campania;
- f) sviluppo di una banca dati degli incendi da immagini telerilevate.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Nelle varie sezioni la situazione dei dati cartografici di base è molto variegata. In alcuni casi i dati cartografici di base sono stati acquistati direttamente da singoli gruppi di ricerca e/o UF delle sezioni nell'ambito di progetti specifici, e in questo caso con limitazioni al loro utilizzo nell'ambito delle unità acquisite. In altri casi sono dati elaborati dall'INGV nell'ambito di Convenzioni specifiche (es. Prot. Civile, Min. Ambiente, ecc.).

Per sezione ecco le banche dati disponibili, i programmi prodotti/sviluppati, il laboratori e le facilities attive.

#### Sezione NA-OV

Per quanto riguarda le attività di servizio si è provveduto alla catalogazione, all'archiviazione ed all'adeguata diffusione di dati cartografici e territoriali in formato cartaceo e digitale fornendo a tutte le UF ed UP interessate un concreto supporto tecnologico ed informativo grazie alla risoluzione di una vasta gamma di problemi relativi alla rappresentazione geografica e territoriale delle aree di indagine ed alla elaborazione di prodotti cartografici e di immagini specifici (portale all'indirizzo: <http://ipf.ov.ingv.it/map/>). Le attività di ricerca svolte hanno riguardato l'applicazione di metodologie e tecniche di analisi integrata in ambiente GIS di dati geologico-geofisici, dati da telerilevamento satellitare a media ed alta risoluzione spaziale e dati cartografici di tipo topoaltimetrico, per studi di carattere sismotettonico e morfostrutturale. In particolare, tali metodiche d'indagine sono state applicate allo studio della sismicità e di strutture tettoniche attive ed alla caratterizzazione dell'assetto strutturale dell'arcipelago Eoliano.

## Sezione RM1

I dati digitali prodotti sono stati processati nell'ambito di alcune Convenzioni (Protezione Civile, Min. Amb. e Progetti GNV, GNDCl). Fra le banche dati territoriali sviluppate ricordiamo:

- Il Sistema SITOGEO funzionante per l'intero territorio nazionale. Consiste in un data base geografico (dati cartografici e immagini da aereo a risoluzione 1m). I dati sono georeferenziati ed ortorettificati.
- Il modello del terreno a passo 10m di tutta Italia. Il modello in formato TIN è stato ricavato con un algoritmo (Favalli e Pareschi, 2004, JGR) in grado di ricostruire creste e fondivalle.
- Rilievi laser scanning dell'Etna
- La banca dati di alcuni Modelli del Terreno storici di Vesuvio ed Etna
- La banca dati delle immagini LANDSAT 2002-2003-2004 ortorettificate
- La banca dati degli incedi ricavati da immagini da satellite LANDSAT estate 2003

## Sezione Catania

La sezione di Catania si è occupata principalmente di monitoraggio delle aree vulcaniche e sismogenetiche attive della Sicilia orientale. In questo ambito è nato il laboratorio di Cartografia digitale (LCD), che supporta le diverse esigenze sia nell'ambito delle attività di routine che durante le emergenze legate ad attività vulcaniche.

In particolare sono comprese le seguenti attività in occasione di eventi eruttivi:

- Rilievi dei flussi lavici: questa attività prevede, in caso di eventi effusivi, la mappatura delle aree ricoperte dai flussi lavici e del loro spessore tramite sopralluoghi diretti, misure GPS, altimetriche e distanziometriche, foto, riprese aeree e mappature termiche.
- Rilievi dei tefra: consiste nella mappatura delle aree ricoperte dai tefra, attraverso la misura di spessori o masse di materiale sul terreno e la loro campionatura.
- Rilievi morfostrutturali.
- Misure fisiche dirette (es. temperatura).

Dopo l'analisi dei dati si procede alla rappresentazione cartografica delle strutture e dei flussi lavici rilevati e alla produzione di carte giornaliere utilizzate dagli organi competenti (Dipartimento della Protezione Civile e Prefettura), inoltre pubblicate sul sito internet della Sezione di Catania, [www.ct.ingv.it](http://www.ct.ingv.it). Un esempio è la recente eruzione 2004 dell'Etna.

## Sezione Milano

I risultati di maggior rilievo della sezione consistono nella produzione di dati tematici. Fra questi ricordiamo: la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM n. 3274, del 20/03/2003) che riporta i valori di accelerazione attesi col 10% di probabilità in 50 anni, la riclassificazione sismica dei comuni italiani, la nuova zonazione sismogenetica ZS9 e il catalogo dei terremoti CPTI04. Sono stati inoltre prodotti alcuni dati di base, quali la determinazione dei centroidi delle località italiane, per la corretta attribuzione dell'intensità macrosismica, al fine di produrre cataloghi macrosismici di elevata accuratezza spaziale. Nella sezione sono anche disponibili dati di base a scala nazionale, quali le sezioni di censimento ed i limiti amministrativi ISTAT 1991, il modello digitale del terreno a scala nazionale con risoluzione 250 m, le CTR della regione di appartenenza in formato raster e la copertura geologica a scala 1:500.000 del territorio nazionale.

## Sezione CNT (Centro Nazionale Terremoti)

Il laboratorio GIS e GeoMatica del CNT ha continuato a sviluppare per la sala sismica dell'INGV il prodotto SisMap per seguire l'evoluzione naturale di questo software, implementando una procedura che aiuti nella comunicazione dell'evento sismico seguendo un nuovo protocollo stabilito con il Dipartimento di Protezione Civile. Questa procedura distilla l'informazione essenziale da comunicare in una finestra che appare automaticamente all'esito della terza e l'ultima localizzazione. È stato ripensato e riscritto il modo nel quale viene configurato SisMap, per quanto riguarda i parametri di inizializzazione. Si è infine migliorato ed ottimizzato il codice per accelerare il display dei tematismi coinvolti nella rappresentazione della localizzazione.

### **4.2 Metodologie d'indagine**

---

### **4.3 Dati acquisiti**

---

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

---

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(4) Aguilera, E., M.T. Pareschi, M. Rosi and G. Zanchetta (2004). Risk by lahars in the Northern valleys of Cotopaxi volcano (Ecuador), *Nat. Hazards*, 33, 2, 161-189.

(18) Alparone, S., D. Andronico, S. Giammanco and L. Lodato (2004). A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna (Sicily, Italy) before the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1

(21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002-03 Etna eruption:

(42) Bindi, D., R.R. Castro, G. Franceschina, L. Luzi and F. Pacor (2004). The 1997-1998 Umbria-Marche sequence (central Italy): source, path, and site effects estimated from strong motion data recorded in the epicentral area, *J. Geophys. Res.*, 109, B4, B04312.

(61) Calvari, S., L. Spampinato, L. Lodato, A.J.L. Harris, M.R. Patrick, J. Dehn, M.R. Burton and D. Andronico. Chronology and complex volcanic processes during the 2002-2003 flank eruption at Stromboli volcano (Italy) reconstructed from direct observations an

(78) Castro, R.R., F. Pacor, D. Bindi, G. Franceschina and L. Luzi (2004). Site response of strong motion stations in the Umbria, Central Italy, region, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 576-590.

(79) Chiarabba, C., N.A. Pino, G. Ventura and G. Vilardo (2004). Structural features of the shallow plumbing system at Vulcano Island, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 477-484.

(146) Favalli, M. and M.T. Pareschi (2004). Digital elevation model reconstruction from structured topographic data: the DEST algorithm, *J. Geophys. Res.*, 109, F4, F04004.

(147) Favalli, M., D. Karátson, R. Mazzuoli, M.T. Pareschi and G. Ventura. Volcanic geomorphology and tectonics of the Aeolian archipelago (Southern Italy) based on integrated DEM data, *Bull. Volcanol.* (accepted).

(148) Favalli, M., F. Mazzarini, M.T. Pareschi and E. Boschi (2004). Role of local wind circulation in plume monitoring at Mt. Etna Volcano (Sicily): insight from a mesoscale numerical model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09105.

(149) Favalli, M., M.T. Pareschi, A. Neri and I. Isola. Forecasting lava flow paths by a stochastic approach, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).

(183) Gurioli, L., M.T. Pareschi, E. Zanella, R. Lanza, E. Deluca and M. Bisson. Interaction of pyroclastic density currents with human settlements: evidence from Ancient Pompeii, *Geology* (accepted).

(227) Mazzarini, F., M.T. Pareschi, M. Favalli, I. Isola, S. Tarquini and E. Boschi. Morphology of basaltic lava channel during the Mout Etna September 2004 eruption from airborne laser altimeter data, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).

(320) Saroli, M., S. Stramondo, M. Moro and F. Doumaz. Movements detection of Deep Seated Gravitational Slope Deformations by means of InSAR data and Photogeological interpretation: Northern Sicily case study, *Terr. Nova* (accepted).

(342) Stramondo, S., M. Moro, C. Tolomei, F.R. Cinti and F. Doumaz. InSAR surface displacement field and fault modelling for the 2003 Bam earthquake (South-Eastern Iran), *J. Geodyn.* (accepted).

(343) Stramondo, S., M. Moro, F. Doumaz and F.R. Cinti. The 26 December 2003, Bam, Iran earthquake: surface displacement from Envisat ASAR interferometry, *Int. J. Remote Sens.* (accepted).

(371) Ventura, G. and G. Vilardo. Estimates of fluid pressure and tectonic stress in hydrothermal/volcanic areas: a methodological approach, *Ann. Geophys.* (accepted).

(372) Ventura, G., G. Vilardo and P.P. Bruno (2004). Comment on "A new model for the formation of the Somma Caldera" (2004) by G. Rolandi, F. Bellucci and M. Cortini, *Mineral. Petrol.*, 82, 157-158.

(382) Zanchetta, G., R. Sulpizio, M.T. Pareschi, F.M. Leoni and R. Santacroce (2004). Characteristic of May 5-6, 1998 volcanoclastic debris-flows in the Sarno area (Campania, southern Italy): relationships to structural damage and hazard zonation, *J. Volcanol.*

## 5.2 Altre Pubblicazioni

Aiello G., Budillon F., Chiocci F., D'Argenio B., de Alteriis G., De Lauro M., Ferraro L., Marsella E., Molosso F., Passaro S., Pelosi N., Sacchi M., Terranova C., Tondelli R., Vilardo G., Violante C. (2004). Multibeam bathymetry of the Naples Bay, Eastern Tyrrhenian Sea. In press. (NA)

Nappi R., Alessio G., Gaudiosi G., Maturano A., Cubellis E. (2004). La Sismicità in Italia e in Campania, conosciamo i terremoti della nostra regione. (Poster) Galassia Gutemberg. (NA)

Nappi R., Alessio G., Gaudiosi G.. Grafica a cura di Sansivero F. (2004). La sismicità in Italia e in Campania.....Conosciamo i Terremoti della nostra regione. (Opuscolo divulgativo) Galassia Gutemberg, 2004. (NA)

Nappi, R., Alessio, G. and U.F. Vulcanologia e Petrologia OV-INGV (2004). The active volcanoes of the Neapolitan area. (Poster) Geoexpo, 32<sup>nd</sup> International Geological Congress, Firenze 2004. (NA)

Bonagura, M.T.; Damiano, N.; Saccorotti, G.; Ventura, G.; Vilardo, G.; Wallenstein, N. (2004). Fault geometries from the space distribution of earthquakes at Sao Miguel Island (Azores): inferences on the active deformation. European Geosciences Union, 1st General Assembly, Nice, France, 25 - 30 April 2004. (NA)

Demi F., Sulpizio R., Zanchetta G., M.T. Pareschi, R. Santacroce, The hazard zonation of sin-eruptive volcanoclastic debris flows in the Vesuvius area (Italy), Penrose conference, Mexico City, January 2004. (RM1)

M. Bisson, M. Favalli, I. Isola, G.F. Mazzarini, M.T. Pareschi, G. Zanchetta, Hazard assessment from debris flows related to burned areas: morphological constrains from digital terrain models, 32nd International Geological Congress, August 20-28, 2004, Florence, Italy. (RM1)

M. Favalli, A. Neri, M. T. Pareschi, G. Macedonio, Gis-Integrated numerical models for lava flow hazard assessment, 32nd International Geological Congress, August 20-28, 2004, Florence, Italy. (RM1)

E. Galanti, M.T. Pareschi, C. Principe, G. Zuccaro, M. Bisson, Roof collapse by volcanic ash fallout deposits. Validation of the predicted failures on the historical 1906 and 1944 events at Vesuvius, 32nd International Geological Congress, August 20-28, 2004, Florence, Italy. (RM1)

M. Favalli, D. Karatson, R. Mazzuoli, M.T. Pareschi, G. Ventura, Submarine geomorphology and tectonics of the Aeolian Islands (Southern Italy): hazard implications, Chile 2004 (RM1)

## 5.3 Banche dati

- Aggiornamento e Manutenzione WEB-Server Cartografico (<http://ipf.ov.ingv.it/map/>);
- Manutenzione ed implementazione Funzionalità portale WEB dei Sistemi Informativi territoriali WEB-Based ([http://ipf.ov.ingv.it/lgc/index\\_it.html](http://ipf.ov.ingv.it/lgc/index_it.html));
- Banca dati immagini telerilevate e prodotti derivati;
- Banca dati cartografici in formato cartaceo e digitale;
- Banca dati di osservazioni geologiche e geofisiche;
- Il progetto GEOSERVER produrrà una serie di Banche dati che si chiameranno Geo Data base che saranno di tipologie varie secondo l'evoluzione dei gruppi di lavoro che le utilizzeranno e arricchiranno.

## 5.4 Prodotti tecnologici

- [www.ov.ingv.it](http://www.ov.ingv.it)
- [www.ingv.it](http://www.ingv.it) (CNT)
- [www.ct.ingv.it](http://www.ct.ingv.it)
- Programma DEST (da richiedersi a [DEST-pareschi@pi.ingv.it](mailto:DEST-pareschi@pi.ingv.it), descritto nell'articolo: M. Favalli and M. T. Pareschi (2004).
- Digital elevation model reconstruction from structured topographic data: the DEST algorithm, *J. Geophys. Res.*, 109, F04004, doi:10.1029/2004JF000150.

- Profili topografici laser scanning ad alta risoluzione di una colata attiva, da scaricare dalla rete, abbinati all'articolo: Mazzarini F., M. T. Pareschi, M. Favalli, I. Isola, S. Tarquini, E. Boschi, Morphology of basaltic lava channel during the Mount Etna September 2004 eruption from airborne laser altimeter data, Geophysical Research Letters, 32, L03305, doi:10.1029/2004GL021718, 2005.

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Progetto DIGITALIA	Maria Teresa Pareschi	Ministero dell'Ambiente	RM1		
Mappatura Incendi e dissesto	Maria Teresa Pareschi	Ministero dell'Ambiente	RM1		
Zonazione dei Lahars	Maria Teresa Pareschi	Progetto GNV	RM1		
GEOSERVER	F. Doumaz	INGV	CNT		
MOBIGIS	F. Doumaz	INGV	CNT		





## Obiettivo Specifico: 5.4.

# Emergenze sismiche

### 1. Curatore/i:

Claudio Chiarabba e Paola Montone

### 2. Sezioni che hanno concorso alle attività:

Amm. Centrale, CNT, RM1, NA-OV, MI, CT

### 3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:

Data la recente istituzione della tematica trasversale "Emergenze sismiche" l'obiettivo dell'anno 2004 è stato quello di operare uno studio di fattibilità sulla tematica, omogeneizzando e ottimizzando il lavoro dei vari gruppi operativi all'interno di uno schema più ampio. E' stato inoltre definito uno stato dell'arte dello statuto e operatività dei diversi gruppi finalizzato a definire con maggiore incisività i programmi degli anni successivi. L'INGV gestisce le emergenze sismiche impiegando ricercatori e tecnici dell'Ente riuniti in Gruppi Operativi precostituiti:

- 1) Rete Sismica Mobile.
- 2) Emergeo.
- 3) Quest.
- 4) Effetti di sito.

L'acquisizione e l'elaborazione dei dati raccolti in maniera indipendente da questi gruppi ha permesso, già in diverse occasioni in Italia e all'estero, di fornire una prima risposta immediata all'emergenza stessa. In particolare obiettivo dei gruppi è quello di acquisire rapidamente informazioni relative a:

- catalogo delle scosse sismiche;
- localizzazioni epi ed ipocentrali;
- rotture cosismiche di superficie;
- geometria e cinematica della rottura in superficie e in profondità;
- effetti geologici secondari (frane, fratture);
- sviluppo nel tempo e nello spazio della sequenza;
- stima preliminare della dimensione dell'area colpita;
- severità degli effetti sul territorio;
- rilievo macrosismico speditivo e distribuzione dei danni;
- processi di radiazione e di propagazione dell'energia sismica su scala locale.

## 4. Descrizione delle attività

### 4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati

#### Rete Sismica Mobile

L'INGV ha a disposizione numerose stazioni sismiche digitali con registrazione in locale o in telemetria legate al monitoraggio temporaneo della sismicità. Tale strumentazione genericamente chiamata Rete sismica mobile è a disposizione presso il CNT Roma, l'OV, la Sezione di Catania e quella di Milano. Le tipologie strumentali e l'attività dell'insieme di questa strumentazione non è mai stata coordinata all'interno dell'ente. Sommando le disponibilità strumentali delle varie sezioni, la possibile Rete Sismica Mobile del futuro potrebbe vantare di un parco strumentale con più di 150 stazioni sismiche digitali e sensori a larga banda, a banda estesa e accelerometrici distribuiti fra le varie

sezioni dell'ente. Attualmente il servizio di pronto intervento della Rete sismica mobile a seguito di forti terremoti si avvale di un turno di reperibilità h24 operativo nella sola sede di Roma-CNT. Tale struttura ha a disposizione autoveicoli sempre presenti dedicati all'emergenza

### Emergeo

Il gruppo di lavoro Emergeo è stato ufficialmente costituito nel giugno 2003 con il fine di effettuare il rilievo degli effetti geologici prodotti in superficie da eventi sismici di magnitudo prossima o superiore a 5.5 in Italia e nell'area mediterranea. In caso di evento sismico in territorio italiano o nell'area mediterranea, il Coordinamento di Emergeo (composto attualmente da 6 ricercatori) viene allertato con SMS dalla sala sismica. Verificata, con la Sala Sismica e con i responsabili dell'emergenza, la necessità di un intervento per rilievi geologici, viene avvisato il personale Emergeo disponibile ad attivarsi entro 24-48 ore. Emergeo fornisce informazioni dettagliate relative alla struttura sismogenetica e al campo di fratturazione ad essa collegato, quali geometria e cinematica delle deformazioni osservate, estensione della zona interessata, carte geologiche-geomorfologiche e tettoniche. Al fine di raggiungere gli scopi predetti tale gruppo dispone di un protocollo operativo.

### Quick Earthquake Survey Team (QUEST)

QUEST è un Gruppo di Lavoro composto da esperti di rilievo macrosismico post-terremoto in grado di agire in autonomia con lo scopo di fornire, rapidamente ed univocamente, il quadro degli effetti nell'area colpita da un evento sismico, a supporto degli interventi di Protezione Civile e della Comunità Scientifica. Il Gruppo di Lavoro si è costituito formalmente all'interno delle INGV nel 2000, codificando procedure e modalità di intervento già pianificate in precedenza su base volontaria. Il Team Quest si attiva in caso di terremoti al di sopra della soglia del danno ( $M > 4.5-5$ ), e interviene nell'area colpita per la delimitazione speditiva dell'area di danneggiamento attraverso un rilievo diretto. Contemporaneamente procede alla raccolta e alla elaborazione di dati per finalità più propriamente scientifiche, operazione che riveste una urgenza analoga, in quanto, una volta conclusi gli interventi di messa in sicurezza degli edifici, gli effetti dell'evento non saranno più univocamente leggibili. In caso di terremoto è previsto uno schema organizzativo che consente a QUEST di mettere rapidamente a disposizione le proprie competenze. Tali competenze sono fortemente multidisciplinari (sismologia, sismologia storica, geologia, ingegneria, macrosismica), caratteristica che consente di gestire situazioni molto complesse, sia nell'interpretazione del danneggiamento sia per il corretto inquadramento della specifica emergenza sismica nel contesto storico, sismologico e sismotettonico.

### Gruppo Effetti di Sito

Il Gruppo è composto da ricercatori INGV disponibili ad attivarsi immediatamente dopo l'evento sismico (Magnitudo  $>5$ ). Il gruppo dispone di una dozzina di stazioni sismiche con acquisizione locale su disco e sensori a banda larga. Le stazioni sono in genere installate tutte entro una distanza massima di un paio di chilometri. La registrazione delle repliche nell'immediato post-terremoto nelle aree maggiormente danneggiate fornisce informazioni importanti per l'interpretazione della distribuzione dei danni e per lo studio dei processi di radiazione e di propagazione dell'energia sismica su scala locale.

## **4.2 Metodologie d'indagine**

Le metodologie di indagine dei diversi gruppi sono molto diverse in funzione dei dati analizzati e degli obiettivi di ricerca che ne derivano. Non viene riportato il dettaglio delle numerose tecniche.

## **4.3 Dati acquisiti**

Sono stati processati dai vari gruppi i dati delle emergenze sismiche acquisiti in passato. Durante la fase di inizio delle attività del tema coordinato si è verificato l'evento sismico del Garda durante il quale i vari gruppi sono stati operativi anche se operativamente non hanno beneficiato della struttura che si stava creando. Sono stati acquisiti dati sismologici relativi agli aftershocks della sequenza sismica e sono stati analizzati i danni derivati dal sisma e creati campi macrosismici.

## **4.4 Avanzamenti scientifici**

Considerando che il tema trasversale ha svolto principalmente uno studio di fattibilità, non sono considerabili avanzamenti scientifici inerenti al tema stesso nell'anno 2004.

## **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Lo sviluppo delle reti di osservazione sismologiche e geofisiche è stato portato avanti secondo le specifiche descritte nel TTC1 Monitoraggio sismico.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

### 5.2 Altre Pubblicazioni

---

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
-	-	-	-	-	-



## **Obiettivo Specifico: 5.5.**

# **Emergenze vulcaniche**

### **1. Curatore/i:**

**Alessandro Bonaccorso** e Rocco Favara

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM1, NA-OV, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Le emergenze vulcaniche sono caratterizzate da attività che sono in relazione con l'Obiettivo 1 inerente allo sviluppo dei sistemi di osservazione che contribuiscono al monitoraggio dei fenomeni eruttivi e alla loro valutazione. Le emergenze vulcaniche a loro volta, con l'enorme mole di dati raccolti, sostengono lo sviluppo della ricerca in relazione agli Obiettivi 3.a fisica del vulcanismo e 4.2 pericolosità e rischio vulcanico. Le emergenze vulcaniche non sono completamente prevedibili e di conseguenza gli obiettivi associati a questo tema non possono essere totalmente programmabili, ma bensì sono da porsi in relazione alla contingenza delle situazioni eruttive medesime. Le differenti emergenze del 2002-03 (Etna 2002-03, Panarea 2002, Stromboli 2002-03) hanno rappresentato un ottimo banco di prova per evidenziare le capacità dell'INGV, attraverso i vari contributi delle diverse Sezioni (CNT, CT, OV, PA, RM1), a fronteggiare nel campo vulcanologico eventi delicati, e anche poco usuali, come differenti emergenze in contemporanea, e per consolidare il supporto scientifico alle attività del Dipartimento di Protezione Civile (DPC). Il 2004, per quanto riguarda l'attività vulcanica nel territorio nazionale, è stato un anno abbastanza "calmo". Le normali attività multidisciplinari di monitoraggio e di sorveglianza dei vulcani attivi corredati dai periodici rapporti sul loro stato hanno permesso di continuare a consolidare le sinergie e i collegamenti tra le diverse sale operative H24 dell'Ente (CNT, CT, NA) che ormai hanno raggiunto un buon grado di interazione. Nel 2004 l'unico episodio che ha creato un reale warning, o se vogliamo un'emergenza vulcanica a bassa criticità, è stato l'attività eruttiva dell'Etna iniziata nel Settembre 2004. L'intervento dell'INGV, anche in questo caso, è stato tempestivo ed ha garantito un completo ed efficace supporto al DPC. L'INGV ha seguito l'evoluzione del fenomeno eruttivo attraverso diverse tipologie di indagini e sistemi di monitoraggio multidisciplinari, e la Sezione di Catania ha necessariamente assunto il ruolo predominante nell'esecuzione e il coordinamento delle attività. L'allerta è stata data durante le prime manifestazioni effusive avvenute alla base del cratere sommitale SE, e quindi il warning è proseguito nei giorni successivi durante la propagazione delle fratture eruttive e la successiva fase effusiva riversatasi all'interno dell'ampia depressione naturale della Valle del Bove. L'INGV ha prontamente formulato il corretto quadro evolutivo del fenomeno, fornendo con tempestività al DPC la descrizione del fenomeno in atto e redigendo opportuni rapporti con le simulazioni dei flussi lavici che hanno subito evidenziato una situazione di bassa pericolosità. Il modesto tasso di effusione, che non permetteva alla lava di percorrere lunghezze tali da minacciare i villaggi etnei pedemontani, ha dunque caratterizzato un basso livello di criticità. In particolare, la rete di telecamere ha permesso con le stazioni di Milo (versante Est) e Catania un controllo continuo dell'attività effusiva in Valle Del Bove. Inoltre va sottolineato che nel corso del 2004 la suddetta rete è stata potenziata con 2 nuove telecamere (1 visibile e 1 infrarosso) poste alla sede di Nicolosi (versante Sud) le quali hanno consentito la visualizzazione e valutazione delle nubi di cenere emesse dai crateri centrali. Sono stati condotti ripetuti sopralluoghi, a cadenza pressoché giornaliera, per l'esecuzione di misure dei flussi lavici, rilievi e stime dei volumi emessi, controlli attraverso telecamere visive e termiche effettuati sia da terra che periodicamente con l'ausilio dell'elicottero messo a disposizione dal DPC. I rilievi e i controlli menzionati hanno permesso il corretto mapping delle colate e quindi i frequenti aggiornamenti cartografici del campo lavico prontamente trasmessi a DPC e anche opportunamente inseriti nel Web dedicato all'eruzione. I periodici prelievi della lava emessa, anche in stretta collaborazione con il Gruppo alpino della Guardia di Finanza, la Forestale e le Guide alpine dell'Etna, hanno consentito una continua analisi di laboratorio e la caratterizzazione fisico-chimica del magma emesso al fine di eseguire un monitoraggio petrologico dell'eruzione. Si è intensificata la frequenza di campionamento nel monitoraggio discreto geochimico relativamente alle misure del flusso di CO<sub>2</sub> dai suoli, della composizione chimica ed isotopica degli acquiferi, dei gas del plume e delle emissioni gassose nelle aree periferiche e di alta quota. Un ruolo importante è stato assunto dalle misure di telerilevamento dei gas emessi dai crateri sommitali (tecniche Cospec ed Ftir), effettuate con cadenza giornaliera, che hanno evidenziato e seguito nel tempo una fuoriuscita di magma degassato. Quest'aspetto, importante dal punto di vista di protezione civile, implicava una conseguente bassa possibilità di emissioni di ceneri che avrebbero potuto causare problemi all'aeroporto di Catania.

Le poche ceneri emesse dai crateri sommitali, campionate ed analizzate per le loro componenti e composizione negli appositi laboratori, sono state interpretate come risultanti da limitati crolli intracraterici, con successiva espulsione di questo materiale "vecchio"; fenomeno anche questo di bassa entità e che non crea problemi per l'aeroporto o la viabilità. Ovviamente queste analisi hanno permesso di tranquillizzare le autorità di protezione civile fornendo preziosi elementi per inquadrare correttamente le caratteristiche dell'eruzione. Al primo giorno dell'eruzione è stato tempestivamente aperto un sito Web dedicato all'eruzione. Oltre ai normali comunicati giornalieri, prima forniti preliminarmente al DPC, il web è stato fornito di tutte le informazioni salienti sull'eruzione. Questo strumento, come già sperimentato nelle precedenti eruzioni, ha contribuito all'immagine dell'INGV e soprattutto ha permesso un corretto rapporto con i media, nazionali e locali.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

- Rete sismica permanente per controllo eventi sismici da fratturazione e da movimento di fluidi (eventi bassa frequenza), e livello del tremore;
- reti permanenti la misura delle deformazioni del suolo (reti clinometrica e GPS) per il controllo dello strain e delle propagazioni di eventuali fratture eruttive;
- sistema di controllo visivo e infrarosso dell'attività effusiva ed esplosiva attraverso rete di telecamere (3 nel visibile, 1 infrarosso);
- misure geochimiche di telerilevamento nel plume con tecniche Cospec e Ftir;
- laboratori di fisica e chimica delle rocce per le analisi dei campioni di lava (attività effusiva) e cenere (attività esplosiva);
- misure termiche da terra e da elicottero;
- mantenimento ed ampliamento delle rete di monitoraggio automatico del flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli e dei parametri chimico fisici delle falde acquifere;
- monitoraggio discreto del flusso di CO<sub>2</sub> dai suoli, della composizione chimica ed isotopica degli acquiferi, dei gas del plume e delle emissioni gassose nelle aree periferiche e di alta quota;
- potenziamento dei sistemi software per la gestione delle stazioni automatiche di misura e per l'elaborazione e la visualizzazione dei dati.

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

- Analisi della distribuzione e caratteristiche spazio-temporali dei terremoti, degli eventi a bassa frequenza, e analisi del tremore;
- controllo e valutazione deformazioni;
- sopralluoghi ai crateri e al campo lavico;
- controlli di terreno sulle strutture e sui campi di fratture;
- sopralluoghi alle bocche eruttive per misure del tasso di effusione e prelievo di campioni; - analisi di laboratorio delle caratteristiche fisico-chimiche dei prodotti emessi (monitoraggio petrologico);
- analisi chimiche del flusso di SO<sub>2</sub> da telerilevamento del plume emesso dai crateri sommitali;
- misure elettriche per la valutazione delle dimensioni e caratteristiche dei canali lavici;
- misura del rapporto CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> mediante spettro-fotometria IR e sensori elettrochimici.

##### **4.3 Dati acquisiti**

- Dati strutturali;
- tassi di effusione nel tempo;
- misure dei volumi di lava emessi nel tempo;
- analisi e caratterizzazione petrologica dei campioni lavici e di cenere prelevati alle bocche effusive;
- immagini termiche nel tempo (da terra e da elicottero);
- mapping dell'evoluzione del campo lavico e restituzione su aggiornate mappe del campo lavico attraverso un laboratorio di cartografia dedicato a tal fine;
- serie temporali acquisite di flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai suoli e parametri chimico fisici delle falde acquifere;
- serie temporali acquisite con frequenza da settimanale a mensile attraverso campagne di misura e di campionamento riguardanti il flusso di CO<sub>2</sub> dai suoli, la composizione chimica del plume (SO<sub>2</sub>, HCl, HF), il chimismo e la composizione isotopica delle falde acquifere, dei gas di bassa temperatura emessi a bassa quota e disciolti negli acquiferi.

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

- Studio per la valutazione del tasso di effusione nel tempo attraverso i dati delle immagini termiche;
- confronto tra i volumi attesi dai tassi di effusione medi calcolati e le stime di terreno dei volumi emessi;

- simulazione, mediante l'implementazioni di nuovi algoritmi basati sulle Cellular Non-linear Network (CNN), dei flussi delle colate. Questa tecnica che permette di simulare nel tempo le colate, considerando la reologia fisica, ha prodotto corretti scenari sui percorsi seguiti dalla lava e i volumi cumulati nel tempo. Questo strumento innovativo si è rivelato potente per la valutazione degli scenari da invasione lavica e quindi di grande supporto per la consulenza di protezione civile;
- ampliamento del modello H2O, CO2, N2, Gas Nobili alle specie SO2, HCl, HF presenti nel plume.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

- Perfezionamento del sistema di telecamere con l'installazione di una stazione con telecamera visibile e infrarosso nel versante Sud dell'Etna, che è risultata fondamentale per il riconoscimento e la valutazione dell'attività esplosiva;
- avvio della rete permanente cospec per il telerilevamento in continuo del SO2 presente nel plume;
- sviluppo rete automatica per il monitoraggio delle falde acquifere e dei flussi di CO2 diffusi dai suoli basate su hardware modulare ed a basso consumo;
- stazione sperimentale mobile per la misura dei rapporti CO2/SO2 e SO2/H2S.
- sito web dedicato all'eruzione reso ancora più funzionale e interattivo. Il sito web dedicato all'eruzione ha avuto una media mensile di oltre 7000 visite (ingressi al sito per mese) e con medie di oltre 4000 nuovi utenti per mese.

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

#### 5.2 Altre Pubblicazioni

Oltre 120 rapporti estesi di vulcanologia e oltre 30 di sismologia, nel corso dell'anno con intensificazione durante il periodo dell'eruzione. Sono pubblicati sul sito web dell'INGV-CT. (CT)

Oltre 90 comunicati giornalieri Etna nei primi 3 mesi dell'eruzione. Sono pubblicati sul sito web INGV-CT nella pagina dedicata all'eruzione. (CT)

Rapporti estesi con i risultati delle simulazioni dei flussi lavici per l'aggiornamento degli scenari attesi, redatti per il Dipartimento di Protezione Civile. (CT)

#### 5.3 Banche dati

- Campionatura dei prodotti dell'attività esplosiva ed effusiva dell'eruzione 2004 dell'Etna.
- Mappe di espansione dei flussi lavici e campi lavici durante l'evoluzione dell'eruzione.
- Comunicati informativi dell'attività eruttiva.

#### 5.4 Prodotti tecnologici

---

### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
-	-	-	-	-	-





## **Obiettivo Specifico: 5.6.**

# **Consulenze e attività in favore di istituzioni**

### **1. Curatore/i:**

Bruno Zolesi

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

RM2

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

L'attività di consulenza scientifica prestata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nei temi del rischio sismico e vulcanico in favore delle Istituzioni nazionali ed autorità locali è ampiamente descritta in altri settori di questa rendicontazione. È comunque importante sottolineare la rilevante attività di consulenza scientifica nel campo della radio propagazione ionosferica e delle telecomunicazioni in favore del Ministero della Difesa del Ministero dell'Interno e del Ministero delle Finanze che la Sezione Roma 2 ha continuato a svolgere nel 2004. Il servizio di previsioni ionosferiche utile alla pianificazione delle frequenze radio per le telecomunicazioni ad onda corta, valide nell'area del mediterraneo allargato, ovvero Europa centrale e vicino oriente, conta oltre cento corrispondenti militari e civili. Sempre in questo settore è stata prestata una sollecita consulenza al Ministero della Difesa per i radiocollegamenti a lunga distanza quali quelli necessari alle forze militari italiane impegnate in attività al di fuori del territorio nazionale. Due corsi di aggiornamento dedicati principalmente al personale militare della Difesa ed al personale del Dipartimento della Protezione Civile sono stati organizzati come ogni anno presso la sede di Roma dell'INGV. Un primo un ciclo di seminari, in autunno, della durata di due giorni aveva un carattere didattico con esercitazioni in aula. Il secondo ciclo aveva un carattere avanzato e riguardava temi specifici connessi con gli effetti dei fenomeni della meteorologia spaziale sulle telecomunicazioni e sulla navigazione satellitare. A questi seminari hanno partecipato come docenti anche ricercatori italiani e stranieri provenienti da altri istituti. La Marina Militare Italiana ha recentemente commissionato all'INGV, in collaborazione con il CNIT, Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni di Pisa, uno studio di prefattibilità per la realizzazione di un radar transionosferico. Attività di consulenza è stata prestata dalla Sezione Roma 2 su richiesta della magistratura inquirente nel settore delle prospezioni geofisiche sotterranee al fine di individuare materiali ed elementi inquinanti sepolti. Su questo tema è stata frequente anche la collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato. Il monitoraggio del rumore radioelettrico e gli effetti dei campi elettromagnetici sono temi oggetto di collaborazione e consulenza con il Ministero dell'Ambiente e della Difesa del Territorio e l'assessorato all'Ambiente della Regione Abruzzo. Sempre con l'autorità regionale della Regione Lazio, Assessorato all'Ambiente e Dipartimento del Territorio, è stata avviata una convenzione per il monitoraggio e l'individuazione delle sostanze inquinanti di origine antropica quali le polveri sottili emesse dai veicoli a motore. Attività di consulenza è infine prestata al Ministero dell'Ambiente e della Difesa del Territorio sul tema del cambiamento globale del clima.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

Per quanto riguarda il tema delle Previsioni Ionosferiche per la radio propagazione in onda corta l'INGV produce mensilmente e con due mesi d'anticipo tavole di previsione valide un mese nell'area del mediterraneo allargato. Tali previsioni inviate ai corrispondenti militari e civili, sia come fascicolo cartaceo e sia via internet, sono prodotte utilizzando software e modelli fisico matematici sviluppati autonomamente presso la sezione Roma 2 dell'INGV. Previsioni su collegamenti particolari verso e su regioni extraeuropee sono effettuate su richiesta del Ministero della Difesa secondo la convenzione in atto. Mappe delle condizioni ionosferiche sul Mediterraneo Centrale e la vicina area balcanica sono disponibili sul sito web dell'INGV con un aggiornamento orario. Anche il "nowcasting" di queste mappe è prodotto attraverso metodi e software sviluppato nella sezione. Tale "know how" ha costituito la base scientifica per la consulenza relativa alle tematiche ionosferiche del progetto di prefattibilità commissionato dalla Marina Militare Italiana. Per quanto riguarda gli aspetti scientifici e d'avanzamento tecnologico delle attività di consulenza citate nel precedente paragrafo si fa riferimento agli obiettivi specifici relativi.

#### 4.2 Metodologie d'indagine

---

#### 4.3 Dati acquisiti

---

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

---

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

#### 5.2 Altre Pubblicazioni

---

#### 5.3 Banche dati

---

#### 5.4 Prodotti tecnologici

- Previsioni ionosferiche a medio lungo termine nell'area del mediterraneo allargato valide un mese inviate via email come pdf e su fascicoli cartacei.
- Previsioni su collegamenti ad hoc sulla base delle richieste delle autorità civili e militari.
- Mappe delle principali caratteristiche ionosferiche sull'area italiana e balcanica aggiornate ogni ora e disponibili sul sito web dell'istituto.
- Analisi magnetica delle polveri sottili al fine di discriminare la componente d'origine naturale da quella antropica.
- Prospezioni geofisiche nel sottosuolo attraverso georadar e strumentazione geomagnetica.

### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
TELEDIFE	Bruno Zolesi	Ministero della Difesa	RM2	50.000	
LOTHAR	Bruno Zolesi	Marina Militare Italiana	RM2	35.000	
Studio delle Polveri sottili	Leonardo Sagnotti	Regione Lazio	RM2	150.000	
Monitoraggio Elettromagnetico	Paolo Palangio	Regione Abruzzo	RM2	100.000	

## **Obiettivo Specifico: 5.7.**

# **Trattati internazionali**

### **1. Curatore/i:**

Massimo Chiappini

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

Amm.Centrale, CNT, RM2, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha svolto nel 2004 il ruolo istituzionale di primo attore nel servizio di consulenza tecnico-scientifica per il Ministero degli Affari Esteri (MAE). Il dicastero della Farnesina ha infatti il compito di Autorità Nazionale per il Trattato per la messa al bando degli esperimenti nucleari (CTBT - Comprehensive nuclear Test-Ban Treaty). Le attività sono state inserite in un apposito Accordo di Programma con il MAE, per la realizzazione del Centro Dati Nazionale a verifica del Trattato. La verifica, oltre che con il monitoraggio costante di vari parametri geofisici e ambientali in aree specifiche individuate sulla base di criteri geopolitici, avviene anche attraverso l'utilizzo di tecniche geofisiche dedicate alle ispezioni previste in caso di sospetta evasione. Tali tecniche sono lo studio dei campi magnetico e gravimetrico associati al contributo crostale, della conducibilità elettrica e di altri parametri elettromagnetici del suolo per l'individuazione di target associati ad esperimenti nucleari sotterranei. Sono stati quindi costituiti il Centro Nazionale Dati che stabilisce un collegamento in tempo reale con l'International Data Center di Vienna presso le Nazioni Unite ed un Nucleo Tecnico Scientifico dell'INGV che cura tutti gli aspetti tecnologici di interfacciamento e collegamento satellitare con l'IDC e gli altri centri dati nazionali di altri paesi. Nell'ambito degli accordi bilaterali tra Italia ed altri paesi, finanziati dal MAE, sono stati onorati il Protocollo di Cooperazione Scientifica e Tecnologica tra Italia ed Albania e quelli tra Italia e Ucraina ed Italia e Grecia. Per quanto riguarda quest'ultimo, due progetti europei di particolare rilevanza nel campo delle discipline spaziali sono state ottenuti grazie alla collaborazione con la Grecia ove l'INGV occupa un ruolo di rilevante importanza unitamente ad istituzioni universitarie greche. Sono continuate le ricerche svolte dai progetti italo-albanesi nella definizione delle caratteristiche non lineari del campo magnetico terrestre e dei modelli teorici di variazione secolare, con applicazioni alla regione ionico-adriatica. La collaborazione con l'Ucraina ha visto la prosecuzione del progetto mirato allo studio di un sistema elettromagnetico attivo per individuare possibili precursori sismici e vulcanici. Tale iniziativa vede coinvolti, oltre all'INGV, tre rilevanti enti di ricerca ucraini per la realizzazione di simulazioni al computer. Sotto l'egida dell'UNESCO, è stata infine condotta una Scuola di Fisica Ionosferica e Meteorologia Spaziale presso l'Università del Cairo finalizzata alla formazione avanzata di ricercatori nel campo delle telecomunicazioni terrestri e satellitari nell'area del vicino oriente.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

#### **4.2 Metodologie d'indagine**

Il nucleo tecnico-scientifico dell'INGV ha individuato e messo in atto le soluzioni tecnologiche per la realizzazione del Centro Nazionale Dati e stabilito il collegamento satellitare con il centro internazionale di Vienna, garantendo compatibilità tra i vari protocolli di comunicazione. La consulenza per la Farnesina è consistita anche nella partecipazione ai tavoli negoziali presso la sede delle Nazioni Unite a Vienna per la preparazione dei manuali operativi necessari al funzionamento dell'intero regime di verifica del Trattato.

#### 4.3 Dati acquisiti

---

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

---

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

La consulenza verso l'Organizzazione internazionale per la realizzazione del sistema di verifica globale del Trattato, attraverso contratti ad hoc, ha costituito un valido esempio di penetrazione del mercato intellettuale italiano nelle organizzazioni internazionali, in linea con la politica estera del Governo. In particolare sono state fornite, da parte degli esperti del Laboratorio di Aerogeofisica dell'INGV, le opportune raccomandazioni sull'utilizzo delle tecniche geofisiche di esplorazione (magnetiche, gravimetriche ed elettromagnetiche) sia a terra che in volo, durante le ispezioni. Gli esperti hanno partecipato, in qualità di consulenti nazionali, ad esperimenti organizzati dalla CTBTO in vari Paesi firmatari del Trattato ed hanno definito gli standard operativi per la realizzazione delle campagne di misura. Le soluzioni tecnologiche individuate sono state mirate, oltre che all'operatività del Centro Dati Nazionale, anche al rispetto dei criteri di confidenzialità al quale il Nucleo è chiamato a rispondere. Alcune relazioni e risultati di analisi dati non sono pertanto divulgabili nel presente rapporto.

### 5. Prodotti

#### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

#### 5.2 Altre Pubblicazioni

RELAZIONE AL PARLAMENTO SULLO STATO DI ESECUZIONE DEL TRATTATO SUL BANDO TOTALE DEGLI ESPERIMENTI NUCLEARI E SUGLI ADEMPIMENTI EFFETTUATI NEL 2004. Legge 15 dicembre 1998 n. 484. (RM2)

#### 5.3 Banche dati

---

#### 5.4 Prodotti tecnologici

---

### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Tecniche geofisiche per il controllo delle esplosioni nucleari	Massimo Chiappini	Ministero Affari Esteri	RM1, AC	349.000	

## **Obiettivo Specifico: 5.8.**

# **Biblioteche**

### **1. Curatore/i:**

Anna Grazia Chiodetti

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

Amm.Centrale, NA-OV, MI, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Il settore bibliotecario dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, composto da 5 biblioteche di sedi istituzionali e da 2 di sedi periferiche, grazie all'intervento di un gruppo di lavoro di bibliotecari, ha promosso una nuova immagine dei servizi specialistici in ambito geofisico. Nel 2004 l'attenta analisi e il monitoraggio costante della situazione delle biblioteche, delle aspettative dei ricercatori e delle statistiche di utilizzo delle risorse hanno permesso di orientare e personalizzare i nuovi strumenti on-line, le acquisizioni di libri e riviste, i repertori bibliografici innovativi per arrivare ad un supporto di qualità della ricerca svolta dall'Ente. Obiettivo generale dei progetti di sviluppo è l'organizzazione di un solido sistema bibliotecario coordinato e distribuito sul territorio con precisi compiti di informazione in ambito geofisico e vulcanologico e con solidi legami con strutture nazionali e internazionali dello stesso tipo. Il nuovo modello di biblioteca emerso ha promosso un moderno servizio di informazioni a disposizione di utenti di vario tipo (specialisti e comuni cittadini).

Linee di sviluppo più specifiche hanno portato alla realizzazione di:

- un catalogo fruibile su Web, inserito nell'Indice Nazionale delle monografie e dei periodici del Servizio Bibliotecario Nazionale, per dare la giusta visibilità e per valorizzare i patrimoni documentari dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, facilitando la ricerca e la localizzazione dei documenti posseduti e prodotti;
- una biblioteca digitale che permetta l'accesso integrato a banche dati e riviste elettroniche per navigare velocemente attraverso l'informazione in ambito geofisico;
- ricerche bibliografiche specialistiche, invio dei documenti richiesti in formato elettronico e cartaceo e prestito interbibliotecario (1500-1800 articoli nel 2004);
- siti internet delle biblioteche.

Nel 2004 il servizio che più di ogni altro ha evidenziato un elevato grado di efficienza e di efficacia d'intervento delle biblioteche è il document delivery. Nel 2004 i documenti in formato elettronico e cartaceo inviati agli utenti sono stati tra i 1500 e i 1800. Gli aspetti tecnologici legati alla biblioteca digitale e ai siti internet saranno descritti nella parte "Avanzamenti tecnologici".

Vengono ora dettagliati i risultati raggiunti dalle biblioteche INGV centrale e di singola sezione, per dare il giusto risalto ad un settore sicuramente strategico e in continua evoluzione.

#### Biblioteca di Roma

La biblioteca di Roma ha completato il catalogo del patrimonio documentario. Il catalogo è consultabile all'indirizzo: <http://opac.uniroma1.it/>. Il suo personale ha garantito, oltre alle attività routinarie, il supporto agli utenti per favorire il pieno utilizzo delle risorse elettroniche. Sono stati organizzati un paio d'incontri informativi allo scopo di presentare la situazione dei contratti delle riviste elettroniche e prospettare soluzioni alternative ai servizi esistenti per la continua crescita dei prezzi. La biblioteca ha gestito a livello nazionale i rapporti con il Cilea in merito alle trattative e ai contratti dei periodici, delle banche dati e delle nuove acquisizioni in questi settori.

#### Biblioteca di Palermo

Il personale della biblioteca si è dedicato alle seguenti attività:

- organizzazione, catalogazione e gestione del posseduto carteo ed elettronico (monografie, periodici, carte geografiche, letteratura scientifica ecc.);
- archiviazione e scansione della documentazione che riporta i risultati dell'attività scientifica della sezione;
- selezione dei siti internet di interesse nel campo della geochimica, della vulcanologia, ecc.

#### Biblioteca di Catania

Il responsabile della biblioteca ha curato le seguenti iniziative:

- catalogazione dei volumi in possesso della biblioteca;
- ampliamento e consolidamento degli abbonamenti alle riviste elettroniche a supporto dei risultati di ricerca della sezione e in armonia con le scelte della biblioteca di Roma;
- archivio elettronico delle pubblicazioni su riviste nazionali e internazionali del personale della sezione (1967 ad oggi).

#### Biblioteca di Milano

Il lavoro di riordino del patrimonio documentario ha portato allo sviluppo di strumenti web-based che facilitano l'accesso ai documenti da parte dell'utenza interna e di quella esterna. Gli inventari di libri e i periodici sono stati trasferiti a strumenti informatici più sofisticati. I periodici elettronici attivati a livello nazionale sono integrati da accessi a riviste online di editori minori di specifico interesse per la sezione.

#### Biblioteca dell'Osservatorio Vesuviano

Nel 2004 si è provveduto a potenziare le risorse elettroniche della struttura, realizzando a livello locale il catalogo elettronico dei volumi conservati nella biblioteca moderna e a completare quello relativo ai volumi storici (Banca dati locale in Access). Il progetto per la digitalizzazione del patrimonio storico ha portato alla creazione di copie elettroniche dei volumi in due diverse risoluzioni. Per il materiale trattato a bassa risoluzione è prevista una sperimentazione attraverso la pubblicazione su Web di parti di questi documenti. Le copie ad alta risoluzione sono state registrate su CD-Rom con funzioni di stampa e di copia disabilitate, per permetterne la consultazione a utenti interni e a studiosi che ne dimostrino la necessità.

#### Biblioteca di Pisa

Nel 2004 il personale ha curato:

- la scansione e archiviazione elettronica di articoli scientifici dei ricercatori della sede;
- l'interscambio di articoli scientifici con altre biblioteche.

#### Biblioteca di Bologna

La sede INGV ha organizzato in via definitiva le strutture logistiche e le attrezzature tecnologiche a disposizione degli utenti della biblioteca. La biblioteca ha garantito una serie di accessi elettronici di specifico interesse dei ricercatori locali oltre a permettere agli stessi la consultazione della biblioteca digitale.

## **4. Descrizione delle attività**

### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

### **4.2 Metodologie d'indagine**

---

### **4.3 Dati acquisiti**

---

#### 4.4 Avanzamenti scientifici

---

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

##### Biblioteca digitale

Nel 2004 si sono consolidati e intensificati i rapporti di collaborazione con le biblioteche universitarie italiane e straniere con iniziative per lo scambio di documenti scientifici grazie all'attivazione di nuovi servizi on-line (Annual Reviews, Guritel, Oxford University Press, Science e American Meteorological Society). Questi stessi strumenti di ricerca garantiscono al ricercatore INGV la qualità e la completezza dell'informazione e dell'aggiornamento scientifico in ambito geofisico e vulcanologico. L'utente ha accesso ad un ampio bacino di periodici delle più importanti case editrici (circa 3000 titoli, con un archivio di 10 anni di pubblicazione per ogni testate) e può utilizzare banche dati bibliografiche come Georef, Web of Science e il Journal Citation Reports. La crescita elevata di utilizzo delle banche dati è testimoniata dalle 14.000 queries effettuate in soli 8 mesi. La richiesta downloads di full-text per mese si attesta intorno a 600-700 esemplari.

##### Siti Internet

Nel corso dell'anno le biblioteche delle sezioni hanno organizzato alcune pagine Web relative ai servizi erogati aumentando i vantaggi degli utenti in termini di recupero di dati di interesse generale. Le informazioni ora disponibili sui siti Internet sono:

- orari e modalità di accesso ai locali delle biblioteche e servizi offerti all'utenza;
- elenco delle riviste on-line consultabili e link diretto alla testata in abbonamento;
- elenco di quelle in formato cartaceo con relative annate disponibili;
- catalogo delle monografie e dei periodici o semplice elenco delle opere possedute (database locali in Access e Reference Manager);
- elenco delle pubblicazioni dei ricercatori INGV suddivise per anno.

#### 5. Prodotti

##### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

##### 5.2 Altre Pubblicazioni

Opuscolo delle biblioteche INGV redatto in occasione dell'International Geological Congress di Firenze 2004.

##### 5.3 Banche dati

---

##### 5.4 Prodotti tecnologici

---

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
Catalogo fruibile su Web	Anna Grazia Chiodetti	Università degli studi Roma La Sapienza			
Catalogo italiano nazionale dei periodici	Robert Migliazza	CNR - ACNP			
Scambio di documenti in	Robert Migliazza	CNR - NILDE			

formato elettronico					
Contratti riviste elettroniche e banche dati	Anna Grazia Chiodetti	Consorzio CILEA			



## **Obiettivo Specifico: 5.9.**

# **Formazione e informazione**

### **1. Curatore/i:**

Romano Camassi e Concetta Nostro

### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

Amm. Centrale, CNT, RM1, RM2, NA-OV, MI, PA, CT

### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

L'obiettivo "formazione e informazione" comprende attività molto varie, sviluppate nelle sezioni INGV, che spaziano dalla diffusione di informazioni attraverso i media, il web e una densa attività di conferenze e seminari, alla gestione diretta di attività formative e informative, che vedono coinvolte a diverso titolo tutte le Sezioni, oltre che le sedi periferiche dell'Istituto.

Le attività di maggior rilievo e impegno, possono essere comprese in tre aree principali:

- 1) esposizioni permanenti e attività museali;
- 2) esposizioni temporanee e partecipazione a manifestazioni;
- 3) attività formative per le scuole e le amministrazioni.

#### Esposizioni permanenti e musei

Le principali realtà espositive permanenti INGV sono rappresentate dal percorso museale allestito presso la sede di Roma, dal museo dell'Osservatorio Vesuviano di Napoli e da alcuni centri espositivi curati dalla sezione di Catania e dal Gruppo Nazionale Vulcanologia. Presso la sede centrale di Roma è allestito un percorso museale, basato su una parte delle strutture espositive realizzate per il Festival della Scienza di Genova: "Terremoti: il segreto della Terra"; questo percorso viene utilizzato principalmente all'interno delle attività di visite scolastiche alla sede INGV. Il museo dell'Osservatorio Vesuviano di Napoli è costituito essenzialmente dalla mostra permanente "Vesuvio: 2000 anni di osservazioni" allestita presso la sede storica dell'Osservatorio Vesuviano, e prevede incontri didattici giornalieri per studenti, e visite guidate. Questa mostra è visitata, ogni anno, da più di 10.000 studenti (scuole medie superiori, licei, e università, anche straniere) e da circa 2.000 visitatori italiani e stranieri, durante i fine settimana. Nel 2004 è stato avviato l'allestimento dei centri espositivi INGV-CT di Nicolosi e Lipari, con l'obiettivo di creare un percorso didattico che illustri gli studi multi-disciplinari sui vulcani siciliani e di proporre presentazioni multimediali con approfondimenti di carattere scientifico, naturalistico ed ambientale. Già attivi sono i "Centri Visitatori" presso i Centri Operativi GNV di Vulcano e Stromboli, che forniscono informazioni sul rischio vulcanico e sull'attività di sorveglianza svolta dall'INGV. Sono state allestite due sale visitatori aperte tutto l'anno, con esposizioni permanenti, monitor di strumenti e immagini in diretta dai crateri e possibilità di visionare filmati sui vulcani. Vengono distribuiti anche opuscoli scientifici. I visitatori annuali sono circa 6.000 a Stromboli e 4.000 a Vulcano. Tutte queste strutture catalizzano una intensa attività di visite scolastiche e per il pubblico, che sono supportate da attività di formazione. Ulteriori allestimenti museali sono in fase di progettazione a Napoli e Roma.

#### Esposizioni temporanee, manifestazioni

In occasione dell'edizione 2004 del Festival della Scienza di Genova è stata realizzata la mostra "Attrazione fatale", una mostra-evento interattiva concepita per descrivere un fenomeno naturale poco conosciuto, ma estremamente affascinante, qual'è il campo magnetico terrestre. Insieme alla mostra realizzata nel 2003 ("Terremoti: il segreto della Terra") rappresenta il primo nucleo di museo geofisico itinerante. Insieme a queste realizzazioni, l'Istituto ha consolidato la propria partecipazione ad eventi (Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica, congressi, manifestazioni) attraverso la realizzazione di materiali espositivi, adattabili alle diverse situazioni. Il GeoExpo al 32mo International Geological Congress, (Firenze 20-28 agosto 2004) è stata la prima occasione di una partecipazione nazionale dell'INGV, attraverso un gruppo di lavoro ad hoc che ha realizzato un importante spazio espositivo sulle attività dell'ente.

## Attività formative e iniziative editoriali per la scuola e le amministrazioni

Le Sezioni INGV di Roma, Napoli e Catania sono da anni impegnate nel servizio di accoglienza per le scuole: le visite guidate alle strutture dell'Ente e le attività formative collegate sono realtà consolidata, che ha incontrato un grande interesse, incrementatosi nel corso del tempo. In questo ambito sono stati realizzati alcuni prodotti multimediali, a disposizione delle scuole: un CD-Rom a carattere storico-scientifico, che raccoglie testimonianze iconografiche e letterarie sulle eruzioni vesuviane (in corso di pubblicazione all'Osservatorio Vesuviano) e un CD-Rom "Un viaggio attraverso la Terra", realizzato dalla sede di Roma, oltre a materiali informativi di vario tipo, fra i quali vanno ricordate le "Geopagine", schede monografiche che sintetizzano, in una pagina, singoli argomenti delle discipline geofisiche, e il Calendario 2004/2005. Il progetto biennale EDURISK ha realizzato, in collaborazione con uno staff esperto di progettazione educativa, tre sussidi didattici per tre diverse fasce di età, dai 4 ai 15 anni. Tali strumenti formativi sono stati adottati nell'anno scolastico 2003-2004 in 14 Istituti Comprensivi in Friuli Venezia-Giulia, Emilia Romagna e Calabria, coinvolgendo 185 insegnanti e 2.367 alunni delle scuole dell'infanzia, elementare e media. La sperimentazione è stata preceduta da corsi di formazione per gli insegnanti e assistita da un web dedicato ([www.edurisk.it](http://www.edurisk.it)), e ha prodotto un volume di percorsi didattici per gli insegnanti, in corso di stampa. Il lavoro è esteso nell'anno scolastico 2004-2005 a circa 300 insegnanti e 4000 alunni. Dal 2004 è stato istituito l'Ufficio Stampa, che cura i rapporti con i media, la partecipazione a trasmissioni radiofoniche e televisive e la rassegna stampa. Alle attività di formazione e informazione contribuiscono in modo significativo il Laboratorio di Grafica e Immagini, attivato presso la sede centrale di Roma, che cura la progettazione e realizzazione grafica di materiali informativi per mostre, convegni e allestimenti temporanei, e la Biblioteca Centrale che ha curato l'allestimento di stand informativi sulle iniziative editoriali dell'ente.

### **4. Descrizione delle attività**

#### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

#### **4.2 Metodologie d'indagine**

Il TTC 20, pur non sviluppando in quanto tale ricerca, ha però avviato nel 2004 un processo di integrazione delle diverse iniziative formative e informative realizzate nelle Sezioni, focalizzando le energie sulle attività espositive di rilevanza nazionale (Settimana della Cultura Scientifica e Festival della Scienza) e sulla sperimentazione di percorsi formativi per la scuola di base. Una scelta metodologica di fondo, che interessa tutte queste iniziative, è l'integrazione di competenze scientifiche (geofisiche, simologiche, vulcanologiche, ecc.) con competenze, interne ed esterne all'Istituto, nei settori di scienze della formazione e della comunicazione. Nella fase di sperimentazione del progetto EDURISK è stato sviluppato un accurato sistema di valutazione dell'impatto formative delle iniziative proposte, sistema che verrà in futuro applicato anche alle altre attività formative proposte dall'INGV.

#### **4.3 Dati acquisiti**

---

#### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Una grande rilevanza, in questo settore, hanno gli allestimenti realizzati per il Festival della Scienza di Genova - le mostre interattive "Attrazione fatale" e "Terremoti: il segreto della Terra"- che costituiscono la base per un museo scientifico itinerante, che sarà allestito in futuro in spazi e occasioni opportune, facendo da traino a iniziative informative di grande impatto. Anche la recente realizzazione di materiali didattici del progetto EDURISK, ristampati più volte nel 2004 da diverse amministrazioni locali (Regioni Molise e Toscana, Provincia di Bologna, Comuni di Gorizia e Montecatini Terme) rende disponibili materiali di consolidato valore, che costituiscono un riferimento nel panorama nazionale.

#### **4.5 Avanzamenti tecnologici**

Nel corso del 2004 è stato realizzato una prima edizione di CD-Rom ("Un viaggio attraverso la terra"), utilizzato come strumento informativo in occasione delle visite scolastiche presso la sede centrale di Roma, e reso disponibile alle scuole per approfondimenti sulle tematiche geofisiche. Un ruolo particolarmente importante per la disseminazione di informazioni al pubblico e al mondo della scuola ha la rete Internet. Per questo sia presso il web istituzionale ([www.ingv.it](http://www.ingv.it)), che quelli delle Sezioni sono state attivate pagine informative, che rendono disponibili in formato digitale materiali di carattere divulgativo; queste esperienze saranno ulteriormente sviluppate e andranno a costituire una sezione autonoma del web istituzionale. All'interno del progetto formativo per le scuole è stato inoltre realizzato un server

web (www.edurisk.it), con sezioni informative ad accesso libero, e sezioni ad accesso riservato, utilizzate come prototipo di sistema di formazione a distanza.

## 5. Prodotti

### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

---

### 5.2 Altre Pubblicazioni

Azzaro, R., R. Camassi, M. Cascone, V. Castelli, V. Pessina and L. Peruzza (2004). Deserted localities by earthquakes: an educational tool for seismic risk reduction. XXIX General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), Potsdam (Germany), 12-17 September 2004, Abstracts, 17. (CT)

Azzaro, R., R. Camassi, V. Castelli, F. La Longa, C. Meletti, V. Pessina and L. Peruzza (2004). The EDURISK Project: a recent experience in earthquake education in Italy. XXIX General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), Potsdam (Germany), 12-17 September 2004, Abstracts, 17. (MI)

Bobbio A., Cantore L., Di Martino F., Miranda N., Simini M., Zollo A. (2004). The EduSeis project in Italy: a tool for training and awareness on the seismic risk, Proc. of the workshop on Multidisciplinary Approach to Seismic Risk Problem: "The Many Facets of Seismic Risk"; edited by M. Pecce, G. Manfredi and A. Zollo. (NA)

Camassi, R. (2004). I paesi abbandonati. Parametro. Rivista Internazionale di Architettura e Urbanistica, 34, 251, 50-55. (MI)

Camassi, R. (2004). Il progetto "Educazione alla sicurezza". Il cerchio della paura. La Vita Scolastica, 59, 8, 23-26. (MI)

Camassi, R. (2004). Il progetto "Educazione alla sicurezza". Se la terra trema... La Vita Scolastica, 59, 7, 22-25. (MI)

De Lucia, M., Iannella A., Ottaiano F., Siviglia V. (2004). A museum in the shadow of Vesuvius. The museum of Osservatorio Vesuviano-INGV. ECSITE Annual Conference 2004, Barcellona, 4-6 novembre. (NA)

Nostro, C., A. Tertulliani, P. Macri, A. Winkler, C. Castellano, A. Piscini, P. Burrato, P. Casale, G. Cultrera, F. Di Felice, F. Doumaz, M. Vallocchia, L. Badiali, P. Scarlato, S. Stamondo, L. Alfonsi, E. Baroux, M. G. Ciaccio, A. Frepoli and A. Marsili (2004). Interactive exhibit for geophysical education: earthquakes! XXIX General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), Potsdam (Germany), 12-17 September 2004, Abstracts, 19-20. (RM1)

Nostro, C., G. Cultrera, P. Burrato, A. Tertulliani, P. Macri, A. Winkler, C. Castellano, P. Casale, F. Di Felice, F. Doumaz, A. Piscini, P. Scarlato, M. Vallocchia, A. Marsili, L. Badiali, A. Bono, S. Stramondo, L. Alfonsi, E. Baroux, M. G. Ciaccio, and A. Frepoli (2004). Using earthquakes to uncover the Earth's inner secrets: interactive exhibits for geophysical education, Advances in Geosciences, (accepted). (RM1)

Bobbio, A., L. Cantore, F. Di Martino, N. Miranda and A. Zollo.(2004). Experimentation of new tools for scientific learning in the Eduseis project. XXIX General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), Potsdam (Germany), 12-17 September 2004, Abstracts, 17. (NA)

### 5.3 Banche dati

---

### 5.4 Prodotti tecnologici

---

## 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
EDURISK – Educazione al terremoto: un itinerario nella riduzione del rischio	Camassi Romano Daniele	Dipartimento della Protezione Civile (PQ GNPT)	MI, CT	18.000	



## **Obiettivo Specifico: 5.10.**

### **Editoria e Web**

#### **1. Curatore/i:**

Daniela Pantosti e Giuliana Rubbia

#### **2. Sezioni che hanno concorso alle attività:**

Amm.Centrale, CNT, RM1, RM2, NA-OV, MI, PA, CT

#### **3. Obiettivi raggiunti nell'anno 2004 con riferimento agli obiettivi previsti nel PT 2004-2006:**

Il piano triennale 2004-2006 prevede la promozione di iniziative basate su tecnologie web per la disseminazione di dati e informazioni che l'INGV raccoglie, produce e gestisce a livello nazionale e internazionale nei settori e per quelle tematiche che caratterizzano la vocazione dell'ente, nel recepimento delle caratteristiche di qualità richieste per i siti web delle Pubbliche Amministrazioni, e con particolare attenzione all'informazione in occasione di eventi sismici e di particolare attività vulcanica. Nel 2004 la pubblicazione su Internet di informazioni riguardanti organizzazione, funzionamento, attività e prodotti dell'ente è proseguita attraverso un sistema informativo web articolato. Tale sistema è frutto dei percorsi di costituzione dell'ente nel passato triennio e risulta pertanto ancora oggi costituito dal sito di istituto <http://www.ingv.it/>, dai siti delle sezioni, dei gruppi GNV e GNDT, e delle sedi periferiche, in forma embrionale, cui si affiancano siti tematici dedicati a progetti di ricerca, sistemi informativi complessi che si configurano come banche dati, sistemi informativi territoriali, applicazioni per la sorveglianza e l'analisi dei dati di monitoraggio. Questi ultimi rappresentano prodotti ad alto potenziale di accesso grazie alla tecnologia di comunicazione impiegata; ad essi fa riferimento una parte significativa dei risultati dell'attività scientifica descritti nel presente rapporto come prodotti degli Obiettivi Specifici. Le iniziative di disseminazione si sono sviluppate in questo schema, delegando ai siti delle strutture la comunicazione dell'organizzazione e del funzionamento locale, aggiornando e sviluppando applicazioni web e server web dedicati, e affidando al sito di istituto una funzione di raccordo. La riorganizzazione della rete scientifica INGV da un lato, e alcune valutazioni sulla visibilità del sistema web INGV e sull'analisi del suo utilizzo dall'altro, hanno messo in luce la necessità di una sua migliore organizzazione da realizzare progressivamente per rispecchiare le trasformazioni in atto. Sono state pertanto tracciate alcune linee di sviluppo del sito di istituto affinché questo possa evolvere da contenitore di informazioni a portale, ovvero a punto di ingresso a risorse informative e a servizi, in cui siano potenziate le modalità di accesso alla realtà organizzativa, alle tematiche di ricerca e alle attività di monitoraggio, per un'utenza interna e esterna, sia essa occasionale o specializzata, a regime e in emergenza. In quest'ottica è in corso di definizione un Comitato Editoriale Web con la funzione di indirizzare il progetto e lo sviluppo del portale, curare o individuare i curatori per le diverse componenti, siano esse sezioni tematiche, rubriche o servizi, verificarne periodicamente lo stato di aggiornamento, utilizzo e visibilità. Nel 2004 sono state pubblicate su web pagine di lettura e inquadramento di eventi che hanno interessato il territorio nazionale (Eolie, 5 maggio, Bresciano 24 novembre, sequenza sismica al largo della costa nord-orientale sarda del dicembre) così come per il terremoto in prossimità della costa settentrionale del Marocco del 26 febbraio e per il maremoto in Indonesia del 26 dicembre. Nel settembre 2004 per l'Etna il sito dedicato approntato dalla sezione di Catania "Osservatorio sull'eruzione" ha riportato in tempo-quasi reale dati ritenuti significativi, mappe e filmati delle colate, e le elaborazioni degli esperti; è stata inoltre sviluppata la sezione tematica "18-29 marzo 1944, l'ultima eruzione del Vesuvio", in occasione dei sessant'anni dall'evento che riporta una sintesi cronologica degli eventi, un inquadramento storico ed un raffronto tra le attività di monitoraggio gestite dall'Osservatorio Vesuviano all'epoca dell'eruzione ed oggi. Gli accessi ai web server INGV, le segnalazioni e i quesiti registrati entro pochi minuti da un terremoto e nelle ore successive (ad esempio Bresciano o il catastrofico maremoto del sud-est asiatico) confermano il ruolo importante che il sistema web svolge in occasione di eventi sismici e vulcanici e suggeriscono il potenziamento delle applicazioni web esistenti per la pubblicazione tempestiva, in tempo (quasi-) reale delle informazioni principali e degli elaborati di lettura dell'evento. Tale potenziamento è attualmente in fase di studio. Parallelamente è proseguita l'attività editoriale attraverso le Collane INGV, costituite da:

- Monografie istituzionali INGV.
- Quaderni di Geofisica, che pubblicano lavori di ricercatori INGV o realizzati in collaborazione con INGV, e che per lunghezza, livello di dettaglio o specializzazione dei contenuti non troverebbero spazio nelle riviste scientifiche tradizionali.

- Rapporti Tecnici, con lavori riguardanti applicazioni di interesse e utilità per l'INGV ma il cui contenuto scientifico non ne giustifica la pubblicazione sui Quaderni.
- Atti di Convegni e Monografie. Per una maggiore tempestività di pubblicazione di Quaderni e Rapporti Tecnici sono state avviate iniziative per ridurre i tempi di produzione a partire dalle fasi di sottomissione e di revisione. Questo obiettivo può oggi essere raggiunto attraverso un'applicazione web predisposta per "riunioni virtuali" del comitato editoriale; sono in fase di ridefinizione il comitato stesso e l'estensione della gamma di settori disciplinari coperti da queste collane. Nel 2004 è stato rivolto un notevole impegno per garantire la visibilità dei prodotti e delle attività dell'ente. Questo impegno ha riguardato in particolare il 32° International Geological Congress (Firenze, 20-28 agosto 2004), il Festival della Scienza (Genova, 28 ottobre-8 novembre 2004) e ha comportato la progettazione e realizzazione di materiale di supporto, a stampa e multimediale, per attività tecnico-scientifiche, divulgative e museali e l'allestimento di mostre destinati a scuole e grande pubblico.

#### **4. Descrizione delle attività**

##### **4.1 Sistemi di monitoraggio/analisi dati**

---

##### **4.2 Metodologie d'indagine**

---

##### **4.3 Dati acquisiti**

---

##### **4.4 Avanzamenti scientifici**

Gli avanzamenti scientifici per questo obiettivo vengono intesi come gli avanzamenti nella diffusione di informazioni su funzionamento, attività, e prodotti dell'Ente, ovvero come gli aggiornamenti principali dei siti delle strutture e dei siti tematici e lo sviluppo di applicazioni web. Il sito <http://www.ingv.it/> è stato aggiornato in particolare per quanto riguarda le parti di funzionamento: nella sezione "Norme, organi, programmazione, attività" sono state avviate le pagine - ad accesso riservato INGV - per le convocazioni e i verbali del Collegio di Istituto e del Comitato di Consulenza Scientifica; sono state aggiornate le sezioni "Opportunità di lavoro", "Avvisi e bandi di gara", e le sezioni "Eventi sismici recenti" in occasione degli eventi sopracitati; comunicati su terremoti, sui fenomeni in corso sull'Etna, così come interviste radio e TV su argomenti di interesse, eventi cui INGV partecipa sono state segnalati nelle pagine dei "Comunicati" e "In primo piano"; la Rassegna Stampa è stata aggiornata con frequenza quasi giornaliera con oltre 600 notizie e articoli tratti da quotidiani a diffusione nazionale e regionale, settimanali, mensili a carattere scientifico divulgativo e agenzie di informazione, e una particolare rassegna stampa è stata dedicata al maremoto in Indonesia del 26 dicembre. Tra i servizi di comunicazione con il pubblico, sono attivi meccanismi per rispondere ai quesiti degli utenti, alcuni dei quali in corso di ristrutturazione in database per storicizzare quesiti e risposte, e predisporre di conseguenza le pagine di domande più frequenti. Le sezioni hanno mantenuto i siti istituzionali relativi, alcune avviandone un ridisegno. Sono stati inoltre alimentati con nuovi dati, o aggiornati per migliorare le modalità di consultazione, i web server già attivati negli anni scorsi con riferimento particolare agli Obiettivi Generali 1, 4 e 5 del Piano Triennale e che svolgono la funzione di web di servizio per la disseminazione di dati raccolti o elaborati, con funzionalità di sistemi di interfacciamento web ai dati di monitoraggio, banche di dati o di immagini, sistemi GIS-WEB. Sono esempi: <http://waves.ingv.it>, archivio delle forme d'onda digitali della Rete Sismica Nazionale; <http://mednet.ingv.it>, con i sismogrammi e le elaborazioni della rete MedNet; <http://sismos.ingv.it>, archivio dei sismogrammi storici del progetto SISMOS; <http://eskimo.ingv.it> e <http://ionos.ingv.it/spaceweather/start.htm> per il monitoraggio dei parametri fisici dell'alta atmosfera rispettivamente da stazioni remote in aree polari e a medie latitudini con applicazioni nel settore delle comunicazioni e dello Space Weather; <http://emidius.mi.ingv.it>, legato alle attività di Key Nodal Member CSEM per la sismicità di lungo periodo, cataloghi parametrici e banche dati macrosismiche, con l'aggiornamento per il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04; <http://zonesismiche.mi.ingv.it>, con la pubblicazione della nuova mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM n.3274 del 20 marzo 2003, corredata dai dati di ingresso e dalle elaborazioni; il portale <http://ipf.ov.ingv.it>, basato sul GIS sismotettonico della regione Campania; per la sezione tematica "Il monitoraggio sismico di Stromboli", istituita a seguito dell'emergenza vulcanica che ha interessato l'isola a partire dalla fine del 2002, è in preparazione una nuova versione del sistema "Eolo" (<http://eolo.ov.ingv.it>), che pubblica automaticamente i risultati di analisi effettuate con un super calcolatore dei dati della rete sismica a larga banda. Sono stati inoltre sviluppati la versione on line del Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei dal 1832 al 1998 (<http://www.ct.ingv.it/Sismologia/macro/>); la banca dati dei terremoti recenti localizzati con la rete sismica della Sicilia Orientale (<http://www.ct.ingv.it/Sismologia/gridsism.asp>), la versione GIS-WEB del Database of Italian Seismogenic Sources - DISS 3.0 (<http://www.imteam.it/dissNet/>, in outsourcing) e il sito dedicato al monitoraggio continuo di parametri geochimici in aree sismiche (<http://piemonte.pa.ingv.it>, ad accesso riservato) in collaborazione con la Regione Piemonte.

#### 4.5 Avanzamenti tecnologici

---

#### 5. Prodotti

##### 5.1 Pubblicazioni JCR (lista generale in fondo al volume)

(311) Rubbia G. (2004). A review of intensity data banks online, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 873-884.

##### 5.2 Altre Pubblicazioni

Rubbia, G. (2004). L'utilizzo del sito web per la nuova mappa di pericolosità sismica: considerazioni a un anno dall'apertura. Rapporto Tecnico INGV-MI, Milano, ottobre 2004, 18 pp. (MI)

Sito web dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia <http://www.ingv.it> (AC)

Sito web della sezione INGV di Milano <http://www.mi.ingv.it> (MI)

Sito web della sezione INGV di Napoli-OV <http://www.ov.ingv.it> (NA)

Sito web della sezione INGV di Catania <http://www.ct.ingv.it> (CT)

Sito web della sezione INGV di Palermo <http://www.pa.ingv.it> (PA)

##### 5.3 Banche dati

---

##### 5.4 Prodotti tecnologici

---

#### 6. Progetti finanziati interni ed esterni all'INGV

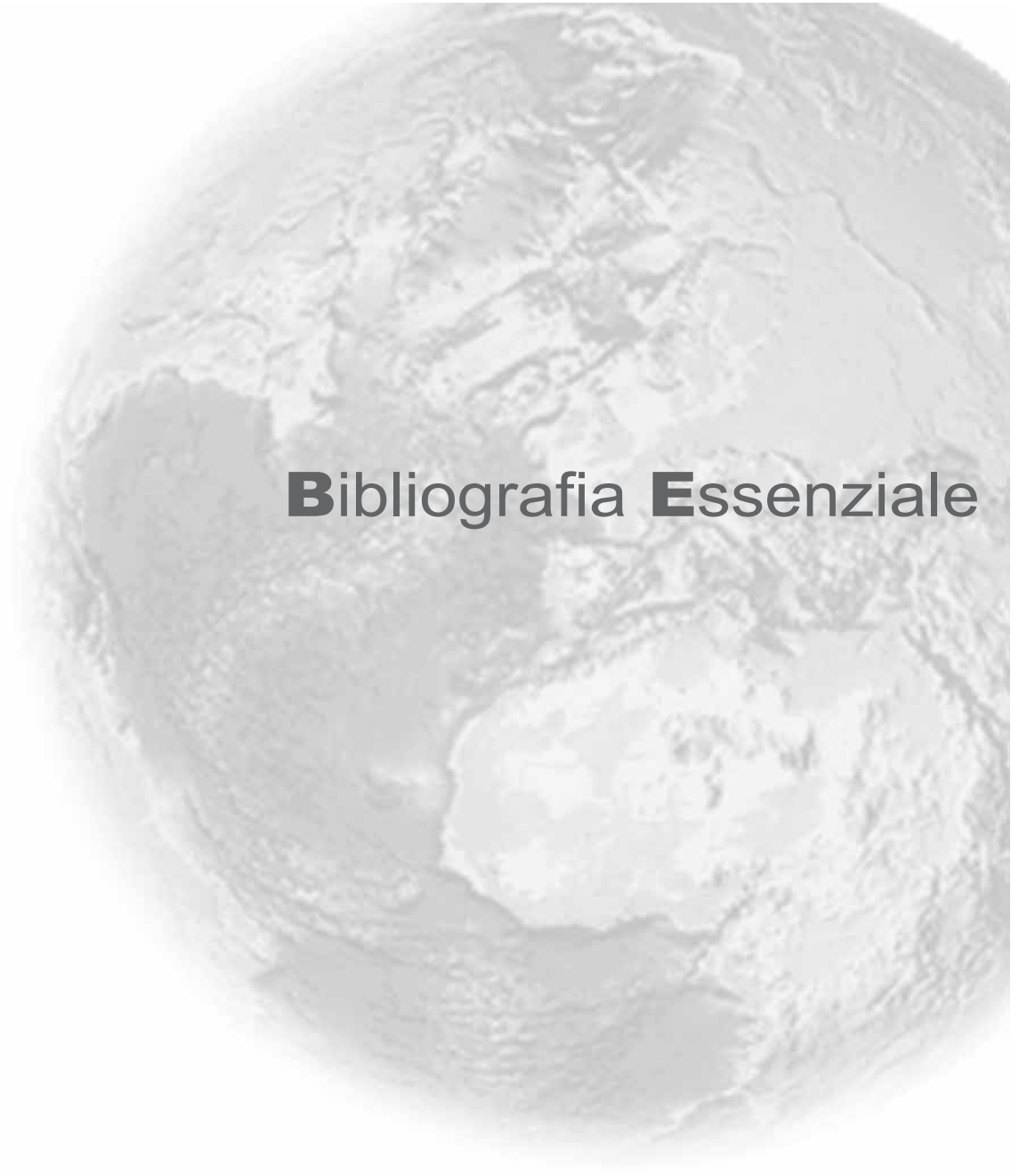
Titolo	Responsabile INGV	Ente finanziatore	Sezioni coinvolte	Importo 2004	Note
-	-	-	-	-	-





Istituto Nazionale di

**Geofisica e Vulcanologia**



**Bibliografia** **Essenziale**



Per evidenti ragioni di spazio e sinteticità, la lista che segue riporta esclusivamente pubblicazioni su riviste quotate nel Journal of Citation Report e in cui almeno un coautore è un ricercatore dell'INGV. Si consideri che molte delle attività dell'INGV, e particolarmente molte di quelle inerenti il funzionamento delle reti e dei laboratori, vengono divulgate attraverso i Quaderni di Geofisica e i Rapporti Tecnici INGV, attraverso monografie e attraverso altre riviste specialistiche a diffusione limitata. Il lettore è incoraggiato a fare riferimento al sito Internet dell'INGV (<http://www.ingv.it>) per ottenere un quadro completo e dettagliato della produzione scientifica dell'ente.

#### Articoli pubblicati o accettati nel 2004 su riviste JCR

- (1) Acocella, V. and M. Neri. Structural features of an active strike-slip fault on the sliding flank of Mt. Etna (Italy), *J. Struct. Geol.* (accepted).
- (2) Acocella, V., R. Funicello, E. Marotta, G. Orsi and S. de Vita (2004). The role of extensional structures on experimental calderas and resurgence, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 129, 1-3, 199-217.
- (3) Agnesi, V., M. Camarda, C. Conoscenti, C. Di Maggio, I.S. Diliberto, P. Madonia and E. Rotigliano. A multidisciplinary approach in the evaluation of the earthquake triggering mechanism of the September 6th 2002 Cerda landslide (Sicily, Italy), *Geomorphology* (accepted).
- (4) Aguilera, E., M.T. Pareschi, M. Rosi and G. Zanchetta (2004). Risk by lahars in the Northern valleys of Cotopaxi volcano (Ecuador), *Nat. Hazards*, 33, 2, 161-189.
- (5) Aiuppa, A. and C. Federico (2004). Anomalous magmatic degassing prior to the 5th April 2003 paroxysm on Stromboli, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 14, L14607.
- (6) Aiuppa, A., A. Caleca, C. Federico, S. Gurrieri and M. Valenza (2004). Diffuse degassing of carbon dioxide at Somma-Vesuvius volcanic complex (Southern Italy) and its relation with regional tectonics, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 55-79.
- (7) Aiuppa, A., C. Federico, G. Giudice, S. Gurrieri, A. Paonita and M. Valenza (2004). Plume chemistry provides insights into mechanisms of sulfur and halogen degassing in basaltic volcanoes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 2, 469-483.
- (8) Aiuppa, A., C. Federico, P. Allard, S. Gurrieri and M. Valenza. Trace metal modelling of groundwater-gas-rock interactions in a volcanic aquifer: Mount Vesuvius (Southern Italy), *Chem. Geol.* (accepted).
- (9) Aiuppa, A., M. Burton, F. Murè and S. Inguaggiato (2004). Intercomparison of volcanic gas monitoring methodologies performed on Vulcano Island, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02610.
- (10) Aiuppa, A., S. Bellomo, W. D'Alessandro, C. Federico, M. Fern and M. Valenza (2004). Volcanic plume monitoring at Mount Etna by diffusive (passive) sampling, *J. Geophys. Res.*, 109, D21, D21308.
- (11) Aiuppa, A., S. Inguaggiato, A.J.S. McGonigle, M. O'Dwyer, C. Oppenheimer, M.J. Padgett, D. Rouwet and M. Valenza. H<sub>2</sub>S fluxes from Mt. Etna, Stromboli and Vulcano (Italy) and implications for the global volcanic sulfur budget, *Geochim. Cosmochim. Acta.* (accepted).
- (12) Akinci, A., J. Mejia and B.J. Mitchell (2004). Attenuative dispersion of P waves and crustal Q in Turkey and Germany, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 1, 73-91.
- (13) Albinì, P. (2004). A survey of the past earthquakes in Eastern Adriatic (14th to early 19th century), *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 675-703.
- (14) Albinì, P. and D. Pantosti (2004). The 20 and 27 April 1894 (Locris, Central Greece) earthquake sources through coeval records on macroseismic effects, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 4, 1305-1326.
- (15) Allard, P., M. Burton and F. Muré. Spectroscopic evidence for a lava fountain driven by previously accumulated gas phase, *Nature* (accepted).
- (16) Allegrini, P., L. Fronzoni, P. Grigolini, V. Latora, M.S. Mega, L. Palatella, A. Rapisarda and S. Vinciguerra (2004). Detection of invisible and crucial events: from seismic fluctuations to the war against terrorism, *Chaos Solitons Fractals*, 20, 1, 77-85.
- (17) Allwardt, J., B.T. Poe and J.F. Stebbins. The effect of fictive temperature on Al-coordination in high-pressure (10GPa) sodium aluminosilicate glasses, *Am. Miner.* (accepted).
- (18) Alparone, S., D. Andronico, S. Giammanco and L. Lodato (2004). A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna (Sicily, Italy) before the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1-2, 121-140.
- (19) Andò, B. and D. Carbone (2004). A test on a Neuro-Fuzzy algorithm used to reduce continuous gravity records for the effect of meteorological parameters, *Phys. of the Earth and Planet. Int.*, 142, 1-2, 37-47.
- (20) Andò, B., M. Coltelli and M. Sambataro (2004). A measurement tool for investigating cooling lava properties, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 53, 2, 507-513.
- (21) Andronico, D., S. Branca, S. Calvari, M. Burton, T. Caltabiano, R.A. Corsaro, P. Del Carlo, G. Garfi, L. Lodato, L. Miraglia, F. Murè, M. Neri, E. Pecora, M. Pompilio, G. Salerno and L. Spampinato. A multi-disciplinary study of the 2002-03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (22) Angelone, M., C. Gasparini, M. Guerra, S. Lombardi, L. Pizzino, F. Quattrocchi, E. Sacchi and G.M. Zuppi. Fluid geochemistry throughout the Sardinian Rift-Campidano Graben: fault segmentation, seismic quiescence of geochemically «active» faults and new constrains for the selection of the CO<sub>2</sub> storage sites, *Appl. Geochem.* (accepted).
- (23) Antonoli, A., M.E. Belardinelli and M. Cocco (2004). Modelling dynamic stress changes caused by an extended rupture in an elastic stratified half-space, *Geophys. J. Int.*, 157, 1, 229-244.
- (24) Anzidei, M., P. Baldi, A. Pesci, A. Esposito, A. Galvani, F. Loddo and P. Cristoforetti. Geodetic deformation across the central Apennines from gps data in the time SPAN 1999-2003, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (25) Arokiasamy, J.B., C. Bianchi, M. Pezzopane, V. Romano, U. Sciacca, C. Scotto, A. Zirizzotti and E. Zuccheretti. New low power Pulse compressed ionosonde at Gibilmanna Ionospheric Observatory, *Ann. Geophys.* (accepted).

- (26) Azzaro, R., M.S. Barbano, R. Camassi, S. D'Amico, A. Mostaccio, G. Piangiamore and L. Scarfi (2004). The earthquake of 6 September 2002 and the seismic history of Palermo (Northern Sicily, Italy): implications for the seismic hazard assessment of the city, *J. Seismol.*, 8, 4, 525-543.
- (27) Badalamenti, B., N. Bruno, T. Caltabiano, F. Di Gangi, S. Giammanco and G. Salerno (2004). Continuous soil CO<sub>2</sub> and discrete plume SO<sub>2</sub> measurements at Mt. Etna (Italy) during 1997-2000: a contribution to volcano monitoring, *Bull. Volcanol.*, 66, 1, 80-89.
- (28) Bagdassarov, N.S., J. Maumus, B.T. Poe, A.B. Slutskiy and V.K. Bulatov (2004). Pressure dependence of T<sub>g</sub> in silicate glasses from electrical impedance measurements, *Phys. Chem. Glasses*, 45, 197-214.
- (29) Baker, D.R., C. Freda, R.A. Brooker and P. Scarlato. Volatile diffusion in silicate melts and its effect on melt inclusions, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (30) Baldi, P., E. Campari, G. Casula, S. Focardi, G. Levi and F. Palmonari. The Gravitational Constant G Measured with a Super Conducting Gravimeter, *Phys Rev. D.* (accepted).
- (31) Barberi, G., M.T. Cosentino, A. Gervasi, I. Guerra, G. Neri and B. Orecchio (2004). Crustal seismic tomography in the Calabrian Arc region, south Italy, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 147, 4, 297-314.
- (32) Barberi, G., O. Cocina, V. Maiolino, C. Musumeci and E. Privitera (2004). Insight into Mt. Etna (Italy) kinematics during the 2002-2003 eruption as inferred from seismic stress and strain tensors, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 21, L2161.
- (33) Battaglia, M., M. Murray, E. Serpelloni, and R. Burgmann (2004). The Adriatic region: an independent microplate within the Africa-Eurasia collision zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09605.
- (34) Baxter, P., R. Boyd, P. Cole, A. Neri, R. Spence and G. Zuccaro. The impacts of pyroclastic surges on buildings at the eruption of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (35) Beauducel, F., G. De Natale, F. Obrizzo and F. Pingue (2004). 3-D modelling of Campi Flegrei ground deformations: role of caldera boundary discontinuities, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1329-1344.
- (36) Behncke, B., M. Neri and G. Sturiale (2004). Rapid morphological changes at the summit of an active volcano: reappraisal of the poorly documented 1964 eruption of Mount Etna (Italy), *Geomorphology*, 63, 3-4, 203-218.
- (37) Belehaki, A., L.R. Cander, B. Zolesi, J. Bremer, C. Juren, I. Stanislawski, D. Dialetis and M. Hatzopoulos. DIAS project: The establishment of a European digital upper atmosphere server, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* (accepted).
- (38) Berrino, G. and U. Riccardi (2004). Far-field gravity and tilt signals by large earthquakes: real or instrumental effects?, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1379-1397.
- (39) Bianchi, C., I.E. Tabacco and A. Forieri. Electromagnetic Reflecting Properties of Sub-Ice Surfaces, *Ann. Glaciol.* (accepted).
- (40) Bianco, F., E. Del Pezzo, G. Saccorotti and G. Ventura (2004). The role of hydrothermal fluids in triggering the July-August 2000 seismic swarm at Campi Flegrei (Italy): evidence from seismological and mesostructural data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 229-246.
- (41) Bianco, F., E. Del Pezzo, L. Malagnini, F. Di Luccio and A. Akinci. Separation of depth dependent intrinsic and scattering seismic attenuation in the Northeastern sector of the Italian peninsula, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (42) Bindi, D., R.R. Castro, G. Franceschina, L. Luzi and F. Pacor (2004). The 1997-1998 Umbria-Marche sequence (central Italy): source, path, and site effects estimated from strong motion data recorded in the epicentral area, *J. Geophys. Res.*, 109, B4, B04312.
- (43) Bisio, L., R. Di Giovambattista, G. Milano and C. Chiarabba (2004). Three-dimensional earthquake locations and upper crustal structure of the Sannio-Matese region (southern Italy), *Tectonophysics*, 385, 1-4, 121-136.
- (44) Bizzari, A. and M. Cocco. 3-D dynamic simulations of spontaneous rupture propagation governed by different constitutive laws with rake rotation allowed, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (45) Bodin, P., L. Malagnini and A. Akinci (2004). Ground-motion scaling in the Kachchh Basin, India, deduced from aftershocks of the 2001 Mw 7.6 Bhuj earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1658-1669.
- (46) Bonaccorso, A., E. Sansosti and P. Berardino (2004). Comparison of integrated geodetic data models and satellite radar interferograms to infer magma storage during the 1991-1993 Mt. Etna eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1345-1357.
- (47) Bonaccorso, A., S. D'Amico, M. Mattia and D. Patanè (2004). Intrusive mechanism at Mt Etna forerunning the July-August 2001 eruption, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 7, 1469-1487.
- (48) Bonforte, A., F. Guglielmino, M. Palano and G. Puglisi (2004). A syn-eruptive ground deformation episode measured by GPS, during the 2001 eruption on the upper southern flank of Mt. Etna, *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 366-341.
- (49) Bono, A. and L. Badiali. PWL 1.0 personal wavelab: an object-oriented workbench for seismogram analysis on windows systems, *Comput. & Geosci.* (accepted).
- (50) Bozzano, R., A. Siccardi, M.E. Schiano, M. Borghini and S. Castellari (2004). Comparison of ECMWF surface meteorology and buoy observations in the Ligurian Sea, *Ann. Geophysicae*, 22, 2, 317-330.
- (51) Branca, S. and P. Del Carlo. Types of eruptions of Etna Volcano AD 1670-2003: implications for short-term eruptive behavior, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (52) Braun, T., J. Schweitzer, R.M. Azzara, D. Piccinini, M. Cocco and E. Boschi (2004). Results from the temporary installation of a small aperture seismic array in the Central Apennines and its merits for the local event detection and location capabilities, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1557-1568.
- (53) Bremer, J., L. Alfonsi, P. Bencze, J. Lastovicka, A.V. Mikhailov and N. Rogers (2004). Long-term trends in the ionosphere and upper atmosphere parameters, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 1009-1029.
- (54) Bruno, P.P. (2004). Structure and evolution of the Bay of Pozzuoli (Italy) using marine seismic reflection data: implications for collapse of the Campi Flegrei caldera, *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 342-355.
- (55) Brusca, L., S. Inguaggiato, M. Longo, P. Madonia and R. Maugeri (2004). The 2002-2003 eruption of Stromboli (Italy): evaluation of the volcanic activity by means of continuous monitoring of soil temperature, CO<sub>2</sub> flux, and meteorological parameters, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12001.

- (56) Bugliolo, M.P., S. Teggi, M.F. Buongiorno, S. Pugnaghi and S. Corradini (2004). Inspecting MIVIS capability to retrieve chemical-mineralogical information: evaluation and analysis of VNIR-SWIR data acquired on volcanic area, *Int. J. Remote Sens.*, 25, 18, 3769-3797.
- (57) Burton, M., M. Neri and D. Condarelli (2004). High spatial resolution radon measurements reveal hidden active faults on Mt. Etna, *Geophys. Res. Lett.* 31, 7, L07618.
- (58) Caliro, S., A. Caracausi, G. Chiodini, M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, C. Minopoli, P.M. Nuccio, A. Paonita and A. Rizzo (2004). Evidence of a recent input of magmatic gases into the quiescent volcanic edifice of Panarea, Aeolian Islands, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07619.
- (59) Caliro, S., G. Chiodini, D. Galluzzo, D. Granieri, M. La Rocca, G. Saccorotti and G. Ventura. Recent activity of Nisyros volcano (Greece) inferred from structural, geochemical and seismological data, *Bull. Volcanol.*, (accepted).
- (60) Calvari, S. and H. Pinkerton (2004). Birth, growth and morphologic evolution of the 'Laghetto' cinder cone during the 2001 Etna eruption, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 225-239.
- (61) Calvari, S., L. Spampinato, L. Lodato, A.J.L. Harris, M.R. Patrick, J. Dehn, M.R. Burton and D. Andronico. Chronology and complex volcanic processes during the 2002-2003 flank eruption at Stromboli volcano (Italy) reconstructed from direct observations and surveys with a handheld thermal camera, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (62) Camarda, M., S. Gurrieri and M. Valenza. In situ permeability measurements based on a radial gas advection model: relationships between soil permeability and diffuse CO<sub>2</sub> degassing in volcanic areas, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (63) Camassi, R. (2004). Catalogues of historical earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 645-657.
- (64) Camassi, R. and V. Castelli (2004). Looking for "new" earthquake data in the 17th-18th century European "newssellers" network, *J. Earthqu. Eng.*, 8, 3, 335-359.
- (65) Cander, L.R. and B. Zolesi (2004). The COST 271 Action: conclusions and the way ahead, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 1287-1291.
- (66) Capasso, G., M.L. Carapezza, C. Federico, S. Inguaggiato and A. Rizzo. Geochemical variations in fluids from Stromboli volcano (Italy): early evidences of magma ascent during 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (67) Capasso, G., R. Favara, F. Grassa, S. Inguaggiato and M. Longo. On-line technique for preparation and measuring stable carbon isotope of total dissolved inorganic carbon in water samples ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{TDIC}}$ ), *Ann. Geophys.* (accepted).
- (68) Caracausi, A., F. Italiano, G. Martinelli, A. Paonita and A. Rizzo. Long-term geochemical monitoring and extensive/compressive phenomena: the case study of the Umbria region (Central Apennines, Italy), *Ann. Geophys.* (accepted).
- (69) Caracausi, A., M. Ditta, F. Italiano, M. Longo, P.M. Nuccio and A. Paonita. Massive submarine gas output during the volcanic unrest off Panarea Island (Aeolian arc, Italy): inferences for explosive conditions, *Geochem. J.* (accepted).
- (70) Carapezza, M.L. and D. Granieri (2004). CO<sub>2</sub> soil flux at Vulcano (Italy): comparison between active and passive methods, *Appl. Geochem.*, 19, 1, 73-88.
- (71) Carapezza, M.L., S. Inguaggiato, L. Brusca and M. Longo (2004). Geochemical precursors of the activity of an open-conduit volcano: the Stromboli 2002-2003 eruptive events, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07620.
- (72) Caratori Tontini, F. Magnetic anomaly Fourier spectrum of a 3D Gaussian source, *Geophysics* (accepted).
- (73) Caratori Tontini, F., P. Stefanelli, I. Giori, O. Faggioni and C. Carmisciano (2004). The revised aeromagnetic anomaly map of Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1547-1555.
- (74) Carminati, E., C. Doglioni and S. Barba (2004). Reverse migration of seismicity along thrusts and normal faults, *Earth-Sci. Rev.*, 65, 3-4, 195-222.
- (75) Carril, A.F., A. Navarra and S. Masina (2004). Ocean, sea-ice, atmosphere oscillations in the Southern Ocean as simulated by the SINTEX coupled model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10309.
- (76) Casarotti, E. and A. Piersanti. A synthetic fault system in a spherical and viscoelastic Earth model, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (77) Castelli, V. and R. Camassi. The shadow-zone of large Italian earthquakes: early journalistic sources and their perception of 17th-18th centuries seismicity, *J. Earthqu. Eng.* (accepted).
- (78) Castro, R.R., F. Pacor, D. Bindi, G. Franceschina and L. Luzi (2004). Site response of strong motion stations in the Umbria, Central Italy, region, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 576-590.
- (79) Chiarabba, C., N.A. Pino, G. Ventura and G. Vilardo (2004). Structural features of the shallow plumbing system at Vulcano Island, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 477-484.
- (80) Chiaraluce, L., A. Amato, M. Cocco, C. Chiarabba, G. Selvaggi, M. Di Bona, D. Piccinini, A. Deschamps, L. Margheriti, F. Courboux and M. Ripepe (2004). Complex normal faulting in the Apennines thrust-and-fold belt: the 1997 seismic sequence in central Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 99-116.
- (81) Chiaraluce, L., M.R. Barchi, C. Collettini, F. Mirabella and S. Pucci. Connecting seismically active normal faults with Quaternary geological structures in a complex extensional environment: the Colfiorito 1997 case history (Northern Apennines, Italy), *Tectonics* (accepted).
- (82) Chiodini, G., C. Cardellini, A. Amato, E. Boschi, S. Caliro, F. Frondini and G. Ventura (2004). Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07615.
- (83) Chiodini, G., R. Avino, T. Brombach, S. Caliro, C. Cardellini, S. de Vita, F. Frondini, D. Granieri, E. Marotta and G. Ventura (2004). Fumarolic and diffuse soil degassing west of Mount Epomeo, Ischia, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 291-309.
- (84) Chiodini, G., S. Caliro, G. Caramanna, D. Granieri, C. Minopoli, R. Moretti and L. Perrotta. Geochemistry of the submarine gaseous emissions of Panarea (Aeolian Islands, Southern Italy): magmatic vs hydrothermal origin and implications for volcanic surveillance, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (85) Cianetti, S., C. Giunchi and M. Cocco. 3D Finite element modeling of stress interaction: an application to Landers and Hector Mine fault systems, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (86) Cimini, G.B. and A. Marchetti. Deep structure of peninsular Italy from seismic tomography and subcrustal seismicity, *Ann. Geophys.* (accepted).

- (87) Cimini, G.B., P. De Gori and A. Frepoli. Passive seismology in southern Italy: the saptex array, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (88) Cinti, F.R., L. Faenza, W. Marzocchi and P. Montone (2004). Probability map of the next  $M \geq 5.5$  earthquakes in Italy, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 11, Q11003.
- (89) Civello, S. and L. Margheriti (2004). Toroidal mantle flow around the Calabrian slab (Italy) from SKS splitting, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10601.
- (90) Civetta, L., M. D'Antonio, S. di Lorenzo, V. Di Renzo and P. Gasparini (2004). Thermal and geochemical constraints to the deep magmatic structure of Mount Vesuvius, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 1-12.
- (91) Cocco, M., A. Bizzarri and E. Tinti (2004). Physical interpretation of the breakdown process using a rate- and state-dependent friction law, *Tectonophysics*, 378, 3-4, 241-262.
- (92) Collettini, C., L. Chiaraluce, S. Pucci, M. R. Barchi and M. Cocco. Looking at fault reactivation matching structural geology and seismological data, *J. Struct. Geol.* (accepted).
- (93) Convertito, V. and A. Herrero (2004). Influence of focal mechanism in probabilistic seismic hazard analysis, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 6, 2124-2136.
- (94) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Buoyancy of magmas at Mt. Etna, *Terr. Nova*, 16, 1, 16-22.
- (95) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Magma dynamics in the shallow plumbing system of Mt. Etna as recorded by compositional variations in volcanics of recent summit activity (1995-1999), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 55-71.
- (96) Costa A. and G. Macedonio. Numerical simulation of lava flows based on depth-average equation. *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (97) Costa, A. and G. Macedonio. Computational modelling of lava flows: A review, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (98) Costa, A, G. Macedonio and G. Chiodini. Numerical model of gas dispersion emitted from volcanic sources. *Ann. Geophys.* (accepted).
- (99) Cubellis, E., S. Carlino, R. Iannuzzi, G. Luongo and F. Obrizzo (2004). Management of historical seismic data using GIS: the Island of Ischia (Southern Italy), *Nat. Hazards*, 33, 3, 379-393.
- (100) Cucci, L. Raised marine terraces in the northern Calabrian Arc (southern Italy): a ~600 000 yr-long geological record of regional tectonic deformation, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (101) Cucci, L., S. Pondrelli, A. Frepoli, M.T. Mariucci and M. Moro (2004). Local pattern of stress field and seismogenic sources in the Pergola-Melandro basin and the Agri valley (Southern Italy), *Geophys. J. Int.*, 156, 3, 575-583.
- (102) Currenti, G., C. Del Negro, L. Fortuna, R. Napoli and A. Vicari (2004). Non-linear analysis of geomagnetic time series from Etna volcano, *Nonlinear Process. Geophys.*, 11, 119-125.
- (103) Currenti, G., C. Del Negro, V. Lapenna and L. Telesca. Fluctuation analysis of the hourly time variability of volcano-magnetic signals recorded at Mt. Etna Volcano, Sicily (Italy), *Chaos Solitons Fractals* (accepted).
- (104) Curtis, A., A. Michelini, D. Leslie and A. Lomax (2004). A deterministic algorithm for experimental design applied to tomographic and microseismic monitoring surveys, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 595-606.
- (105) D'Agostino, N. and G. Selvaggi (2004). Crustal motion along the Eurasia-Nubia plate boundary in the Calabrian Arc and Sicily and active extension in the Messina Straits from GPS measurements, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11402.
- (106) D'Alessandro, W., C. Federico, M. Longo and F. Parello (2004). Oxygen isotope composition of natural waters in the Mt. Etna area, *J. Hydrol.*, 296, 1-4, 282-299.
- (107) D'Amico, S. and V. Maiolino. Local magnitude estimate at Mt. Etna, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (108) Dallai, L., C. Freda and M. Gaeta (2004). Oxygen isotope geochemistry of pyroclastic clinopyroxene monitors carbonate contributions to Roman-type ultrapotassic magmas, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 148, 2, 247-263.
- (109) De Astis, G., L. Pappalardo and M. Piochi (2004). Procida volcanic history: new insights into the evolution of the Phlegraean Volcanic District (Campania region, Italy), *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 622-641.
- (110) De Gori, P., C. Chiarabba and D. Patanè. Qp structure of Mt. Etna: constraints for the physics of the plumbing system, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (111) de Lorenzo, S., G. Di Grazia, E. Giampiccolo, S. Gresta, H. Langer, G. Tusa and A. Ursino (2004). Source and Qp parameters from pulse width inversion of microearthquake data in southeastern Sicily, Italy, *J. Geophys. Res.*, 109, B7, B07308.
- (112) De Martini, P.M., D. Pantosti, N. Palyvos, F. Lemeille, L. McNeill and R. Collier (2004). Slip rates of the Aigion and Eliki faults from uplifted marine terraces, Corinth Gulf, Greece, *C. R. Geosci.*, 336, 4-5, 325-334.
- (113) De Michelis, P. and G. Consolini. Time intermittency and spectral features of the geomagnetic field, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (114) De Natale, G., C. Troise, R. Trigila, D. Dolfi and C. Chiarabba (2004). Seismicity and 3-D substructure at Somma-Vesuvius volcano: evidence for magma quenching, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 221, 1-4, 181-196.
- (115) De Natale, G., I. Kuznetsov, T. Kronrod, A. Peresan, A. Saraò, C. Troise and G.F. Panza (2004). Three decades of seismic activity at Mt. Vesuvius: 1972-2000, *Pure Appl. Geophys.*, 161, 123-144.
- (116) De Rubeis, V., P. Tosi, C. Gasparini and A. Solipaca. Application of kriging technique to seismic intensity data, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (117) De Santis, A., R. Tozzi and L.R. Gaya-Piquè (2004). Information content and K-entropy of the present geomagnetic field, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 218, 3-4, 269-275.
- (118) Deino, A.L., G. Orsi, S. de Vita and M. Piochi (2004). The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera – Italy) assessed by  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating method, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 157-170.
- (119) Del Carlo, P. and M. Pompilio. The relationship between volatile content and the eruptive style of basaltic magma: the Etna case, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1423-1432.
- (120) Del Negro, C., G. Currenti, R. Napoli and A. Vicari (2004). Volcanomagnetic changes accompanying the onset of the 2002-2003 eruption of Mt. Etna (Italy), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 229, 1-2, 1-14.

- (121) Del Negro, C., L. Fortuna and A. Vicari. Modelling lava flows by Cellular Nonlinear Networks (CNN): preliminary results, *Nonlinear Process. Geophys.* (accepted).
- (122) Del Pezzo, E., F. Bianco and G. Saccorotti (2004). Seismic source dynamics at Vesuvius volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 23-39.
- (123) Del Pezzo, E., F. Bianco, S. Petrosino and G. Saccorotti (2004). Changes in the coda decay rate and shear-wave splitting parameters associated with seismic swarms at Mt. Vesuvius, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 439-452.
- (124) Dellino, P., R. Isaia and M. Veneruso (2004). Turbulent boundary layer shear flows as an approximation of base surges at Campi Flegrei (Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 211-228.
- (125) Dellino, P., R. Isaia, L. La Volpe and G. Orsi (2004). Interaction between particles transported by fallout and surge in the deposits of the Agnano-Monte Spina eruption (Campi Flegrei, Southern Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 193-210.
- (126) Di Giovambattista, R. and Y.S. Tyupkin (2004). Seismicity patterns before the M=5.8 2002, Palermo (Italy) earthquake: seismic quiescence and accelerating seismicity, *Tectonophysics*, 384, 1-4, 243-255.
- (127) Di Muro, A., A. Neri and M. Rosi (2004). Contemporaneous convective and collapsing eruptive dynamics: the transitional regime of explosive eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10607.
- (128) Dinarès-Turell, J., B. Diez, D. Rey and I. Arnal. Buntsandstein magnetostratigraphy and biostratigraphic reappraisal from Eastern Iberia: Early and Middle Triassic stage boundary definitions through correlation to Tethyan sections, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* (accepted).
- (129) D'Oriano, C., E. Poggianti, A. Bertagnini, R. Cioni, P. Landi, M. Polacci and M. Rosi. Changes in eruptive style during the A.D. 1538 Monte Nuovo eruption (Phlegrean Fields, Italy): the role of syn-eruptive crystallization, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (130) Druon, J.N., W. Schrimpf, S. Dobricic and A. Stips (2004). Comparative assessment of large-scale marine eutrophication: North Sea area and Adriatic Sea as case studies, *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 272, 1-23.
- (131) Dubosclard, G., F. Donnadieu, P. Allard, R. Cordesses, C. Hervier, M. Coltelli, E. Privitera and J. Kornprobst (2004). Doppler radar sounding of volcanic eruption dynamics at Mount Etna, *Bull. Volcanol.*, 66, 5, 443-456.
- (132) Duka, B., L.R. Gaya-Piqué, A. De Santis, S. Bushati, M. Chiappini and G. Dominici (2004). A geomagnetic reference model for Albania, Southern Italy and the Ionian Sea from 1990 to 2005, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1609-1615.
- (133) Duncan, A.M., J.E. Guest, E. Stofan, S. Anderson, H. Pinkerton and S. Calvari (2004). Development of tumuli in the medial portion of the 1983 aa flow-field, Mount Etna, Sicily, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 173-187.
- (134) Egorova, T., E. Rozanov, E. Manzini, M. Haberreiter, W. Schmutz, V. Zubov and T. Peter (2004). Chemical and dynamical response to the 11-year variability of the solar irradiance simulated with a chemistry-climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06119.
- (135) Emolo, A., G. Iannaccone, A. Zollo and A. Gorini. Inferences on the source mechanism of the 1930 Irpinia (Southern Italy) earthquake from simulations of the kinematic rupture process, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (136) Espinosa Baquero, A., A.A. Gómez Capera and E. Salcedo Hurtado (2004). State-of-the-art of the historical seismology in Colombia, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 437-449.
- (137) Etiope, G. (2004). New directions: GEM - Geologic Emissions of Methane, the missing source in the atmospheric methane budget, *Atmos. Environ.*, 38, 19, 3099-3100.
- (138) Etiope, G. and A.V. Milkov (2004). A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere, *Environ. Geol.*, 46, 8, 997-1002.
- (139) Etiope, G. Mud volcanoes and microseepage: the forgotten geophysical components of atmospheric methane budget, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (140) Etiope, G., A. Feyzullayev, C.L. Baciu and A.V. Milkov (2004). Methane emission from mud volcanoes in eastern Azerbaijan, *Geology*, 32, 6, 465-468.
- (141) Etiope, G., C. Baciu, A. Caracausi, F. Italiano and C. Cosma (2004). Gas flux to the atmosphere from mud volcanoes in eastern Romania, *Terr. Nova*, 16, 4, 179-184.
- (142) Faccenna, C., C. Piromallo, A. Crespo-Blanc, L. Jolivet and F. Rossetti (2004). Lateral slab deformation and the origin of the Western Mediterranean arcs, *Tectonics*, 23, 1, TC1012.
- (143) Faenza L., W. Marzocchi, A.M. Lombardi and R. Console (2004). Some insights into the time clustering of large earthquakes in Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1635-1640.
- (144) Faggioni, O., F. Caratori Tontini, P. Stefanelli, L. Cocchi, C. Carmisciano and I. Giori. A topographic surface reduction of Aeromagnetic anomaly field over the Tyrrhenian Sea area (Italy), *Mar. Geophys. Res.* (accepted).
- (145) Falsaperla, S., S. Alparone, S. D'Amico, G. Di Grazia, F. Ferrari, H. Langer, T. Sgroi and S. Spampinato. Volcanic tremor at Mt. Etna, Italy, preceding and accompanying the eruption of July-August, 2001, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (146) Favalli, M. and M.T. Pareschi (2004). Digital elevation model reconstruction from structured topographic data: the DEST algorithm, *J. Geophys. Res.*, 109, F4, F04004.
- (147) Favalli, M., D. Karátson, R. Mazzuoli, M.T. Pareschi and G. Ventura. Volcanic geomorphology and tectonics of the Aeolian archipelago (Southern Italy) based on integrated DEM data, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (148) Favalli, M., F. Mazzarini, M.T. Pareschi and E. Boschi (2004). Role of local wind circulation in plume monitoring at Mt. Etna Volcano (Sicily): insight from a mesoscale numerical model, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09105.
- (149) Favalli, M., M.T. Pareschi, A. Neri and I. Isola. Forecasting lava flow paths by a stochastic approach, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (150) Favara, R., F. Grassa, P. Madonia and M. Valenza. Flow changes and geochemical anomalies in warm and cold springs associated with 1992-1994 seismic sequence at Pollina, Central Sicily, Italy, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).

- (151) Federico, C., A. Aiuppa, R. Favara, S. Gurrieri and M. Valenza (2004). Geochemical monitoring of groundwaters (1998-2001) at Vesuvius volcano (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 81-104.
- (152) Feuillet, N., C. Nostro, C. Chiarabba and M. Cocco (2004). Coupling between earthquake swarms and volcanic unrest at the Alban Hills Volcano (central Italy) modeled through elastic stress transfer, *J. Geophys. Res.*, 109, B2, B02308.
- (153) Fiebig, J., G. Chiodini, S. Caliro, A. Rizzo, J. Spangenberg and J.C. Hunziker (2004). Chemical and isotopic equilibrium between CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in fumarolic gas discharges: generation of CH<sub>4</sub> in arc magmatic-hydrothermal systems, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68, 10, 2321-2334.
- (154) Finizola, A., J.F. Lénat, O. Macedo, D. Ramos, J.-C. Thouret and F. Sortino (2004). Fluid circulation and structural discontinuities inside Misti volcano (Peru) inferred from self-potential measurements, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 135, 4, 343-360.
- (155) Florindo, F. and A.P. Roberts. Eocene-Oligocene magnetobiochronology of ODP Sites 689 and 690, Maud Rise, Weddell Sea, Antarctica, *Geol. Soc. Am. Bull.* (accepted).
- (156) Florindo, F., F. Marra, P. Montone, M. Pirro and E. Boschi (2004). Palaeomagnetic results from an archaeological site near Rome (Italy): new insights for tectonic rotation during the last 0.5 Myr, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1665-1673.
- (157) Florindo, F., G.S. Wilson and D.H. Harwood. Introduction to "long-term changes in Southern high-latitude ice sheets and climate, the Cenozoic history", *Glob. Planet. Change*, (accepted).
- (158) Florindo, F., G.S. Wilson, A.P. Roberts, L. Sagnotti and K.L. Verosub. Magnetostratigraphic chronology of a Late Eocene to Early Miocene glacial marine succession from the Victoria Land Basin, Ross Sea, Antarctica, *Glob. Planet. Change*, (accepted).
- (159) Fotiadis, D.N., S.S. Kouris, V. Romano and B. Zolesi (2004). Climatology of ionospheric F-region disturbances, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1311-1323.
- (160) Fracassi, U., B. Nivière and T. Winter. First appraisal to define possible seismogenic sources from historical earthquake damages in southern Upper Rhine Graben, *Quat. Sci. Rev.* (accepted).
- (161) Frankignoul, C., E. Kestenare, M. Botzet, A.F. Carril, H. Drange, A. Pardaens, L. Terray and R. Sutton (2004). An intercomparison between the surface heat flux feedback in five coupled models, COADS and the NCEP reanalysis, *Clim. Dyn.*, 22, 4, 373-388.
- (162) Frondini, F., G. Chiodini, S. Caliro, C. Cardellini, D. Granieri and G. Ventura (2004). Diffuse CO<sub>2</sub> degassing at Vesuvio, Italy, *Bull. Volcanol.*, 66, 7, 642-651.
- (163) Frost, D.J., B.T. Poe, R.G. Tronnes, C. Liebske, A. Duba and D.C. Rubie (2004). A new large-volume multianvil system, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 143-144, 507-514.
- (164) Fulignati, P., C. Panichi, A. Sbrana, S. Caliro, A. Gioncada and A. Del Moro. Skarn formation at the walls of the 79 A.D. magma chamber of Vesuvius (Italy): mineralogical and isotope constraints. *Neues Jahrb. Mineral.-Mon. hefte* (accepted).
- (165) Galadini, F. and P. Galli (2004). The 346 A.D. earthquake (central-southern Italy): an archaeoseismological approach, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 885-905.
- (166) Galluzzo, D., E. Del Pezzo, M. La Rocca and S. Petrosino (2004). Peak ground acceleration produced by local earthquakes in volcanic areas of Campi Flegrei and Mt. Vesuvius, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1377-1389.
- (167) Gambardella, B., C. Cardellini, G. Chiodini, F. Frondini, L. Marini, G. Ottonello and M. Vetuschi Zuccolini (2004). Fluxes of deep CO<sub>2</sub> in the volcanic areas of central-southern Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 1-2, 31-52.
- (168) Gambino, S. (2004). Continuous dynamic response along a pre-existing structural discontinuity induced by the 2001 eruption at Mt. Etna, *Earth Planets Space*, 56, 4, 447-456.
- (169) Gambino, S. Air and permafrost temperature at Mt. Melbourne (1989-1998), *Antarct. Sci.* (accepted).
- (170) Gambino, S., A. Mostaccio, D. Patanè, L. Scarfi and A. Ursino (2004). High-precision locations of the microseismicity preceding the 2002-2003 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 18, L18604.
- (171) Giammanco, S., S. Gurrieri and M. Valenza. Fault-controlled soil CO<sub>2</sub> degassing and shallow magma bodies: summit and lower east rift of Kilauea volcano (Hawai'i), 1997, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (172) Giampiccolo, E., S. Gresta and F. Rasconà (2004). Intrinsic and scattering attenuation from observed seismic codas in Southeastern Sicily (Italy), *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 55-66.
- (173) Giesecke, A., A.A. Gómez Capera, I. Leschiutta, E. Migliorini and L. Rodriguez Valverde (2004). The CERESIS earthquake catalogue and database of the Andean Region: background, characteristics and examples of use, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 421-435.
- (174) Giordano, D., C. Romano, P. Papale, D. Dingwell. Viscosity of trachytes from Phlegrean Fields and comparison with basaltic, phonolitic, and rhyolitic melts, *Chem. Geol.* (accepted).
- (175) Grassa, F., G. Capasso, R. Favara and S. Inguaggiato. Chemical and isotopic composition of waters and dissolved gases in some thermal springs of Sicily, Italy, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (176) Grassa, F., G. Capasso, R. Favara, S. Inguaggiato, E. Faber and M. Valenza (2004). Molecular and isotopic composition of free hydrocarbon gases from Sicily, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06607.
- (177) Gresta, S., M. Ripepe, E. Marchetti, S. D'Amico, M. Coltelli, A.J.L. Harris and E. Privitera (2004). Seismoacoustic measurements during the July-August 2001 eruption at Mt. Etna volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 219-230.
- (178) Gualdi, S., A. Alessandri and A. Navarra. Impact of atmospheric horizontal resolution on ENSO forecasts, *Tellus Ser. A* (accepted).
- (179) Guarnieri, P. and S. Vinciguerra. Fractal properties of a Neogene fault system in north-western Sicily (Italy), *Fractals* (accepted).
- (180) Guidoboni, E., F. Bernardini and A. Comastri (2004). The 1138-1139 and 1156-1159 destructive seismic crises in Syria, southeastern Turkey and northern Lebanon, *J. Seismol.*, 8, 1, 105-127.
- (181) Guidoboni, E., F. Bernardini, A. Comastri and E. Boschi (2004). The large earthquake on 29 June 1170 (Syria, Lebanon, and central southern Turkey), *J. Geophys. Res.*, 109, B7, B07304.



- (182) Guilyardi, E., S. Gualdi, J. Slingo, A. Navarra, P. Delecluse, J. Cole, G. Madec, M. Roberts, M. Latif and L. Terray (2004). Representing El Niño in coupled ocean-atmosphere GCMs: the dominant role of the atmospheric component, *J. Clim.*, 17, 24, 4623-4629.
- (183) Gurioli, L., M.T. Pareschi, E. Zanella, R. Lanza, E. Deluca and M. Bisson. Interaction of pyroclastic density currents with human settlements: evidence from Ancient Pompeii, *Geology* (accepted).
- (184) Haeussler, P.J., D.P. Schwartz, T.E. Dawson, H.D. Stenner, J.J. Lienkaemper, B. Sherrrod, F.R. Cinti, P. Montone, P. Craw, A.J. Crone and S.F. Personius. Surface rupture and slip distribution of the Denali and Totskund faults in the November 3, 2002 M7.9 earthquake, Alaska, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (185) Harris, A.J.L., J. Dehn, M.R. Patrick, S. Calvari, M. Ripepe and L. Lodato. Lava effusion rates from hand-held thermal infrared imagery: an example from the June 2003 effusive activity at Stromboli, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (186) Hernandez, B., M. Cocco, F. Cotton, S. Stramondo, O. Scotti, F. Courboux and M. Campillo (2004). Rupture history of the 1997 Umbria-Marche (central Italy) main shocks from the Inversion of GPS, DInSAR and near field strong motion data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1355-1376.
- (187) Holtz, F., S. Lenné, G. Ventura, F. Vetere and P.H. Wolf. Non-linear deformation and break up of enclaves in a rhyolitic magma: a case study from Lipari Island (Southern Italy), *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (188) Houghton, B.F., C.J.N. Wilson, P. Del Carlo, M. Coltelli, J.E. Sable and R. Carey (2004). The influence of conduit processes during two basaltic plinian eruptions: Tarawera 1886 and Etna 122 BC, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 1-14.
- (189) Inguaggiato, S. and A. Rizzo (2004). Dissolved helium isotope ratios in ground-waters: a new technique based on gas-water re-equilibration and its application to Stromboli volcanic system, *Appl. Geochem.*, 19, 5, 665-673.
- (190) Inguaggiato, S., A.L. Martin-Del Pozzo, A. Aguayo, G. Capasso and R. Favara. Isotopic, chemical and dissolved gas constraints on spring water from Popocatepetl volcano (Mexico). Evidence of strong gas-water interaction between magmatic and shallow fluid, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (191) Inguaggiato, S., Y. Taran, F. Grassa, G. Capasso, R. Favara, N. Varley and E. Faber (2004). Nitrogen isotopes in thermal fluids of a forearc region (Jalisco Block, Mexico): evidence for heavy nitrogen from continental crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12003.
- (192) Iorio, M., L. Sagnotti, A. Angelino, F. Budillon, B. D'Argenio, J. Dinarès-Turell, P. Macrí and E. Marsella (2004). High resolution petrophysical and palaeomagnetic study of Late Holocene Shelf Sediments, Salerno Gulf, Tyrrhenian Sea, *Holocene*, 14, 3, 426-435.
- (193) Isaia, R., M. D'Antonio, F. Dell'Erba, M. Di Vito and G. Orsi (2004). The Astroni volcano: the only example of closely spaced eruptions in the same vent area during the recent history of the Campi Flegrei caldera (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 171-192.
- (194) Italiano, F., G. Martinelli and A. Rizzo (2004). Geochemical evidence of seismogenic-induced anomalies in the dissolved gases of thermal waters: a case study of Umbria (Central Apennines, Italy) both during and after the 1997-1998 seismic swarm, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 11, Q11001.
- (195) Jackson, M.D., F. Marra, R.L. Hay, C. Cawood and E. Winkler. Judicious selection and preservation of tuff and travertine building stone in ancient Rome, *Archaeometry* (accepted).
- (196) Jovane, L., F. Florindo and J. Dinarès-Turell (2004). Environmental magnetic record of paleoclimate change from the Eocene-Oligocene stratotype section, Massignano, Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 15, L15601.
- (197) Julia, J., R.B. Herrmann, J.C. Ammon and A. Akinci (2004). Evaluation of deep sediment structure in the New Madrid Seismic Zone, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 334-340.
- (198) La Rocca, M., D. Galluzzo, G. Saccorotti, S. Tinti, G.B. Cimini and E. Del Pezzo (2004). Seismic signals associated with landslides and with a tsunami at Stromboli Volcano, Italy, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1850-1867.
- (199) La Rocca, M., G. Saccorotti, E. Del Pezzo and J. Ibanez (2004). Probabilistic source location of explosion quakes at Stromboli volcano estimated with double array data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 123-142.
- (200) Lambeck, K., M. Anzidei, A. Antonioli, A. Benini and A. Esposito (2004). Sea-level in Roman time in the Central Mediterranean and implications for recent change, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 224, 3-4, 563-575.
- (201) Lanari, R., P. Berardino, S. Borgström, C. Del Gaudio, P. De Martino, G. Fornaro, S. Guarino, G.P. Ricciardi, E. Sansosti and P. Lundgren (2004). The use of IFSAR and classical geodetic techniques for caldera unrest episodes: application to the Campi Flegrei uplift event of 2000, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 247-260.
- (202) Landes, M., W. Fielitz, F. Hauser, M. Popa and CALIXTO Group (2004). 3-D upper crustal tomographic structure across the Vrancea seismic zone, Romania, *Tectonophysics*, 382, 1-2, 85-102.
- (203) Landi, P., N. Métrich, A. Bertagnini and M. Rosi (2004). Dynamics of magma mixing and degassing recorded in plagioclase at Stromboli (Aeolian Archipelago, Italy), *Contrib. Mineral. Petrol.*, 147, 213-227.
- (204) Langer, H., S. Falsaperla, T. Powell and G. Thompson. Automatic classification and a-posteriori analysis of seismic event identification at Soufrière Hills volcano, Montserrat, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (205) Lautze, N.C., A.J.L. Harris, J.E. Bailey, M. Ripepe, S. Calvari, J. Dehn, S.K. Rowland and K. Evans-Jones (2004). Pulsed lava effusion at Mount Etna during 2001, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 231-246.
- (206) Lewicki, J.L., D. Bergfeld, C. Cardellini, G. Chiodini, D. Granieri, N. Varley and C. Werner. Comparative soil CO<sub>2</sub> flux measurements and geostatistical estimation methods on Masaya volcano, Nicaragua, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (207) Lindermeir, E., H. Kick, V. Tank, P. Haschberger, M.F. Buongiorno, G. Distefano, S. Amici, D. Oertel, F. Schrandt, W. Skrbek and H. Venus. FASA—Fire Airborne Spectral Analysis of Natural Disasters, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (208) Lombardo, V., L. Merucci and M.F. Buongiorno. Wavelength influence in sub-pixel temperature retrieval using Dual-band technique, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (209) Lombardo, V., M.F. Buongiorno and S. Amici. Characterization of a volcanic hot-spot source by means of sub-pixel temperature distribution analysis: a case from the 1996 mount Etna eruption using airborne imaging spectrometer data, *Bull. Volcanol.* (accepted).

- (210) Lombardo, V., M.F. Buongiorno, D.C. Pieri and L. Merucci (2004). Differences in Landsat TM derived lava flow thermal structure during summit and flank eruption at Mt. Etna, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 134, 1-2, 15-34.
- (211) Lungarini, L., C. Troise, M. Meo and G. De Natale. Finite element modelling of topographic effects on elastic ground deformation at Mt. Etna, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (212) Macedonio, G., A. Costa and A. Longo. A computer model for volcanic ash fallout and assessment of subsequent hazard, *Comput. & Geosci.* (accepted).
- (213) Macedonio, G., A. Neri, J. Marti and A. Folch. Temporal evolution of flow conditions in sustained magmatic explosive eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (214) Malagnini, L., K. Mayeda, A. Akinci and P.L. Bragato (2004). Estimating absolute site effects, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 4, 1343–1352.
- (215) Maramai, A., L. Graziani and S. Tinti. Tsunamis in the Aeolian Islands (Southern Italy): A Review, *Mar. Geol.* (accepted).
- (216) Maramai, A., L. Graziani, G. Alessio, P. Burrato, L. Colini, L. Cucci, R. Nappi, A. Nardi and G. Vilardo. Field-survey report of the 30 December 2002 Stromboli (southern Italy) tsunami in the near- and far-field, *Mar. Geol.* (accepted).
- (217) Marchetti, A., S. Barba, L. Cucci and M. Pirro. Performances of the Italian Seismic Network, 1985-2002: the hidden thing, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (218) Marinaro, G., G. Etiope, F. Gasparoni, D. Calore, S. Cenedese, F. Furlan, M. Masson, F. Favali and J. Blandin (2004). GMM - a gas monitoring module for long-term detection of methane leakage from seafloor, *Environ. Geol.*, 46, 8, 1053-1058.
- (219) Marra, F., J. Taddeucci, C. Freda, W. Marzocchi and P. Scarlato (2004). Recurrence of volcanic activity along the Roman Comagmatic Province (Tyrrhenian margin of Italy) and its tectonic significance, *Tectonics*, 23, 4, TC4013.
- (220) Marra, F., P. Montone, M. Pirro and E. Boschi (2004). Evidence of tectonics on Roman aqueducts system (II-III century A.D.) near Roma, *J. Struct. Geol.*, 4, 679-690.
- (221) Martelli, M., P.M. Nuccio, F.M. Stuart, R. Burgess, R.M. Ellam and F. Italiano (2004). Helium-strontium isotope constraints on mantle evolution beneath the Roman Comagmatic Province, Italy, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 224, 3-4, 295-308.
- (222) Marzocchi, W., L. Sandri, P. Gasparini, C. Newhall and E. Boschi (2004). Quantifying probabilities of volcanic events: the example of volcanic hazard at Mt. Vesuvius, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11201.
- (223) Marzocchi, W., L. Zaccarelli and E. Boschi (2004). Phenomenological evidence in favor of a remote seismic coupling for large volcanic eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04601.
- (224) Masina, S., P. Di Pietro and A. Navarra (2004). Interannual-to-decadal variability of the North Atlantic from an ocean data assimilation system, *Clim. Dyn.*, 23, 5, 531-546.
- (225) Mattei, M., N. D'Agostino, I. Zananiri, D. Kondopoulou, S. Pavlides and V. Spatharas (2004). Tectonic evolution of fault-bounded continental blocks: comparison of paleomagnetic and GPS data in the Corinth and Megara basins (Greece), *J. Geophys. Res.*, 109, B2, B02106.
- (226) Mattia, M., M. Rossi, F. Guglielmino, M. Aloisi and Y. Bock (2004). The shallow plumbing system of Stromboli Island as imaged from 1 Hz instantaneous GPS positions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 24, L24610.
- (227) Mazzarini, F., M.T. Pareschi, M. Favalli, I. Isola, S. Tarquini and E. Boschi. Morphology of basaltic lava channel during the Mout Etna September 2004 eruption from airborne laser altimeter data, *Geophys. Res. Lett.* (accepted).
- (228) McGonigle, A.J.S., S. Inguaggiato, A. Aiuppa, A.R. Hayes and C. Oppenheimer. Accurate measurement of volcanic SO<sub>2</sub> flux: determination of plume transport speed and integrated SO<sub>2</sub> concentration with a single device, *Geochem. Geophys. Geosyst.* (accepted).
- (229) McNeill, L.C., R.E.L. Collier, P.M. De Martini, D. Pantosti and G. D'Addezio. Recent history of the Eastern Eliko Fault, Gulf of Corinth: Geomorphology, paleoseismology and impact on paleoenvironments, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (230) McNutt, S.R. and W. Marzocchi (2004). Simultaneous earthquake swarms and eruption in Alaska, Fall 1996; statistical significance and inference of a large aseismic slip event, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1831-1841.
- (231) Mega, M.S., P. Allegrini, P. Grigolini, V. Latora, L. Palatella, A. Rapisarda and S. Vinciguerra (2004). Reply to comment on "Intercluster correlation in Seismicity", *Phys. Rev. Lett.*, 92, 12, 9802.
- (232) Melini, D., A. Piersanti, G. Spada, G. Soldati, E. Casarotti and E. Boschi (2004). Earthquakes and relative sealevel changes, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09601.
- (233) Meloni, A., D. Di Mauro, S. Lepidi, G. Mele and P. Palangio (2004). Tectonomagnetic and VLF electromagnetic signals in Central Italy, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 29-37.
- (234) Merucci, L., M.P. Bogliolo, M.F. Buongiorno and S. Teggi. Spectral emissivity and temperature maps of the Solfatara crater from DAIS hyperspectral images, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (235) Métrich, N., P. Allard, N. Spilliaert, D. Andronico and M. Burton (2004). 2001 flank eruption of the alkali- and volatile-rich primitive basalt responsible for Mount Etna's evolution in the last three decades, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 228, 1-2, 1-17.
- (236) Michelini, A. and A. Lomax (2004). Reply to comment by Clifford Thurber and Haijiang Zhang on "The effect of velocity structure errors on double-difference" earthquake location, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 15, L15614.
- (237) Michelini, A. and A. Lomax (2004). The effect of velocity structure errors on double difference earthquake location, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09602.
- (238) Milano, G., D. Di Giovambattista and G. Ventura. Seismicity and Stress field in the Sannio-Matese area, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (239) Milano, G., R. Di Giovambattista and G. Ventura. The 2001 seismic activity near Isernia (southern Apennines): implications for the seismotectonic of the transition zone between central and southern Apennines (Italy), *Tectonophysics* (accepted).
- (240) Milano, G., S. Petrazzuoli and G. Ventura (2004). Effects of the hydrothermal circulation on the strain field of the Campanian Plain (southern Italy), *Terr. Nova*, 16, 4, 205-209.

- (241) Miller, S.A., C. Collettini, L. Chiaraluce, M. Cocco, M. Barchi and M. Kaus (2004). Aftershocks driven by a high pressure CO<sub>2</sub> source at depth, *Nature*, 427, 6976, 724-727.
- (242) Mirabella, F., M.G. Ciaccio, M.R. Barchi and S. Merlini (2004). The Gubbio normal fault (central Italy): geometry, displacement, distribution and tectonic evolution, *J. Struct. Geol.*, 26, 2233-2249.
- (243) Misiti, V., F. Tecce and M. Gaeta. Fluid migration from the quartz diorite to the metamorphic contact aureole of the Gennargentu Igneous Complex (Sardinia, Italy): evidence from a fluid inclusion study, *Mineral. Petrol.* (accepted).
- (244) Monaco, C., S. Catalano, O. Cocina, G. De Guidi, C. Ferlito, S. Gresta, C. Musumeci and L. Tortorici. Tectonic control on the eruptive dynamics at Mt. Etna volcano (Sicily) during the 2001 and 2002-2003 eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (245) Montone, P., M.T. Mariucci, S. Pondrelli and A. Amato (2004). An improved stress map for Italy and surrounding regions (Central Mediterranean), *J. Geophys. Res.*, 109, B10, B10410.
- (246) Morasca, P., K. Mayeda, L. Malagnini and W.R. Walter. Coda-derived source spectra, moment magnitudes and energy-moment scaling in the Western Alps, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (247) Morelli, A. and S. Danesi (2004). Seismological imaging of the Antarctic continental lithosphere: a review, *Glob. Planet. Change*, 42, 155-165.
- (248) Moretti, R. and G. Ottonello. Solubility and speciation of sulfur in silicate melts: the Conjugated-Toop-Samis-Flood-Grjotheim (CTSFG) model. *Geochim. Cosmochim. Acta* (accepted).
- (249) Moretti, R. and P. Papale (2004). On the oxidation state and volatile behavior in multicomponent gas-melt equilibria, *Chem. Geol.*, 213, 265-280.
- (250) Moretti, R. Polymerisation, basicity, oxidation state and their role in ionic modelling of silicate melts, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (251) Murru, M., R. Console and A. Lisi (2004). Seismicity and mean magnitude variations correlated to the strongest earthquakes of the 1997 Umbria-Marche sequence (Central Italy), *J. Geophys. Res.*, 109, B1, B01304.
- (252) Musacchio G., D.J. White, I. Asudeh and C.J. Thomson (2004). Lithospheric structure and composition of the Archean western Superior Province from seismic refraction/wide-angle reflection and gravity modeling, *J. Geophys. Res.*, 109, B03304.
- (253) Musumeci, C., O. Cocina, P. De Gori and D. Patanè (2004). Seismological evidence of stress induced by dike injection during the 2001 Mt. Etna eruption, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 7, L07617.
- (254) Nadeau, R.M., A. Michelini, R.A. Uhrhammer, D. Dolenc and T.V. McEvilly (2004). Detailed kinematics, structure and recurrence of micro-seismicity in the SAFOD target region, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 12, L12S08.
- (255) Navarra, A. and J. Tribbia. The Coupled Manifold, *J. Atmos. Sci.* (accepted).
- (256) Neri, G., G. Barberi, G. Oliva and B. Orecchio (2004). Tectonic stress and seismogenic faulting in the area of the 1908 Messina earthquake, south Italy, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 10, L10602.
- (257) Neri, G., G. Barberi, G. Oliva and B. Orecchio. Spatial variations of seismogenic stress orientations in Sicily, south Italy, *Phys. Earth Planet. Inter.* (accepted).
- (258) Neri, M., V. Acocella and B. Behncke, (2004). The role of the Pernicana Fault System in the spreading of Mount Etna (Italy) during the 2002-2003 eruption, *Bull. Volcanol.*, 66, 5, 417-430.
- (259) Neri, M., V. Acocella, B. Behncke, V. Maiolino, A. Ursino and R. Velardita. Contrasting triggering mechanisms of the 2001 and 2002-2003 eruptions of Mount Etna (Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (260) Nisii, V., A. Zollo and G. Iannaccone (2004). Depth of a midcrustal discontinuity beneath Mt. Vesuvius from the stacking of reflected and converted waves on local earthquake records, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 5, 1842-1849.
- (261) Obrizzo, F., F. Pingue, C. Troise and G. De Natale (2004). Bayesian inversion of 1994-1998 vertical displacements at Mt. Etna: evidence for magma intrusion, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 935-946.
- (262) Occhipinti, R., M. Elia, A. Bonaccorso and G. La Rosa (2004). Finite element analysis of ground deformation due to dike intrusion with applications at Mt. Etna volcano, *Ann. Geophys.*, 47, 5, 1541-1546.
- (263) Operto, S., C. Ravaut, L. Improta, J. Virieux, A. Herrero and P. Dell'Aversana (2004). Quantitative imaging of complex structures from multi-fold wide-aperture seismic data: a case study, *Geophys. Prospect.*, 52, 625-651.
- (264) Orsi, G., M.A. Di Vito and R. Isaia (2004). Volcanic hazard assessment at the restless Campi Flegrei caldera, *Bull. Volcanol.*, 66, 6, 514-530.
- (265) Orue-Etxebarria, X., G. Bernaola, J.I. Baceta, E. Angori, F. Caballero, S. Monechi, V. Pujalte, J. Dinarès-Turell, E. Apellaniz and A. Payros. New constraints on evolution of planktic foraminifers and calcareous nannofossils across the Paleocene-Eocene boundary interval: the Zumaia section revisited (Basque Basin, western Pyrenees), *Neues Jahrb. Geol. Paläontol.-Abh.* (accepted).
- (266) Ottonello, G. and R. Moretti (2004). Lux-Flood basicity of binary silicate melts, *J. Phys. Chem. Solids*, 65, 1609-1614.
- (267) Pacor, F., G. Cultrera, A. Mendez and M. Cocco. Finite fault modeling of strong ground motions using a hybrid deterministic-stochastic approach, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (268) Palatella, L., P. Allegrini, P. Grigolini, V. Latora, M.S. Mega, A. Rapisarda and S. Vinciguerra (2004). Non-Poisson distribution of the time distances between two consecutive clusters of earthquakes, *Physica A*, 338, 201-205.
- (269) Palmer, T.N., A. Alessandri, U. Andersen, P. Cantelaube, M. Davey, P. Décluse, M. Déqué, E. Díez, F.J. Doblado-Reyes, H. Feddersen, R. Graham, S. Gualdi, J.F. Guérémy, R. Hagedorn, M. Hoshen, N. Keenlyside, M. Latif, A. Lazar, E. Maisonnave, V. Marletto, A.P. Morse, B. Orfila, P. Rogel, J.M. Terres and M.C. Thomson (2004). Development of a European multimodel ensemble system for seasonal-to-interannual prediction (DEMETER), *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 85, 6, 853-872.
- (270) Pantosti, D., P.M. De Martini, D. Papanastassiou, F. Lemeille, N. Palyvos and G. Stavrakakis (2004). Paleoseismological trenching across the Atalanti fault (Central Greece): evidence for the ancestors of the 1894 earthquake during Middle Age and Roman time, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 2, 531-549.

- (271) Pantosti, D., P.M. De Martini, I. Koukouvelas, L. Stamatopoulos, N. Palyvos, S. Pucci, F. Lemeille and S. Pavlides (2004). Paleoseismological investigations of the Aigion fault (Gulf of Corinth, Greece), *C. R. Geosci.*, 336, 4-5, 335-342.
- (272) Paonita, A. Noble gas solubility in silicate melts: a review of experimentation and theory and implications regarding magma degassing processes, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (273) Papale, P. Determination of total volatile contents in evolving magmas from melt inclusion data, *J. Geophys. Res.* (accepted).
- (274) Papale, P. Next progresses in the modelling of volcanic conduit flow dynamics, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (275) Pappalardo, L., M. Piochi and G. Mastrolorenzo (2004). The 3550 year BP – 1944 A.D. magma-plumbing system of Somma-Vesuvius: constraints on its behaviour and present state through a review of Sr-Nd isotope data, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1471-1483.
- (276) Parolai, S. and D. Bindi (2004). Influence of soil-layer properties on k evaluation, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 1, 349-356.
- (277) Parolai, S., D. Bindi, M. Baumbach, H. Grosser, C. Milkereit, S. Karakisa and S. Zünbül (2004). Comparison of different site response estimation techniques using aftershocks of the 1999 Izmit earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 3, 1096-1108.
- (278) Pecoraino, G., L. Brusca, W. D'Alessandro, S. Giammanco, S. Inguaggiato and M. Longo. Total CO<sub>2</sub> output from Ischia Island volcano (Italy), *Geochem. J.* (accepted).
- (279) Perniola, B., G. Bressan and S. Pondrelli (2004). Changes in failure stress and stress transfer during the 1976-77 Friuli earthquake sequence, *Geophys. J. Int.*, 156, 2, 297-306.
- (280) Perrone, L., L. Alfonsi, V. Romano and G. De Franceschi (2004). Polar cap absorption events of November 2001 at Terra Nova Bay, Antarctica, *Ann. Geophysicae*, 22, 5, 1633-1648.
- (281) Perugini, D., G. Ventura, M. Petrelli and G. Poli (2004). Kinematic significance of morphological structures generated by mixing of magmas: a case study from Salina Island (Southern Italy), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 222, 3-4, 1051-1066.
- (282) Pesci, A., P. Baldi, A. Bedin, G. Casula, N. Cenni, M. Fabris, F. Loddo, P. Mora and M. Bacchetti (2004). Digital elevation models for landslide evolution monitoring: application on two areas located in the Reno River Valley (Italy), *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1339-1353.
- (283) Pezzopane, M. (2004). Interpre: a Windows software for semiautomatic scaling of ionospheric parameters from ionograms, *Comput. & Geosci.*, 30, 1, 125-130.
- (284) Pfeiffer, T., A. Costa and G. Macedonio. A model for the numerical simulation of tephra fall deposits, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (285) Piana Agostinetti, N., G. Spada and S. Cianetti (2004). Mantle viscosity inference: a comparison between Simulated Annealing and Neighbourhood Algorithm inversion methods, *Geophys. J. Int.*, 157, 2, 890-900.
- (286) Piatanesi, A., E. Tinti, M. Cocco and E. Fukuyama (2004). The dependence of traction evolution on the earthquake source time function adopted in kinematic rupture models, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 4, L04609.
- (287) Pietrantonio, G. and F. Riguzzi (2004). Three-dimensional strain tensor estimation by GPS observations: methodological aspects and geophysical applications, *J. Geodyn.*, 38, 1, 1-18.
- (288) Pietrella, M. and L. Perrone. The ISWIRM model for instantaneous mapping of the critical frequency of the F2 layer in the European region, *Radio Sci.* (accepted).
- (289) Pino, N.A., M. Ripepe and G.B. Cimini (2004). The Stromboli Volcano landslides of December 2002: a seismological description, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02605.
- (290) Piochi, M., L. Pappalardo and G. De Astis (2004). Geochemical and isotopic variations within the Campanian Comagmatic province: implications on magma source composition, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1485-1499.
- (291) Piromallo, C. and C. Faccenna (2004). How deep can we find the traces of Alpine subduction?, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06605.
- (292) Pizzino, L., F. Quattrocchi, D. Cinti and G. Galli (2004). Fluid geochemistry along the Eliki and Aigion seismogenic segments (Gulf of Corinth, Greece), *C. R. Geosci.*, 336, 4-5, 367-374.
- (293) Pizzino, L., P. Burrato, F. Quattrocchi and G. Valensise (2004). Geochemical signature of large active faults: the example of the 5 February 1783, Calabrian earthquake, *J. Seismol.*, 8, 3, 363-380.
- (294) Poe, B.T., C. Romano and G. Henderson (2004). Raman and XANES spectroscopy of permanently densified vitreous silica, *J. Non-Cryst. Solids*, 341, 162-169.
- (295) Polacci, M. Constraining the dynamics of volcanic eruptions by characterization of pumice textures, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (296) Polacci, M., P. Papale, D. Del Seppia, D. Giordano and C. Romano (2004). Dynamics of magma ascent and fragmentation in trachytic versus rhyolitic eruptions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 131, 1-2, 93-108.
- (297) Pondrelli, S., A. Morelli and G. Ekstrom (2004). European-Mediterranean regional centroid-moment tensor catalog: solutions for years 2001 and 2002, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 145, 1-4, 127-147.
- (298) Pondrelli, S., C. Piromallo and E. Serpelloni (2004). Convergence vs. retreat in Southern Tyrrhenian Sea: insights from kinematics, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 6, L06611.
- (299) Presti, D., C. Troise and G. De Natale. Probabilistic location of seismic sequences in heterogeneous media, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (300) Puglisi, G. and A. Bonforte (2004). Dynamics of Mount Etna Volcano inferred from static and kinematic GPS measurements, *J. Geophys. Res.*, 109, B11, B11404.
- (301) Quarenì, F., A. Piombo and M. Dragoni. The steady-state, laminar flow of a mud suspension: application to the May 1998 mud flows in Sarno, Italy, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (302) Quarenì, F., A. Tallarico and M. Dragoni (2004). Modeling of the steady-state temperature field in lava flow levées, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 2-3, 241-251.

- (303) Ravaut, C., S. Operto, L. Imbrota, J. Virieux, A. Herrero and P. Dell'Aversana (2004). Multiscale imaging of complex structures from multi-fold wide-aperture seismic data by frequency-domain full-waveform inversion: application to a thrust belt, *Geophys. J. Int.*, 159, 3, 1032-1056.
- (304) Revil, A., A. Finizola, F. Sortino and M. Ripepe (2004). Geophysical investigations at Stromboli volcano, Italy: implications for ground water flow and paroxysmal activity, *Geophys. J. Int.*, 157, 1, 426-440.
- (305) Ripepe, M., M. Burton, T. Caltabiano, J. Dehn, A. Fiaschi, A. Harris, E. Marchetti, P. Poggi, G. Salerno, G. Ulivieri and R. Wright. The effusive to explosive transition during the 2002 eruption of Stromboli Volcano, *Geology* (accepted).
- (306) Rocco, A., G. De Natale, P. De Natale, G. Gagliardi and L. Gianfrani (2004). A diode laser-based spectrometer for in-situ measurements of volcanic gases, *Appl. Phys. B*, 78, 235-240.
- (307) Rosi, M., P. Landi, M. Polacci, A. Di Muro and D. Zandomenighi (2004). Role of conduit shear on ascent of the crystal-rich magma feeding the 800 year B.P. Plinian eruption of Quilotoa Volcano (Ecuador), *Bull. Volcanol.*, 66, 4, 307-321.
- (308) Rossano, S., G. Mastrolorenzo and G. De Natale (2004). Numerical simulation of pyroclastic density currents on Campi Flegrei topography: a tool for statistical hazard estimation, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 132, 1, 1-14.
- (309) Rotondi, R. and G. Zonno. Bayesian analysis of a probability distribution for the regional intensity attenuation, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (310) Rovelli, A., A. Vuan, G. Mele, E. Priolo and E. Boschi (2004). Rarely observed short-period (5–10 s) suboceanic Rayleigh waves propagating across the Tyrrhenian Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 22, L22605.
- (311) Rubbia G. (2004). A review of intensity data banks online, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 873-884.
- (312) Rust, D., B. Behncke, M. Neri and A. Ciocanel. Nested zones of instability in the Mount Etna volcanic edifice, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (313) Saccorotti, G., L. Zuccarello, E. Del Pezzo, J. Ibanez and S. Gresta (2004). Quantitative analysis of the tremor wavefield at Etna Volcano, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 136, 3-4, 223-245.
- (314) Sagnotti, L., A.P. Roberts, R. Weaver, K.L. Verosub, F. Florindo, G.S. Wilson, C.R. Pike and T. Clayton. Apparent magnetic polarity reversals due to remagnetization resulting from late diagenetic growth of greigite from siderite, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (315) Sahagian, D. and the Participants of the Volcanic Conduit Modeling Intercomparison Activity (including A. Neri and P. Papale). Volcanic eruption mechanisms: insights from intercomparison of models of conduit processes, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (316) Salvi, S., S. Atzori, C. Tolomei, J. Allievi, A. Ferretti, C. Prati, F. Rocca, S. Stramondo and N. Feuillet (2004). Inflation rate of the Colli Albani volcanic complex retrieved by the Permanent Scatterers SAR interferometry technique, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 12, L12606.
- (317) Sandri, L. and W. Marzocchi (2004). Testing the performance of some nonparametric Pattern Recognition algorithms in real cases, *Pattern Recognit.*, 37, 447-461.
- (318) Sandri, L., W. Marzocchi and L. Zaccarelli (2004). A new perspective in identifying the precursory patterns of volcanic eruptions, *Bull. Volcanol.*, 66, 3, 263-275.
- (319) Santini, S., P. Baldi, M. Dragoni, A. Piombo, S. Salvi, G. Spada and S. Stramondo (2004). Monte Carlo inversion of DInSAR data for dislocation modeling: application to the 1997 Umbria-Marche seismic sequence (Central Italy), *Pure Appl. Geophys.*, 161, 4, 817-838.
- (320) Saroli, M., S. Stramondo, M. Moro and F. Doumaz. Movements detection of Deep Seated Gravitational Slope Deformations by means of InSAR data and Photogeological interpretation: Northern Sicily case study, *Terr. Nova* (accepted).
- (321) Scalera, G. Are artificial satellites orbits influenced by an expanding Earth?, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (322) Scalera, G. The biography of Roberto Mantovani (1854-1933), which first suggests the expanding Earth idea, as reconstructed by the Italian and French correspondences, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (323) Scalera, G. The Mediterranean as a slowly nascent ocean, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (324) Scalera, G. TPW and polar motion as due to an asymmetrical Earth expansion, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (325) Scarlato, P., B.T. Poe, C. Freda and M. Gaeta (2004). High-pressure and high-temperature measurements of electrical conductivity in basaltic rocks from Mt. Etna, Sicily, Italy, *J. Geophys. Res.*, 109, B02210.
- (326) Scarpa, R., R. Muscente, F. Tronca, C. Fischione, P. Rotella, M. Abril, G. Alguacil, W. De Cesare and M. Martini (2004). UNDERSEIS: The Underground Seismic Array, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (327) Scarpetta, S., F. Giudicepietro, C. Ezin, S. Petrosino, E. Del Pezzo, M. Martini and M. Marinaro. High-precision classification of seismic signals at Mt. Vesuvius volcano, Italy using neural networks, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (328) Scognamiglio, L., L. Malagnini and A. Akinci. Ground motion scaling in Eastern Sicily, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (329) Scotto, C. and M. Pezzopane. Software for automatic scaling of critical frequency  $f_0F_2$  and  $MUF(3000)F_2$  from ionograms applied for the Ionospheric Observatory of Gibilmanna, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (330) Selva, J. and W. Marzocchi (2004). Focal parameters, depth estimation and plane selection of the worldwide shallow seismicity with  $M_s \geq 7.0$  for the period 1900-1976, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 5, Q05005.
- (331) Selva, J., W. Marzocchi, F. Zencher, E. Casarotti, A. Piersanti and E. Boschi (2004). A forward test for the interaction between remote earthquakes and volcanic eruptions: the case of Sumatra (Jun. 2000), and Denali (Nov. 2002) earthquakes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 226, 3-4, 383-395.
- (332) Serpelloni, E., M. Anzidei, P. Baldi, G. Casula and A. Galvani. Crustal velocity and strain-rate fields in Italy and surrounding regions: New results from the analysis of permanent and non-permanent GPS networks, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (333) SgROI, T., T. Braun, T. Dahm and F. Frugoni. Integration of seismic data from land-based and OBS-stations for the analysis of the seismicity in the Southern Tyrrhenian Sea: the TYDE experiment, *Ann. Geophys.* (accepted).

- (334) Siame, L., B. Bellier, R. Braucher, M. Sèbrier, M. Cushing, D. Bourlès, B. Hamelin, E. Baroux, B. de Voogd, G. Raisbeck and F. Yiou (2004). Local erosion rate versus active tectonic: cosmic ray exposure modelling in Provence (South-East France), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 220, 3-4, 345-364.
- (335) Sigmond, M., P.C. Siegmund, E. Manzini and H. Kelder (2004). A simulation of the separate climate effects of middle-atmospheric and tropospheric CO<sub>2</sub> doubling, *J. Clim.*, 17, 12, 2352-2367.
- (336) Slejko, F.F., R. Petrini, G. Orsi, M. Piochi and C. Forte (2004). Water speciation and Sr isotopic exchange during water-melt interaction: a combined NMR-TIMS study on the Cretajo Tephra (Ischia Island, south Italy), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 311-320.
- (337) Soldati, G. and L. Boschi. The resolution of whole Earth seismic tomographic models, *Geophys. J. Int.* (accepted).
- (338) Speranza, F., L. Sagnotti and P. Rochette (2004). An anthropogenic origin of the "Sirente crater", Abruzzi, Italy, *Meteorit. Planet. Sci.*, 39, 4, 635-649.
- (339) Speranza, F., M. Pompilio and L. Sagnotti (2004). Paleomagnetism of spatter lavas from Stromboli volcano (Aeolian Islands, Italy): implications for the age of paroxysmal eruptions, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02607.
- (340) Spieler, O., B. Kennedy, U. Kueppers, D.B. Dingwell, B. Scheu and J. Taddeucci (2004). The fragmentation threshold of pyroclastic rocks, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 226, 1-2, 139-148.
- (341) Stamper, R., A. Belehaki, D. Buresová, L.R. Cander, I. Kutiev, M. Pietrella, I. Stanislawska, S. Stankov, I. Tzagouri, Y.K. Tulunay and B. Zolesi (2004). Nowcasting, forecasting and warning for ionospheric propagation: tools and methods, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 957-983.
- (342) Stramondo, S., M. Moro, C. Tolomei, F.R. Cinti and F. Doumaz. InSAR surface displacement field and fault modelling for the 2003 Bam earthquake (South-Eastern Iran), *J. Geodyn.* (accepted).
- (343) Stramondo, S., M. Moro, F. Doumaz and F.R. Cinti. The 26 December 2003, Bam, Iran earthquake: surface displacement from Envisat ASAR interferometry, *Int. J. Remote Sens.* (accepted).
- (344) Stucchi, M., P. Albini, C. Mirto and A. Rebez (2004). Assessing the completeness of Italian historical earthquake data, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 659-673.
- (345) Suleiman, A.S., P. Albini and P. Migliavacca (2004). A short introduction to historical earthquakes in Libya, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 545-554.
- (346) Supper, R., R. De Ritis, K. Motschka and M. Chiappini. Aeromagnetic anomaly images of Vulcano and Southern Lipari Islands (Aeolian Archipelago, Italy), *Ann. Geophys.* (accepted).
- (347) Sussman, A.J., R.F. Butler, J. Dinarès-Turell and J. Vergés (2004). Vertical-axis rotation of a foreland fold and implications for orogenic curvature: an example from the Southern Pyrenees, Spain, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 218, 3-4, 435-449.
- (348) Taddeucci, J., M. Pompilio and P. Scarlato (2004). Conduit processes during the July-August 2001 explosive activity of Mt. Etna (Italy): inferences from glass chemistry and crystal size distribution of ash particles, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 1-3, 33-54.
- (349) Taddeucci, J., O. Spieler, B. Kennedy, M. Pompilio, D.B. Dingwell and P. Scarlato (2004). Experimental and analytical modeling of basaltic ash explosions at Mount Etna, Italy, 2001, *J. Geophys. Res.*, 109, B8, B08203.
- (350) Tanner, L.H. and S. Calvari (2004). Unusual sedimentary deposits on the SE side of Stromboli volcano, Italy: products of a tsunami caused by the ca. 5000 years BP Sciara del Fuoco collapse?, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 137, 4, 329-340.
- (351) Termini, D., A. Teramo, T. Tuvè and A. Bottari. On the observed intensity filtering in the anisotropic distribution modelling of macroseismic intensity, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (352) Textor, C., H.-F. Graf, A. Longo, A. Neri, T. Esposti Ongaro, P. Papale, C. Timmreck and G.G.J. Ernst. Numerical Simulation of Explosive Volcanic Eruptions from the Conduit Flow to Global Atmospheric Scales, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (353) Thouret, J.-C., M. Rivera, G. Wörner, M.-C. Gerbe, A. Finizola, M. Fornari and K. Gonzales. Ubinas: the evolution of the historically most active volcano in southern Peru, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (354) Tinti, E., A. Bizzarri, A. Piatanesi and M. Cocco (2004). Estimates of slip weakening distance for different dynamic rupture models, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 2, L02611.
- (355) Tinti, E., E. Fukuyama, A. Piatanesi and M. Cocco. A kinematic source time function compatible with earthquake dynamics, *Bull. Seismol. Soc. Amer.* (accepted).
- (356) Tinti, S., A. Maramai and L. Graziani (2004). The new catalogue of the Italian tsunamis, *Nat. Hazards*, 33, 3, 439-465.
- (357) Tinti, S., A. Maramai, A. Armigliato, L. Graziani, A. Manucci, G. Pagnoni and F. Zaniboni. Quantitative observations of the physical effects of the Stromboli tsunamis occurred on December 30, 2002, *Bull. Volcanol.* (accepted).
- (358) Todesco, M., J. Rutqvist, G. Chiodini, K. Pruess and C.M. Oldenburg (2004). Modeling of recent volcanic episodes at Phlegrean Fields (Italy): geochemical variations and ground deformation, *Geothermics*, 33, 531-547.
- (359) Tort, A. and A. Finizola. The buried caldera of Misti volcano, Peru, revealed by combining a self potential survey with elliptic Fourier function analysis of topography, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (360) Tosi, P., V. De Rubeis, V. Loreto and L. Pietronero. Space-time combined correlation integral and earthquake interactions, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (361) Trasatti, E., C. Giunchi and M. Bonafede. Structural and rheological constraints on source depth and overpressure estimates at Campi Flegrei Caldera, Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (362) Troise, C., G. De Natale and F. Pingue (2004). Non-linear effects in ground deformation at calderas due to the presence of structural discontinuities, *Ann. Geophys.*, 47, 4, 1513-1520.
- (363) Tzagouri, I., B. Zolesi, A. Belehaki and L.R. Cander. A new method for nowcasting ionospheric mapping based on Simplified Ionospheric Regional Model, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* (accepted).
- (364) Tusa, G., S.D. Malone, E. Giampiccolo, S. Gresta and C. Musumeci (2004). Attenuation of short-period P waves at Mount St. Helens, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 94, 4, 1441-1455.

- (365) Tuvè, T., A. Teramo, J. Ibañez, C. Bottari and D. Termini. Macroseismic intensity modelling of earthquakes in Southern Spain: attenuation and tectonic implications, *Pure Appl. Geophys.* (accepted).
- (366) Tyupkin, Y.S. and R. Di Giovambattista. Correlation length as an indicator of critical point behaviour prior to a large earthquake, *Earth Planet. Sci. Lett.* (accepted).
- (367) Vannoli, P., R. Basili and G. Valensise (2004). New geomorphic evidence for anticlinal growth driven by blind-thrust faulting along the northern Marche coastal belt (central Italy), *J. Seismol.*, 8, 3, 297-312.
- (368) Vannucci, G. and P. Gasperini (2004). The new release of the database of Earthquake Mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA Version 2), *Ann. Geophys.*, 47, 1, suppl., 307-334.
- (369) Vannucci, G., S. Pondrelli, A. Argnani, A. Morelli, P. Gasperini and E. Boschi (2004). An atlas of Mediterranean seismicity, *Ann. Geophys.*, 47, 1, suppl., 247-306.
- (370) Ventura, G. (2004). The strain path and kinematics of lava domes: an example from Lipari (Aeolian Islands, Southern Tyrrhenian Sea, Italy), *J. Geophys. Res.*, 109, B1, B01203.
- (371) Ventura, G. and G. Vilardo. Estimates of fluid pressure and tectonic stress in hydrothermal/volcanic areas: a methodological approach, *Ann. Geophys.* (accepted).
- (372) Ventura, G., G. Vilardo and P.P. Bruno (2004). Comment on "A new model for the formation of the Somma Caldera" (2004) by G. Rolandi, F. Bellucci and M. Cortini, *Mineral. Petrol.*, 82, 157-158.
- (373) Venuti, A. and F. Florindo (2004). Magnetostratigraphy and environmental magnetism of two Quaternary deep-sea gravity cores from the west Pacific Southern Ocean, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, 12, Q12011.
- (374) Vera, C., G. Silvestri, V. Barros and A. Carril (2004). Differences in El Niño response over the Southern Hemisphere, *J. Clim.*, 17, 9, 1741-1753.
- (375) Villante, U., M. Vellante, A. Piancatelli, A. Di Cienzo, T.L. Zhang, W. Magnes, V. Wesztergom and A. Meloni (2004). Some aspects of man-made contamination on ULF measurements, *Ann. Geophysicae*, 22, 4, 1335-1345.
- (376) Villante, U., S. Lepidi, P. Francia and T. Bruno (2004). Some aspects of the propagation of shock associated disturbances in the Earth's magnetosphere, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, 66, 5, 337-341.
- (377) Vinciguerra, S., C. Trovato, P.G. Meredith and P.M. Benson. Relating seismic velocities, permeability and crack damage in interpreting the mechanics of active volcanoes, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* (accepted).
- (378) Vinciguerra, S., D. Elsworth and S. Malone. The 1980 pressure response and flank failure of Mt. St. Helens (USA) inferred from seismic scaling exponent, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* (accepted).
- (379) Vinciguerra, S., P.G. Meredith and J. Hazzard (2004). Experimental and modeling study of fluid-pressure driven fractures in Darley Dale sandstone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, 9, L09609.
- (380) Yagova, N.V., V.A. Piliipenko, L.J. Lanzerotti, M.J. Engebretson, A.S. Rodger, S. Lepidi and V.O. Papitashvili (2004). Two-dimensional structure of long-period pulsations at polar latitudes in Antarctica, *J. Geophys. Res.*, 109, A3, A03222.
- (381) Zanchetta, G., R. Sulpizio and M.A. Di Vito (2004). The role of volcanic activity and climate in alluvial fan growth at volcanic areas: an example from southern Campania (Italy), *Sediment. Geol.*, 168, 249-280.
- (382) Zanchetta, G., R. Sulpizio, M.T. Pareschi, F.M. Leoni and R. Santacroce (2004). Characteristic of May 5-6, 1998 volcanoclastic debris-flows in the Sarno area (Campania, southern Italy): relationships to structural damage and hazard zonation, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 133, 1-4, 377-393.
- (383) Zanon, V. and I. Nikogosian (2004). Evidence of crustal melting events below the Island of Salina (Aeolian Arc, southern Italy), *Geol. Mag.*, 141, 4, 525-540.
- (384) Zolesi, B. and L.R. Cander (2004). COST 271 Action - Effects of the upper atmosphere on terrestrial and earth-space communications: introduction, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, suppl., 915-925.
- (385) Zolesi, B., A. Belehaki, I. Tsagouri and L.R. Cander (2004). Real-time updating of the simplified ionospheric regional model for operational applications, *Radio Sci.*, 39, 2, RS2011.

#### **Volumi editi o articoli apparsi su volumi nel 2004**


- (401) Albini, P., V. García Acosta, R.M.W. Musson and M. Stucchi (eds.) (2004). Investigating the Records of Past Earthquakes. 21st Course of the Int. School of Geophysics, Erice (Italy), 1-7 July 2002, *Ann. Geophys.*, 47, 2-3, 335-911.
- (402) Bonaccorso, A., S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.) (2004). Mt. Etna: Volcano Laboratory, Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 369 pp.
- (403) Meloni, A., V. Spichak and S. Uyeda (eds.) (2004). III International Workshop "Magnetic, Electric and Electromagnetic Methods in Seismology and Volcanology", Moscow (Russia), 3-6 September 2002, *Ann. Geophys.*, 47, 1, 1-245.
- (404) Aiuppa, A., P. Allard, W. D'Alessandro, S. Giammanco, F. Parello and M. Valenza (2004). Magmatic Gas Leakage at Mount Etna (Sicily, Italy): Relationships With the Volcano-Tectonic Structures, the Hydrological Pattern and the Eruptive activity. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 129-145.
- (405) Azzaro, R. (2004). Seismicity and Active Tectonics in the Etna Region: Constraints for a Seismotectonic Model. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 205-220.
- (406) Bonaccorso, A. and P.M. Davis (2004). Modeling of Ground Deformation Associated with Recent Lateral Eruptions: Mechanism of Magma Ascent and Intermediate Storage at Mt. Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 293-306.

- (407) Bonaccorso, A., O. Campisi, G. Falzone, and S. Gambino (2004). Continuous Tilt Monitoring: Lesson Learned From 20 Years Experience at Mt. Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 307-320.
- (408) Bousquet, J.C. and G. Lanzafame (2004). The Tectonics and Geodynamics of Mt. Etna: Synthesis and Interpretation of Geological and Geophysical Data. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 29-47.
- (409) Branca, S. and P. Del Carlo (2004). Eruption of Mt. Etna During the Past 3,200 Years: A Revised Compilation Integrating the Historical and Stratigraphic Records. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 1-27.
- (410) Branca, S., M. Coltelli and G. Groppelli (2004). Geological Evolution of Etna Volcano. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 49-63.
- (411) Budetta, G., D. Carbone, F. Greco and H. Rymer (2004). Microgravity Studies at Mount Etna (Italy). In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 221-240.
- (412) Caltabiano, T., M. Burton, S. Giammanco, P. Allard, N. Bruno, F. Murè and R. Romano (2004). Volcanic Gas Emission From the Summit Craters and Flanks of Mt. Etna, 1987-2000. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 111-128.
- (413) Calvari, S., L.H. Tanner, G. Groppelli and G. Norini (2004). Valle del Bove, eastern flank of Etna volcano: a comprehensive model for the opening of the depression and implications for future hazards. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 65-75.
- (414) Chiarabba, C., P. De Gori, and D. Patanè (2004). The Mt. Etna Plumbing System: The contribution of Seismic Tomography. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 191-204.
- (415) Civetta, L., I. Arienzo, M. D'Antonio and V. Di Renzo. The isotope geochemistry and volcanology. The Neapolitan volcanoes. *Atti Acc. dei Lincei* (accepted).
- (416) Corsaro, R.A. and M. Pompilio (2004). Dynamics of Magmas at Mount Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 91-110.
- (417) Del Carlo, P., L. Vezzoli and M. Coltelli (2004). Last 100 Ka Tephrostratigraphic Record of Mount Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 77-89.
- (418) Del Negro, C. and R. Napoli (2004). Magnetic Field Monitoring at Mt. Etna During the Last 20 Years. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 241-262.
- (419) Gresta, S., H. Langer, M. Mucciarelli, M.R. Gallipoli, S. Imposa, J. Letticia and C. Monaco (2004). The site response in the city of Ragusa-Ibla (Sicily) by using microtremors and strong ground motion simulations. In: Risk Analysis IV, C.A. Brebbia (ed.), Wessex Institute of Technology Press, Wessex (U.K.).
- (420) Incoronato, A. and C. Del Negro (2004). Magnetic Stratigraphy Procedures at Etna. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 263-271.
- (421) Lombardo, G., R. Rigano, S. Gresta, H. Langer, C. Monaco and G. De Guidi (2004). Evaluation of the Local Seismic Response in the Area of Catania (Italy). In: Risk Analysis IV, C.A. Brebbia (ed.), Wessex Institute of Technology Press, Wessex (U.K.).
- (422) Mauriello, P., D. Patella, Z. Petrillo, A. Siniscalchi, T. Iuliano and C. Del Negro (2004). A Geophysical Study of the Mount Etna Volcanic Area. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 273-291.
- (423) Orsi, G., S. de Vita, M. Di Vito and R. Isaia. The Campi Flegrei nested caldera (Italy): A restless, resurgent structure in a densely populated area. In: *The Cultural Response to the Volcanic Landscape*, Balmuth M. (ed.), Archaeological Institute of America, Boston, MA (accepted).
- (424) Panza G.F., A. Pontevivo, A. Saraò, A. Aoudia and A. Peccerillo (2004). Structure of the Lithosphere-Asthenosphere and Volcanism in the Tyrrhenian Sea and surroundings. *Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, XLIV, 29-56.
- (425) Patanè, D. and E. Giampiccolo (2004). Faulting Processes and Earthquake Source Parameters at Mount Etna: State of the Art and Perspectives. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 167-189.
- (426) Patanè, D., O. Cocina, S. Falsaperla, E. Privitera and S. Spampinato (2004). Mt Etna Volcano: A Seismological Framework. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 147-165.
- (427) Pinardi, N., G. Coppini, A. Grezio and P. Oddo. Ocean Climate variability in the Mediterranean Sea: climate events and marine forecasting activities. In: *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon*, C. Fletcher and T. Spencer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge (U.K.) (accepted).
- (428) Pinardi, N., M. Abbiati, E. Arneri, A. Crise, M. Ravaioli and M. Zavatarelli. The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea. In: *The Global Coastal Ocean*, A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.), The Sea, 14, Harvard University Press, Cambridge, MA (accepted).
- (429) Puglisi, G., P. Briole and A. Bonforte (2004). Twelve Years of Ground Deformation Studies on Mt. Etna Volcano Based on GPS Surveys. In: Mt. Etna: Volcano Laboratory, A. Bonaccorso, S. Calvari, M. Coltelli, C. Del Negro and S. Falsaperla (eds.), Geophysical monograph 143, AGU, Washington D.C., 321-341.



- (430) Vinciguerra, S., X. Xiao and B. Evans (2004). Experimental constraints on the mechanics of dyke emplacement in partially molten olivines. In: *Physical Geology of High-Level Magmatic Systems*, C. Breitkreuz and N. Petford (eds.), Geological Society Special Publication 234, The Geological Society, London, 243-249.





**Parere del Comitato  
di Consulenza Scientifica  
sul Rapporto di Attività  
Scientifica 2004  
dell'INGV**

---

Si riporta di seguito il parere espresso  
sul Rapporto di Attività Scientifica 2004 dell'INGV dal  
Comitato di Consulenza Scientifica

(il parere è stato fornito come allegato  
del Verbale 03/2005 relativo alla riunione  
del 29 aprile 2005 di detto Comitato)





## Comitato di Consulenza Scientifica

*Verbale 03/2005*

Il Comitato di Consulenza Scientifica (CCS) dell'INGV si è riunito il giorno 29 aprile 2005 alle ore 10:30 presso il laboratorio RISSC (unità di Ricerca in Sismologia Sperimentale e Computazionale dell'Università di Napoli - Dip. Scienze Fisiche e dell'Osservatorio Vesuviano, INGV) di Napoli, Via Coroglio 156. Erano presenti i componenti del CCS Chiodini, Civetta, De Santis, Rosi, Valensise e Zollo.

La riunione ha riguardato esclusivamente la valutazione del Rapporto di Attività Scientifica 2004. Inizialmente sono state discusse ed elaborate diverse questioni generali riguardanti i criteri di valutazione. Quindi sono state lette e discusse le schede già preparate dai componenti del CCS per ciascun Obiettivo Specifico. Infine è stato elaborato collegialmente un testo contenente gli elementi generali di valutazione del Rapporto. La valutazione finale del CCS viene fornita di seguito come Allegato 1.

Il CCS non ha stabilito la data di una eventuale nuova riunione, ma ha manifestato l'intento di incontrarsi al più tardi all'inizio dell'autunno per una giornata di discussione sulla struttura del futuro Piano Triennale, alla luce delle considerazioni fatte in sede di valutazione del Rapporto per l'anno 2004 discusso nella riunione odierna. Il CCS resta comunque in attesa di eventuale convocazione da parte dell'Ente.

La riunione è terminata alle ore 16.

Napoli, 29 aprile 2005

I componenti del Comitato di Consulenza  
Scientifica

*Giovanni Chiodini*

*Lucia Civetta*

*Angelo De Santis*

*Mauro Rosi*

*Gianluca Valensise*

*Aldo Zollo*



Allegato 1 al Verbale 03/2005

Parere del Comitato di Consulenza Scientifica sul

**Rapporto sull'Attività Scientifica 2004**  
dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

*Napoli, 29 aprile 2005*

## Premessa

Con il Rapporto sull'Attività Scientifica 2004 va definitivamente a regime il processo di ristrutturazione delle attività dell'INGV avviato alla fine del 2003. Con il Piano Triennale 2004-2006 infatti questo Ente, recependo indicazioni in tal senso provenienti dal MIUR, ha riorganizzato la pianificazione delle attività scientifiche e tecnologiche secondo una nuova modalità "per obiettivi di ricerca" piuttosto che "per sezione", come era stato in passato. Questa trasformazione ha reso necessaria una nuova architettura del Rapporto sull'Attività Scientifica, e di conseguenza delle modalità per la sua valutazione.

Il Rapporto è stato elaborato a partire dalla fine di marzo 2005 e consegnato a questo Comitato (CCS) il 22 aprile u.s., in accordo con un calendario opportunamente concordato con i vertici dell'Ente e che tenesse conto del tempo necessario a svolgere materialmente la valutazione.

Analogamente a quanto già avvenuto per le rendicontazioni precedenti, la produttività scientifica è stata valutata con specifico riferimento alle sole pubblicazioni effettivamente apparse, in corso di stampa o "accettate per la stampa" nel 2004 sulle riviste quotate nel JCR (Journal of Citation Reports) del 2004. Tuttavia, la valutazione delle singole linee di attività si è basata anche sulle altre pubblicazioni e su varie tipologie di prodotti scientifici e tecnologici.

Come negli anni precedenti, il Rapporto contiene anche l'attività del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) e Gruppo Nazionale di Vulcanologia (GNV). Queste sezioni non sono state però oggetto di valutazione in quanto, come già in passato, il CCS si è attenuto alle valutazioni espresse dai *referees* nazionali e internazionali nominati dai Gruppi stessi. Si noti che, essendo l'attività dei Gruppi sostanzialmente conclusa con il 2004, tali valutazioni assumono particolare significato in quanto analizzano i singoli progetti nella loro interezza, ovvero avendo come riferimento i loro elaborati conclusivi.

Come già negli anni precedenti, il Comitato di Consulenza Scientifica dell'INGV tiene a sottolineare che la valutazione delle attività 2004 si è svolta attraverso un confronto collegiale, pur se nei limiti del poco tempo a disposizione (circa 7 giorni). Le affermazioni contenute nel presente documento devono quindi essere intese come condivise da tutti i componenti del Comitato stesso.



## Valutazione complessiva

Il CCS considera positivamente il nuovo schema di descrizione delle attività di ricerca e dei risultati conseguiti secondo Obiettivi Specifici di ricerca. Tale schema mette in luce le interazioni tra le sezioni e il coordinamento che si sta sviluppando in molti settori anche a seguito dell'introduzione dei Temi Trasversali Coordinati (o TTC). Questo processo, iniziato da poco, deve necessariamente proseguire attraverso un sempre maggiore coinvolgimento e partecipazione dei ricercatori dell'Ente sui temi individuati dal Piano Triennale. Il CCS è dell'avviso che questo processo si realizzerà anche attraverso una migliore razionalizzazione degli obiettivi stessi, che in alcuni casi dovranno essere più ampi, in altri casi più focalizzati. Si evidenziano in molti casi forti sovrapposizioni di attività per Obiettivi Specifici (OS) diversi, che si ritiene vadano progressivamente ridotte. Il CCS si impegna a svolgere uno o più incontri specificamente dedicati a questi punti, in modo che già dal prossimo Piano Triennale si possa tener conto degli eventuali suggerimenti e meglio individuare e indirizzare gli OS.

Uno dei principali elementi della valutazione è la produttività scientifica dell'Ente. La produttività globale dell'INGV è ben documentata dalle circa 400 pubblicazioni censite JCR, con un aumento del numero complessivo di circa il 25% rispetto al 2003. Progressi analoghi vengono registrati dagli altri indicatori di produttività (pubblicazioni non-JCR, prodotti tecnologici, banche dati). Questo aumento di produttività va letto anche alla luce dell'espansione dell'ente in termini di personale (di ruolo e a tempo determinato), ma va osservato che tale espansione è decisamente più contenuta (meno del 10%).

Seguono commenti più dettagliati sull'impianto generale del Rapporto.

- Il CCS ravvisa la necessità di chiarire meglio il rapporto tra obiettivi previsti nel Piano Triennale e obiettivi conseguiti nell'anno di riferimento. Questo allo scopo di rendere più trasparente l'attinenza delle attività agli obiettivi programmati e facilitare la verifica della cadenza temporale obiettivi/prodotti.
- Nella maggioranza dei casi non sono indicate le risorse finanziarie utilizzate per gli OS, né di provenienza esterna né di provenienza interna all'INGV. Questa mancanza di trasparenza nel rapporto tra attività di ricerca e finanziamenti utilizzati è stata già ripetutamente sottolineata dal CCS ed è in qualche modo resa più accentuata dalla nuova organizzazione "per obiettivi specifici" dell'attività scientifica dell'ente. Infatti, nell'attuale rendicontazione i progetti esterni sono elencati all'interno delle schede degli OS. In questo modo però diventa impossibile capire quanti OS fanno riferimento allo stesso progetto. Il CCS propone che venga predisposta una tabella riassuntiva che elenchi tutti i progetti esterni, indicando chiaramente il o i responsabili, gli importi del finanziamento e gli OS coinvolti.
- Il CCS rimarca il fatto che alcune schede riportano l'attività di una sola componente (sezione) che afferisce a un dato OS, trascurando i contributi talora determinanti che arrivano da altre componenti. Il CCS raccomanda ai curatori delle singole schede di rendicontare tutte le attività che fanno capo ad ogni OS, così come previste e illustrate nel Piano Triennale.
- Un'attività di notevole rilievo dell'INGV è quella legata allo sviluppo tecnologico (*hardware/software*), con particolare riferimento alle nuove strumentazioni e metodologie in corso di realizzazione e verifica in diversi laboratori dell'ente. Purtroppo la parte documentale relativa ai prodotti tecnologici è spesso carente (non vengono menzionati manuali, open file report, schemi progettuali, articoli su riviste specializzate...). Questa andrebbe invece decisamente incentivata per il futuro, esplorando la possibilità di ottenere brevetti/patenti sia per i prodotti *hardware* che per le procedure *software*.
- Alcuni OS sono troppo ampi. Un caso eclatante è l'OS 3.1. (Struttura e dinamica dell'interno della Terra – Sismologia), che potrebbe essere utilmente riconfigurato separando le della ricerche sulla struttura della Terra da quelle sulla sorgente sismica. Similmente, l'OS 3.2. (Struttura e dinamica dell'interno della Terra – Geodinamica e Geomagnetismo) si presenta suddiviso in due parti non ben armonizzate tra di loro, forse a causa del fatto che il termine "geodinamica" è vago e comprende al suo interno moltissime attività svolte all'INGV.

- Per quanto riguarda gli OS nel campo della vulcanologia, questi si presentano dispersi e ripetitivi. Allo stesso tempo manca un obiettivo unificante, che si ritiene potrebbe essere semplicemente rappresentato da un tema come "Pericolosità e Rischio Vulcanico".
- Il CCS rileva che è stato molto difficile valutare e confrontare la produttività scientifica di ogni OS. Esiste la necessità di indicare nelle schede per OS anche l'impegno previsto dal Piano Triennale (in mesi persona per ogni sezione) per l'anno a cui si riferisce la rendicontazione.
- Per il futuro va chiarito meglio quali sono le pubblicazioni che devono essere assegnate a ogni OS. Esistono infatti diversi OS finalizzati esclusivamente alla produzione di dati (esempio, le banche dati): i responsabili di questi OS devono esporre solo pubblicazioni a carattere tecnico sulla costruzione o gestione di tali banche dati, oppure tutti i lavori che utilizzano i dati che vi sono contenuti?
- Sempre sulle pubblicazioni, va ricordato che in passato venivano esposte dall'INGV anche le pubblicazioni degli "associati" all'ente, soprattutto in virtù del fatto che in alcuni casi tali pubblicazioni si avvalgono di dati e risorse strumentali in dotazione di strutture dell'INGV. Si raccomanda di reinserire tali pubblicazioni in quanto rappresentano un importante valore aggiunto che va menzionato nell'attività scientifica dell'INGV.
- Lo sforzo fatto dall'INGV per l'omogeneizzazione delle attività di ricerca e sorveglianza, finora svolte in modo scarsamente coordinato dalle differenti sezioni dell'ente, è rilevante, in particolare per il settore strategico dei laboratori. In virtù di questo sforzo il giudizio complessivo sulle attività svolte dai laboratori nel 2004 è molto positivo, ma va sottolineato che un ulteriore sforzo in questa direzione è necessario. In particolare dal documento dovrebbe risultare in modo ancora più incisivo la presenza di una strategia unica e ben programmata di sviluppo armonico dei laboratori, che non risulta evidente nell'attuale rendicontazione.

# Valutazione dei singoli Obiettivi Specifici

Vengono di seguito commentati e valutati individualmente gli Obiettivi Specifici attraverso i quali è stata pianificata l'attività 2004 dell'INGV. Per una lista completa degli Obiettivi e per ulteriori dettagli organizzativi si faccia riferimento al Piano Triennale INGV 2004-2006. La valutazione di ogni Obiettivo Specifico è stata effettuata avendo come riferimento le voci del seguente schema (si noti che alcune voci sono state lasciate in bianco quando non pertinenti):

- 1) Valutazione sulla definizione e sul raggiungimento degli obiettivi in relazione al Piano Triennale
- 2) Produttività scientifica
- 3) Produttività di altre attività
- 4) Collaborazioni con l'Università ed altri enti di ricerca nazionali ed internazionali
- 5) Risultati conseguiti dalla ricerca

## **Obiettivo Generale 1 - Sviluppo dei sistemi di osservazione**

### **1.1. Monitoraggio sismico del territorio nazionale**

Lo sviluppo tecnologico della rete nazionale sta vivendo una fase di grande potenziamento che riguarda non solo l'ampliamento ed ammodernamento del parco strumenti ma anche l'integrazione ed omogeneizzazione di reti di sensori con diverse caratteristiche e sistemi di trasmissione dati per obiettivi di monitoraggio diversi (dalla scala locale/regionale/nazionale a quella dell'intera area mediterranea). Allo stesso tempo vengono verificate e sperimentate nuove metodologie per l'analisi dei dati (*picking* automatico, localizzazione e calcolo della magnitudo) in tempo quasi-reale, seguendo le direzioni di sviluppo delle più moderne reti sismiche installate in aree sismiche attive del pianeta (Taiwan, Giappone, California).

Non è chiaro quanto queste attività rispettino gli obiettivi previsti nel Piano Triennale 2004-2006 e soprattutto se seguono la cadenza temporale prevista. Per gli OS che riguardano lo sviluppo dei sistemi di monitoraggio potrebbe essere utile allegare una tabella che riassume la configurazione esistente della(e) reti distinguendo la parte sensoristica, dai sistemi di acquisizione dati agli apparati di trasmissione dei segnali. Da questo quadro sintetico, potrebbero essere meglio evidenziate le strategie di sviluppo tecnologico futuro (integrazione/ridondanza di diversi sistemi per la trasmissione dati, sviluppo di apparati *home-made* di acquisizione dati, sviluppo di *software* di gestione e tele-controllo della rete) e la loro diversificazione per scala di osservazione.

Si presuppone che la corposa lista di lavori scientifici allegata sia stata compilata considerando tutte le pubblicazioni nelle quali siano stati utilizzati dati acquisiti dalla rete di monitoraggio nazionale (che include le reti locali dei vulcani, quelle regionali e MedNet). Da questo punto di vista, l'elevata produzione scientifica dimostra la buona qualità dei dati acquisiti dalla rete nazionale e, soprattutto, la rapida e completa diffusione dei dati direttamente utilizzabili per la ricerca scientifica. Poiché una grossa parte dell'attività in questo OS è dedicata allo sviluppo di tecnologie e metodologie innovative per il monitoraggio sismico (ad esempio l'analisi in tempo reale), potrebbe essere utile evidenziare nella lista quelle pubblicazioni che descrivono i risultati in questo settore.

La realizzazione e l'aggiornamento continuo delle banche dati dei terremoti è un'attività di grossa valenza scientifica, anche considerando gli sforzi che sono fatti per facilitare l'accesso ai dati e la loro consultazione mediante applicativi *web-oriented*. Tra queste una particolare menzione va alla banca dati Mednet, sui cui standards dovrebbero essere uniformate le varie banche dati sismologici dell'ente.

Altra attività di notevole rilievo è quella legato allo sviluppo tecnologico (*hardware/software*), con particolare riferimento alle nuove schede di acquisizione dati che sono in corso di realizzazione e verifica nei laboratori di Napoli e Roma. Purtroppo la parte documentale relativa ai prodotti tecnologici è carente (non vengono menzionati manuali, *open file report*, schemi progettuali, articoli su riviste specializzate...) ed andrebbe decisamente incentivata nel futuro, esplorando la possibilità di ottenere brevetti/patenti sia per i prodotti *hardware* che per le procedure *software*.

### **1.2. Sorveglianza geochimica aree vulcaniche attive**

L'Obiettivo Specifico 1.2. è di grande importanza per le attività che l'Ente deve svolgere. L'attività svolta nell'ambito dell'obiettivo è stata di ricerca e sorveglianza, strettamente connesse tra di loro, come è auspicabile possa realizzarsi per tutti gli obiettivi di monitoraggio. L'attività svolta è stata estremamente significativa, in tutti i suoi aspetti, dallo sviluppo tecnologico, all'applicazione, all'interpretazione e modellazione dei dati, alle pubblicazioni su riviste prestigiose. Gli obiettivi prefissati in relazione al Piano Triennale, sono stati ampiamente raggiunti. L'avanzamento delle attività di sviluppo dei sistemi di sorveglianza geochimica dei vulcani è consistito nell'ampliamento delle reti e nel completamento ed ammodernamento delle reti esistenti.

La produttività scientifica è eccellente, con circa 30 pubblicazioni scientifiche. La produttività di altre attività è buona, in particolare per quanto riguarda i prodotti tecnologici

Le collaborazioni con l'Università ed altri Enti di ricerca nazionali ed internazionali sono ampie, come testimoniato dalle pubblicazioni in collaborazione con ricercatori di altri enti.

I risultati conseguiti dalla ricerca sono ottimi. Di particolare rilevanza sono i modelli sviluppati per evidenziare, sulla base dei dati geochimici ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $SO_2$ ), l'ingresso di nuovo magma nelle porzioni più profonde dei condotti di alimentazione dell'Etna, il modello per il calcolo delle temperature in un serbatoio idrotermale, i modelli di interazione gas-acqua-roccia al Vesuvio, ecc.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona. A differenza di altri OS sono stati riportati i finanziamenti acquisiti nel 2004.

La valutazione complessiva delle risorse di personale, strumentali ed infrastrutture è buona, come testimoniato dalla gran mole di eccellente lavoro svolto.

### **1.3. Sorveglianza geodetica delle aree attive**

Le attività di questo OS sono molteplici, molto diversificate e ambiziose. Ciononostante gli obiettivi fissati nel Piano Triennale 2004-2006 sembrano raggiunti, ed è stata garantita la regolarità delle attività di monitoraggio che costituiscono l'essenza di questo OS. Il testo della scheda non è sempre chiarissimo, in parte a causa del limitato spazio a disposizione dell'estensore.

La produttività scientifica in senso stretto è buona, con numerose pubblicazioni su importanti riviste e su volumi prestigiosi.

La produttività di altre attività è riassumibile con la preparazione di software specifico per applicazioni in geodesia delle aree vulcaniche e con la gestione delle banche dati che raccolgono i dati prodotti dall'OS.

Dalla scheda si evince un buon livello di collaborazione sia tra le 3 sezioni INGV coinvolte (CT, CNT e NA-OV), sia soprattutto tra queste e diverse istituzioni italiane e straniere.

I risultati conseguiti sono di grande interesse per lo studio dell'evoluzione sia dei vulcani attivi che di quelli quiescenti. Grazie alle attività svolte in questo OS il contributo geodetico si sta affermando come un mezzo particolarmente efficace per la comprensione della dinamica eruttiva e per l'eventuale previsione a medio e breve termine di eventi eruttivi.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona e garantisce buona salute a questo OS a prescindere dai finanziamenti interni INGV. Il supporto principale viene dal MIUR attraverso lo strumento PON, dal GNV, dall'ASI.

Nel complesso questo OS può contare su buone risorse strumentali e infrastrutturali. Il personale impiegato sembra decisamente sovrainpegnato. E' opportuno quindi che l'INGV consideri attentamente la possibilità di un rafforzamento del settore, con particolare riferimento alla sezione di Catania, in relazione al grado di priorità di questo OS nel confronto con le altre attività dell'ente.

### **1.4. Sorveglianza sismologica delle aree vulcaniche attive**

In accordo con gli obiettivi prefissati nel Piano Triennale, l'avanzamento delle attività di sviluppo dei sistemi di sorveglianza sismologica dei vulcani è consistito nell'ampliamento della dinamica delle reti (sensori ed acquisitori) e nel completamento ed ammodernamento delle reti esistenti.

Parallelamente all'attività istituzionale di monitoraggio, vanno menzionate con particolare rilievo le attività di sviluppo, verifica ed implementazione per fini di monitoraggio di sistemi

avanzati (*hardware/software*) per l'osservazione dei fenomeni sismici in aree vulcaniche. A valle di molteplici studi effettuati nell'ultimo decennio su vulcani italiani e non, si propone attualmente l'utilizzo di antenne sismiche (*array*) (reti dense di sismometri) permanenti, integrate nella rete sismica convenzionale per l'identificazione, localizzazione e caratterizzazione dinamica dei segnali a bassa frequenza di natura vulcanica. Altro elemento di forte innovazione di questo OS è quello che riguarda l'osservazione congiunta della deformazione e della sismicità mediante sensori in pozzo (dilatometri, sismometri).

Anche dal punto di vista dello sviluppo di metodologie per l'analisi dei segnali sismo-vulcanici, nell'ambito di questo OS vengono condotte ricerche di avanguardia. In particolare evidenza le tecniche implementate per l'analisi in tempo reale dei segnali a bassa frequenza.

Il rapporto relativo a questo OS non presenta una lista di pubblicazioni, per le quali è necessario rifarsi alla lista generale. Si constata, come per l'OS 1.1. una carenza documentale relativa ai prodotti tecnologici (non vengono menzionati manuali, *open file report*, schemi progettuali, articoli su riviste specializzate...). Questa produzione andrebbe decisamente incentivata nel futuro, esplorando la possibilità di ottenere brevetti/patenti sia per i prodotti *hardware* che per le procedure *software*.

Di un certo rilievo lo sviluppo di banche dati legate all'acquisizione in tempo reale dei segnali sismici sui vulcani attivi (EOLo). L'attività di sviluppo a livello prototipale di moduli di acquisizione a basso consumo *home-made* va incentivata probabilmente coordinata a livello nazionale perché d'interesse per altre applicazioni, non solo nel campo sismologico.

### **1.5. Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani**

L'espletamento della sorveglianza dell'attività eruttiva si è concretata nella produzione di una grossa mole di rapporti, mappe e altre informazioni per lo più pubblicati sui siti web dell'Ente e in rapporti direttamente trasmessi alla Protezione Civile. I sistemi di monitoraggio utilizzati vanno dai sorvoli in elicottero e rilevazioni mediante telecamera termica, all'analisi in continuo dei fenomeni eruttivi mediante telecamere, all'acquisizione ed elaborazione di immagini multispettrali, alle ispezioni sul terreno, campionamento e analisi di materiali eruttivi. Il personale afferente ha inoltre fornito il servizio di reperibilità del vulcanologo per i vulcani Etna Stromboli e Vulcano. Per quanto riguarda l'unica eruzione vulcanica avvenuta nel 2004 all'Etna, la relazione non esplicita con quale dovizia di informazioni (mappatura delle colate, monitoraggio del tasso effusivo, misura del volume dei lava emessa) sia stata documentata l'eruzione. Le rilevazioni con un sistema semiautomatico di analisi delle immagini raccolte dalle telecamere di Stromboli mediante il sistema VAMOS, hanno messo a disposizione un interessante "spaccato" di come l'attività di questo vulcano è ripresa dopo la conclusione dell'eruzione 2002-2003, censendo con precisione l'esplosività delle diverse bocche, le loro fluttuazioni nel tempo e documentando in modo analitico tutti gli eventi esplosivi "fuori scala".

Tra gli obiettivi raggiunti figurano anche attività relative ad altri OS quali il 3.3. "Fisica del vulcanismo" e il 4.2. Pericolosità e rischio vulcanico (peraltro non elencato tra gli OS dell'Ente) e introducendo nel documento generale, alcune sovrapposizioni e ripetizioni. Una certa sovrapposizione, peraltro comprensibile data la vicinanza dei contenuti, è riscontrabile con l'OS 5.5. "Emergenze vulcaniche".

La produzione scientifica appare molto nutrita, tra le più alte di tutto l'Ente. Va tuttavia sottolineato che la sua valutazione non è agevole a causa dell'inserimento in elenco di numerosi articoli di contenuto collaterale a quello dell'OS stesso. La collaborazione con altre istituzioni di ricerca, nazionali e internazionali, appare complessivamente da buona a molto buona.

### **1.6. Osservazioni di Geomagnetismo**

Gli obiettivi prefissati sono stati ampiamente raggiunti e riguardano in particolare il completamento degli Osservatori geomagnetici e realizzazione dell'Osservatorio di Lampedusa e le misure della Rete Magnetica Nazionale. Gli osservatori geomagnetici dell'Aquila e Castello Tesino sono le strutture preposte al monitoraggio continuo del campo magnetico terrestre in Italia e a Baia Terranova un Antartide. I dati provenienti dagli Osservatori e dalla Rete Nazionale permetteranno la costruzione delle mappe di campo magnetico per il territorio italiano.

Questo obiettivo è ben finalizzato e ha una sua precisa autonomia scientifica e tecnologica. Ha una produttività scientifica discreta e una produttività di altre attività buona per banche dati e prodotti tecnologici. Le collaborazioni con l'Università ed altri Enti di ricerca nazionali ed internazionali sono discrete, come testimoniato dalle pubblicazioni in collaborazione con ricercatori di altri Enti.

I risultati conseguiti della ricerca sono buoni per le varie attività descritte. La capacità di attrazione di finanziamenti non è quantificabile perché manca l'elenco dei fondi ricevuti.

La valutazione complessiva delle risorse di personale, strumentali ed infrastrutturali è buona, per quanto si evince.

### **1.7. Osservazioni di Aeronomia**

Gli obiettivi indicati nel Piano Triennale di attività 2004-2006 riportati nell'ambito dell'allora punto 1.3. e riguardanti le attività osservative di Aeronomia erano i seguenti:

- Sviluppo del radar HF AIS per il monitoraggio ionosferico in zone remote (polari).
- Sviluppo di un *network* polare di stazioni a terra per il monitoraggio delle scintillazioni ionosferiche.

Il primo punto è chiaramente esposto e sviluppato all'interno della relazione di attività, anche con dovizia di dettagli. Anche il secondo è presente e, pur se già ben sviluppato nel 2004, se ne prospettano ulteriori miglioramenti potenziali per il prossimo futuro.

Si noti come negli obiettivi del Piano Triennale 2004-2006 mancasse proprio quello relativo all'attività di servizio più comune nell'ambito aeronomico, che viene però fortunatamente descritto nella attuale rendicontazione, e cioè la interpretazione dei parametri ionosferici attraverso la registrazione e la raccolta degli ionogrammi.

Si rileva una produzione scientifica minima ma normale per un tipo di attività spiccatamente tecnologico; d'altro canto infatti, risulta molto positivo il brevetto della digisonda interamente progettata e costruita in ambito INGV.

Da quello che emerge dalla relazione le collaborazioni esterne sono buone, ma potrebbero essere sicuramente ampliate. Questo è un obiettivo prettamente osservativo: sotto questo aspetto i risultati risultano soddisfacenti.

Discreta capacità di attrarre finanziamenti: dalla relazione sembra comunque emergere un margine di miglioramento possibile nel prossimo futuro.

In relazione ai risultati ottenuti le risorse del personale, strumentali ed infrastrutturali sembrano congrue.

### **1.8. Osservazioni di Geofisica ambientale**

L'Obiettivo Specifico 1.8. copre un ampio spettro di discipline e di tecnologie, che vanno dalla definizione delle strutture crostali, alle caratteristiche magnetiche delle discariche, all'influenza delle correnti marine sulle misure sismometriche, ai maremoti, ecc. Questo OS deve, a nostro avviso, assumere finalità scientifiche più finalizzate e, alcune delle attività che ingloba, vedi ad es. le strutture crostali e i maremoti, dovrebbero trovare una collocazione in altri, più affini, obiettivi.

In ogni caso, gli obiettivi prefissati, in relazione al Piano Triennale, sono stati ampiamente raggiunti.

La produttività scientifica è discreta, anche se 9 pubblicazioni sono poche a fronte dei grossi finanziamenti ricevuti e, non tutti i lavori citati sembrano pertinenti.

La produttività di altre attività è buona per banche dati e prodotti tecnologici.

Le collaborazioni con l'Università ed altri enti di ricerca nazionali ed internazionali è discreta.

I risultati conseguiti della ricerca sono buoni, anche se vale quanto detto precedentemente.

La capacità di attrazione di finanziamenti è ottima.

La valutazione complessiva delle risorse di personale, strumentali ed infrastrutturali è buona.

### **1.9. Rete GPS nazionale**

Si tratta di un OS molto specifico, che ha un compito circoscritto ma allo stesso tempo molto importante. La scheda è presentata in modo molto succinto, a volte criptico, ma emergono

comunque con chiarezza i passi compiuti nel 2004 in relazione alle previsioni. Complessivamente la rispondenza tra attese e risultati conseguiti è buona.

La produttività scientifica in senso stretto è basata su poche ma cospicue pubblicazioni su importanti riviste. Questo OS crea le basi per un importante aumento di produttività scientifica che avrà luogo nei prossimi 5-10 anni, quando i dati della rete GPS nazionale diventeranno più abbondanti e stabili.

La produttività di altre attività è notevole e compensa ampiamente il limitato numero di pubblicazioni scientifiche in senso stretto. Queste attività includono la preparazione di prototipi per la gestione dei dati GPS, l'elaborazione di software di analisi dei dati, la creazione di protocolli di scambio-dati, la formazione dei tecnici, la ricerca di nuovi siti di misura e la riqualificazione dei siti esistenti.

Dalla scheda si evince un discreto livello di collaborazione tra le 4 sezioni INGV coinvolte (CT, CNT, NA-OV e RM1). Questo giudizio tiene conto della difficoltà di armonizzazione di pratiche operative e approcci scientifici di partenza molto diversi. In questa fase non si registrano collaborazioni di rilievo con istituzioni straniere.

Come accennato in precedenza, i risultati conseguiti sono ancora limitati, ma l'OS sta creando le basi per una esplosione nella disponibilità di dati e quindi nel conseguimento di risultati scientifici di grande interesse nei prossimi anni.

I finanziamenti sono interamente a carico del progetto C.E.S.I.S. dell'INGV. La rete GPS non può ovviamente attingere a finanziamenti in regime competitivo, almeno in questa delicata fase di avvio.

Nel complesso l'OS può contare su ampie risorse strumentali, infrastrutturali e di personale, grazie all'accorta pianificazione operata nell'ambito del progetto C.E.S.I.S.

#### **1.10. Telerilevamento**

Personale di tutte le sezioni, con esclusione della sezione di Milano, ha concorso alle attività dell'obiettivo specifico. Gli obiettivi raggiunti e le attività svolte sono chiaramente definite nel documento e suddivise nei differenti campi d'applicazione del telerilevamento: applicazioni sismologiche, applicazioni vulcanologiche e applicazioni in campo ambientale. Vengono opportunamente descritti anche gli sviluppi tecnologici. I risultati ottenuti dalla ricerca (sintetizzati in 28 pubblicazioni di cui 23 JCR) sono positivi ed in linea con quanto previsto nel Piano Triennale 2004-2006. Oltre alla produzione scientifica vi sono prodotti tecnologici che si riferiscono prevalentemente allo sviluppo di software specifico per l'analisi di dati di telerilevamento. L'attività di telerilevamento dimostra una buona capacità di attrarre finanziamenti anche esterni all'Ente. Le risorse su cui può contare l'obiettivo specifico, anche se non chiaramente derivabili dal documento, sembrano sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi contenuti nel Piano Triennale. E' prevedibile, ed auspicabile, che nel futuro vengano dedicate al telerilevamento maggiori risorse in relazione agli avanzamenti tecnologici nel settore.

#### **1.11. Rete sismica sottomarina**

L'attività nell'ambito di questo OS è di rilevanza strategica e di notevoli potenzialità future, visto l'interesse, soprattutto per ciò che riguarda le aree vulcaniche italiane, ad estendere in mare i sistemi di osservazione dei fenomeni sismici. In questo anno è stata essenzialmente svolta un'indagine conoscitiva tra le varie realtà dell'ente che si occupano di sistemi di rilevamento sismico sottomarino.

Vanno conosciute, utilizzate e recuperate al meglio le esperienze condotte in questo settore da altri enti sia a livello nazionale (OGS) che internazionale (GeoAzur in Francia, Università di Amburgo, Woodhole negli Stati Uniti, Jamstec in Giappone). In questo settore, più che in altri è necessaria un forte coordinamento delle attività a livello nazionale, prevedendo lo sviluppo di un laboratorio dove possano essere realizzati, assemblati e testati i vari componenti delle stazioni sismiche sottomarine (dalla componente sensoristica agli apparati di trasmissione dati). E' fondamentale prevedere già da ora l'integrazione degli strumenti sottomarini con le reti di sorveglianza terrestri.

La produzione scientifica non è valutabile in assenza di una lista di prodotti. E' un OS di recente attivazione ma alcuni gruppi (es., nella sezione RM2) lavorano su questo argomento da

diversi anni. Sarebbe stato utile elencare tutti i prodotti scientifici (pubblicazioni, *report*, manuali) che sono stati realizzati nell'anno in corso.

#### **1.12. Reti informatiche e GRID**

Alle attività di questo Obiettivo Specifico ha concorso personale di tutte le sezioni. Si tratta di un obiettivo tecnologico che mira alla creazione di un'infrastruttura informatica, ad alto tenore tecnologico, per un migliore scambio di dati e informazioni scientifiche nell'Ente. I risultati ottenuti nel 2004 sono in accordo con gli obiettivi del Piano Triennale. In linea con il carattere strettamente tecnologico dell'obiettivo, non vi è stata produzione scientifica. I prodotti tecnologici realizzati hanno generalmente riguardato la realizzazioni di collegamenti informatici ad alta velocità presso tutte le sedi INGV, in particolare per la trasmissione di dati sismici (dalle stazioni e fra i differenti centri di monitoraggio). Sono stati realizzati sistemi di calcolo parallelo dedicati a finalità scientifiche e per l'analisi in tempo reale di segnali sismici. La produttività è buona. Nel documento viene riportato un unico progetto finanziato dal MIUR. Le risorse di personale dedicate allo sviluppo delle reti informatiche sono adeguate.



## **Obiettivo Generale 2 - Attività sperimentali e Laboratori**

### **2.1. Laboratorio di geologia e storia dei fenomeni naturali**

Il laboratorio coordina e svolge ricerche in campo geologico, storico e geoarcheologico sulla tettonica attiva e sui vulcani attivi italiani. La relazione 2004 documenta un'attività in linea con gli obiettivi fissati dal Piano Triennale e dove la citazione dei singoli lavori nel testo permette un'agevole verifica del valore dei risultati conseguiti. Per quanto riguarda il tema a.2 (Osservazioni geologiche sui vulcani attivi italiani), emergono alcune sovrapposizioni con l'OS 1.5 (Sorveglianza dell'attività eruttiva dei vulcani) e con l'OS 4.3 (Modellazione fisico-matematica dei processi vulcanici per la valutazione della pericolosità). Gli studi sulla storia eruttiva dei vulcani sono, infatti, ripetutamente citati e o frazionati tra i diversi OS. La produttività scientifica sembra essere elevata anche se non risulta possibile, anche in questo caso, rapportare la produzione alle forze effettivamente in campo. Molte delle ricerche in campo sismologico sono confluite nella versione 3.0 della banca-dati delle sorgenti sismogenetiche. La qualità delle collaborazioni e la capacità di attrarre finanziamenti appaiono entrambe molto soddisfacenti. I risultati conseguiti dalla ricerca sono numerosi e qualitativamente molto soddisfacenti.

### **2.2. Laboratorio di Paleomagnetismo**

Gli obiettivi prefissati nel Piano Triennale sono stati raggiunti nell'ambito dell'Obiettivo Specifico 2.2. Il Laboratorio di Paleomagnetismo, che durante il 2004 è stato fortemente potenziato, con implementazioni strutturali, strumentali e analitiche, è all'avanguardia in Italia e in Europa per strumentazione e attività scientifica.

La produttività scientifica è discreta, nonostante traspaia dalla relazione la gran mole di lavoro svolto. La produttività di altre attività è buona anche se non documentata da rapporti interni, ecc.

Il livello delle collaborazioni con l'Università ed altri enti di ricerca nazionali ed internazionali è ottima, come testimoniato anche dalla permanenza di ricercatori di altri enti italiani e stranieri presso il laboratorio per svolgere ricerche.

I risultati conseguiti della ricerca sono buoni.

La capacità di attrazione di finanziamenti documentata è bassa, non in accordo con le potenzialità e l'attività del laboratorio.

La valutazione complessiva delle risorse di personale e strumentali è buona. Anche in questo caso sarebbe raccomandabile inserire questo OS in uno più generale che comprenda laboratori di varie tipologie.

### **2.3. Laboratorio di chimica e fisica delle rocce**

Personale di Roma1, Napoli, Palermo e Catania ha concorso alle attività dell'obiettivo specifico. Le numerose attività svolte nell'ambito dell'obiettivo specifico sono state finalizzate al raggiungimento degli obiettivi previsti nel Piano Triennale con risultati rilevanti presso ognuna delle sezioni coinvolte. Un maggiore sforzo è comunque auspicabile nel difficile compito di integrazione ed armonizzazione dei differenti laboratori di cui sono dotate le varie sezioni dell'Ente. I risultati ottenuti dalla ricerca sono positivi ed in linea con quanto previsto nel Piano Triennale 2004-2006. Hanno riguardato lo studio della genesi e differenziazione dei magmi, dei processi eruttivi e messa in posto dei prodotti vulcanici, delle proprietà fisiche e chimiche delle rocce. I dati sono stati utilizzati per numerose pubblicazioni in riviste scientifiche JCR. Oltre alla produzione scientifica sono stati conseguiti avanzamenti tecnologici riguardanti tecniche di misura e messa in opera di strumentazione. L'attività dimostra una buona capacità di attrarre finanziamenti anche esterni all'Ente. Le risorse strumentali sono buone ed in continuo sviluppo.

### **2.4. Laboratorio di Geochimica dei Fluidi**

Gli obiettivi prefissati nel Piano triennale, sono stati ampiamente raggiunti nell'ambito dell'Obiettivo Specifico 2.4. In particolare, vi è stato un potenziamento dei laboratori delle diverse sezioni, Palermo, Napoli, Roma 1 e Roma 2, che, accanto all'attività ordinaria analitica

per la ricerca e sorveglianza, ha portato all'acquisizione e installazione di nuova strumentazione, quale 2 ICP (massa e ottico), uno spettrometro di massa per Ar, uno spettrometro UV, ecc. L'attività è anche consistita nell'ottimizzazione di alcune tecniche analitiche, prima tra tutte quelle riguardanti la determinazione della composizione isotopica dell'He e del C disciolti nelle acque naturali.

La produttività scientifica dell'OS è discreta. La produttività di altre attività è virtualmente buona, ma non è documentata da rapporti interni, ecc., necessari a nostro avviso per testimoniare il livello del Laboratorio.

Le collaborazioni con l'Università ed altri enti di ricerca nazionali ed internazionali sono numerose e di buon livello.

I risultati conseguiti della ricerca sono buoni e testimoniano lo sviluppo e l'operatività dei laboratori.

La capacità di attrazione di finanziamenti non è documentata.

La valutazione complessiva delle risorse di personale, strumentali ecc. è buona. Viene suggerito di unire questo OS con gli altri OS che si riferiscono a laboratori. Questo anche perché le attività dell'OS "Laboratorio di geochimica dei fluidi" sono in gran parte contenute nell'OS "Sorveglianza geochimica".

### **2.5. Metodologie e strumenti innovativi per la sismologia**

L'attività nell'ambito di questo OS per il 2004 è stata essenzialmente incentrata sull'installazione, per scopi di ricerca, di antenne sismiche e strumentazione di pozzo (dilatometri e sismometri) e sullo sviluppo di metodologie per l'analisi e la modellazione dei dati acquisiti da queste strumentazioni.

Le antenne sismiche e la strumentazione di pozzo vengono utilizzate nel monitoraggio sismico dei vulcani (OS 1.4.). Il raccordo tra gli obiettivi e le attività di ricerca tra questi due OS va meglio esplicitato, fornendo una caratterizzazione più chiara della missione dell'OS 2.5. (sviluppo di metodi innovativi per l'analisi e la modellistica di dati? progettazione e realizzazione di esperimenti di acquisizione dati con strumentazioni innovative?).

Per ciò che riguarda l'osservazione dei fenomeni sismici con strumentazione in pozzo, sarà importante fare un bilancio dei risultati ottenuti nel corso delle molteplici esperienze condotte nell'ente a scala nazionale, sia in aree vulcaniche che tettoniche. Sulla base di questo, stabilire se e con quali finanziamenti avviare nuovi programmi di ricerca che prevedono l'estensione dell'osservazione in pozzo a più punti di misura sulla stessa area.

L'attività di modellistica del campo d'onda sismico in mezzi complessi è importante e va senza dubbio stimolata, con specifica attenzione allo sviluppo di metodi per l'interpretazione dei dati acquisiti dalle antenne sismiche.

Nel complesso la produzione scientifica è buona. Si nota tuttavia l'assenza di pubblicazioni che riguardano l'analisi di dati da sismometri da pozzo installati ormai da qualche tempo.

### **2.6. Misure di gravimetria, magnetismo ed elettromagnetismo in aree sismiche e vulcaniche**

Nel Piano Triennale precedente quest'obiettivo non era presente, ma piuttosto distribuito su vari punti, per cui risulta difficile fornire una valutazione punto per punto. Ciononostante le attività intraprese sembrano andare nella direzione di una migliore armonizzazione di quelle attività legate alle misure di campi potenziale che, a supporto degli studi di carattere prettamente sismologico o vulcanologico, trovano sicuramente grande utilità nella comprensione dei fenomeni che avvengono in aree sismiche e vulcaniche.

Si rileva un'ottima produttività scientifica come anche quella di altro tipo, con particolare riguardo all'allestimento di reti dedicate al monitoraggio sismo-magnetico (zona dell'Aquilano), vulcano-gravimetrico (vulcani napoletani), magnetotellurico (Vesuvio e Campi Flegrei, in particolare) e vulcano-elettromagnetico (Etna). Appaiono interessanti anche le attività di esplorazione geofisica con aeromobili per indagini ambientali e indagine di dettaglio di zone vulcaniche.

Dalla relazione di attività e dalle pubblicazioni JCR e non JCR emerge un buon livello di collaborazione nazionale ed internazionale, da mantenere ed eventualmente da potenziare nel prossimo anno.

I risultati della ricerca relativa a questo obiettivo appaiono soddisfacenti, anche se chiaramente il tipo di coordinamento è appena sorto e quindi questo aspetto andrà meglio valutato il prossimo anno.

Sempre in relazione all'avvio solo recente del TTC in oggetto, abbiamo un unico progetto di attività interamente finanziato dall'INGV. Risulta chiaro che le potenzialità sono tali da aspettarci per il prossimo futuro maggiori finanziamenti, in particolare da enti esterni all'INGV.

Personale, strumenti ed infrastrutture sembrano ad oggi adeguati agli scopi prefissi nell'ambito di tale obiettivo, anche se nel prossimo futuro sarebbe auspicabile un potenziamento sia del personale che dell'apparato strumentale, anche perché le attività sono distribuite su tutto il territorio nazionale e in discipline diverse tra loro.

## **Obiettivo Generale 3 - Studiare e capire il sistema Terra**

### **3.1. Struttura e dinamica dell'interno della Terra – Sismologia**

La denominazione di Obiettivo Specifico per questo argomento di ricerca è eccessivamente ristretto, trattandosi di un ambito che coinvolge una tematica vasta sia per la scala di osservazione (da quella globale a quella locale), per le fenomenologie investigate (dalla propagazione delle onde sismiche in mezzi eterogenei ed anisotropi alla caratterizzazione delle sorgenti sismiche), per le metodologie d'indagine utilizzate (tomografia, tensore momento, analisi dei segnali, funzioni ricevitore, *shear wave splitting*).

Forse sarebbe opportuno caratterizzare maggiormente le attività nell'ambito dell'indagine della struttura della terra con tecniche tomografiche (alle diverse scale), includendo gli studi di anisotropia e struttura della crosta mediante tecniche di sismica attiva.

Per quanto riguarda gli studi sulla sorgente sismica dei terremoti (dai meccanismi di frattura alla determinazione dei parametri di sorgente), questi costituirebbero di per sé un'attività capace di integrare un altro obiettivo specifico. Probabilmente per ragioni di spazio, la relazione non rende merito sufficiente a questo settore di studio, che invece risulta ben rappresentato da un numero consistente di pubblicazioni di livello internazionale.

La produzione scientifica è vasta (a riprova dell'estensione delle tematiche trattate) e di rimarcabile qualità. Considerando il numero di ricercatori dell'ente coinvolti nelle pubblicazioni si arriva ad un numero enorme di partecipanti alle attività di questo OS, il che rende certamente difficile il coordinamento delle ricerche.

Molteplici risultati importanti sono stati ottenuti nell'ambito di questo OS soprattutto per ciò che riguarda la definizione della struttura crostale e litosferica in Italia ed in altre zone del pianeta. I risultati che riguardano la modellazione fine dei processi di fratturazione e radiazione sismica si evincono dalle numerose pubblicazioni scientifiche sull'argomento riportate in elenco (meccanica della frattura, meccanismi di trasferimento dello *stress*, interazione *stress*-fluidi) ma di questi si fa breve cenno nella relazione.

### **3.2. Struttura e dinamica dell'interno della Terra - Geodinamica e Geomagnetismo**

Gli obiettivi prefissati nel Piano Triennale sono stati ampiamente raggiunti nell'ambito dell'Obiettivo Specifico "Geodinamica e Geomagnetismo". Questo OS comprende due diverse tipologie di attività: indagini geodinamiche e indagini geomagnetiche. I due tipi di attività sono presentati separatamente e, a nostro avviso, non dovrebbero confluire nello stesso OS. La parte geomagnetica è ben finalizzata, consistente, include varie tematiche nell'ambito del Geomagnetismo, tutte di forte impatto scientifico. La parte geodinamica è invece frammentaria, comprende troppe attività, anche fortemente diverse tra di loro, quali ad es. la modellazione della complessità del sismogramma per la ricostruzione della complessità 3D del mezzo di propagazione, la stima degli effetti dell'attività sismica globale sul tasso di innalzamento del livello marino, ecc.

La produttività scientifica è ottima (29 pubblicazioni). La produttività di altre attività è discreta.

Il livello delle collaborazioni con l'Università ed altri enti di ricerca nazionali ed internazionali è ottimo.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona, ma solo parzialmente documentata.

La valutazione complessiva delle risorse di personale, strumentali ecc. è buona.

### **3.3. Fisica del vulcanismo**

Questa OS si prefigge la descrizione fisica dei processi pre-eruttivi, eruttivi e post eruttivi. L'attività di ricerca nel corso del 2004 è stata assolutamente notevole e ben allineata con gli obiettivi fissati dal Piano Triennale. Un numero significativo di risultati è in sovrapposizione con la OS 4.3. "Modellazione fisico-matematica dei processi vulcanici e per la valutazione della pericolosità". Gli avanzamenti vanno nella direzione di dotare l'ente di una maggiore capacità di interpretare i segnali sismici, geochimici e di deformazione del suolo prodotti dalle reti di monitoraggio, nonché di prevedere, su base modellistica, lo sviluppo dei processi eruttivi e post-eruttivi. Entrambe queste funzioni hanno valore strategico per l'Ente. La produttività scientifica, pur nella difficoltà di visualizzare in forma precisa il rapporto tra pubblicazioni e ricercatori afferenti, appare di notevole valore sia sul piano qualitativo sia su quello

quantitativo. Trattandosi di attività di ricerca pura la produzione di questo OS si identifica completamente con le pubblicazioni scientifiche. Le collaborazioni con altri enti di ricerca sono assolutamente rilevanti coinvolgendo un ampio ventaglio di istituzioni sia nazionali sia internazionali. La capacità di attrarre finanziamenti esterni appare anch'essa assai elevata includendo enti finanziatori europei e nazionali. Complessivamente l'OS 3.3. si attesta su risultati scientifici molto elevati.

#### **3.4. Dinamica del clima e dell'oceano e sviluppo di modelli numerici**

Quest'obiettivo specifico vede coinvolta la sola sezione di Roma 2. Le attività svolte nell'ambito dell'obiettivo specifico sono state finalizzate al raggiungimento degli obiettivi previsti nel Piano Triennale. Oltre alla pubblicazione di articoli scientifici (14 pubblicazioni JCR) di notevole interesse sono le banche dati relative ai risultati delle simulazioni del clima, delle analisi oceaniche globali e del Mar Mediterraneo in particolare, e alle previsioni settimanali e stagionali (parte dei dati sono accessibili via internet). I risultati ottenuti dalla ricerca sono positivi ed in linea con quanto previsto nel Piano Triennale 2004-2006. Hanno riguardato in particolare il miglioramento dei modelli di simulazione climatica. L'attività dimostra un'ottima capacità di attrarre finanziamenti da fonti esterne all'INGV (Ministero dell'Ambiente e Comunità Europea). Questo obiettivo specifico contiene una serie di attività che hanno "tradizione" in INGV (e prima in ING) e sembra ben bilanciato il rapporto fra risorse disponibili e prodotti dell'attività.

#### **3.5. Glaciologia, Paleoclima e Magnetismo Ambientale**

Gli obiettivi relativi al Piano Triennale 2004-2006 erano i seguenti:

- Campagne di acquisizione dati " Radio Echo Sounding " per la valutazione quantitativa del bilancio di massa della calotta glaciale antartica.
- Determinazione del paleoclima dallo studio delle variazioni della mineralogia magnetica in successioni rocciose.
- Caratterizzazione delle proprietà magnetiche delle particelle fini atmosferiche.

Tutti gli obiettivi appaiono tra le azioni intraprese nel 2004, anche se il loro completamento può essere atteso solo alla fine del 2006.

Si rileva una discreta produzione scientifica, in particolare quella nell'ambito degli studi del Paleoclima; discreta anche la produttività di altro tipo, con menzione particolare per lo sviluppo di un radar VHF per sondaggi profondi nei ghiacciai delle piattaforme polari, con relativo brevetto depositato.

Il livello di collaborazione nazionale ed internazionale sembra buono, anche se ci si può aspettare di meglio nel prossimo futuro. I risultati conseguiti appaiono di buon livello e confrontabili con quello di analoghi gruppi nazionali ed internazionali.

Risulta buona la capacità di attrarre finanziamenti esterni all'INGV con 145.000 Euro di fondi tra PNRA e Regione Lazio.

Personale, strumenti ed infrastrutture sembrano adeguati al raggiungimento degli obiettivi, anche se alcune attività (ad esempio di magnetismo ambientale) possono aspirare ad un potenziamento di personale ed infrastrutture.

#### **3.6 Fisica della magnetosfera, fisica dell'alta atmosfera e meteorologia spaziale**

I risultati attesi per il periodo 2004-2006 secondo il Piano Triennale corrispondente erano:

- Modelli della dinamica globale magnetosferica e studi sulla variazione dell'attività solare e fenomeni ad essa collegati, anche ai fini dello 'space weather'.
- Installazione di un osservatorio permanente dedicato al monitoraggio continuo del fondo em nella banda 0.0001 Hz – 100 kHz.
- Modelli 2D e 3D della densità elettronica ionosferica e del contenuto totale elettronico.
- Tecniche numeriche di *nowcasting* e *forecasting* del plasma ionosferico.

Tutti i punti sono stati affrontati nel corso del 2004 e in parte realizzati, per cui è ragionevole prevederne il completo raggiungimento entro la fine del 2006.

Si rileva una produzione scientifica molto buona e di buon livello internazionale; discreta la produzione di altro tipo, anche se l'aspetto scientifico prevale chiaramente sugli altri aspetti.

Le collaborazioni internazionali e nazionali si dimostrano di ottimo livello; molto buona la capacità di attrarre finanziamenti, per un totale di più di 200.000 Euro tra finanziamenti esterni vari, tra cui spiccano la Comunità Europea, il PNRA e la Regione Lazio.

Le risorse di personale, strumentali ed infrastrutture appaiono adeguate ai compiti svolti in questo ambito, anche se sembrano emergere segni di sviluppo anche in vista dei finanziamenti acquisiti.

### **3.7. Calcolo scientifico avanzato**

Lo sviluppo di attività nell'ambito di questo OS segue la "road map" del Piano Triennale e consiste nella implementazione e messa in operatività di sistemi di calcolo vettoriali nella sede di Bologna e scalari (tipo *cluster*) nelle sedi di Roma e Napoli.

Le applicazioni più rilevanti del 2004 sono l'implementazione di un sistema di assimilazione dati nel campo oceanografico a scala globale per l'analisi tri-dimensionale delle correnti oceaniche e la realizzazione di un sistema di monitoraggio in tempo reale (EOLO) degli eventi VLP registrati dalla rete sismica *broadband* installata a Stromboli.

All'obiettivo scientifico "calcolo avanzato" afferiscono gruppi dell'INGV molto attivi nel campo della ricerca e sviluppo di sistemi di monitoraggio e modellazione numerica nei campi atmosferico, oceanografico, sismico e vulcanologico. Il livello dell'attività scientifica svolta in questo settore è estremamente elevato e si posiziona negli standard di eccellenza della ricerca internazionale. Ciò è testimoniato dal numero e qualità delle pubblicazioni scientifiche, dei progetti di ricerca in cui il gruppo è coinvolto spesso nella funzione di *group leader* e dalla qualità degli applicativi (*software*, banche dati,...) che il gruppo produce.

Le direzioni di ricerca tracciate nell'ambito di questo OS sono chiare e condivisibili anche alla luce di quanto viene fatto a livello internazionale. Con il massiccio incremento dell'acquisizione di segnali digitali e l'esigenza di strumenti per l'analisi e la modellistica dei fenomeni in tempi molto rapidi, il calcolo avanzato è un settore chiave dell'ente e come tale va sostenuto e rafforzato. Forse attualmente l'utilizzo delle risorse di calcolo avanzato è ristretto ad un gruppo piccolo rispetto all'utenza potenziale (all'interno ed all'esterno dell'ente), ed a questo problema potrebbe essere il caso di lavorare nel prossimo futuro migliorando l'accessibilità *hardware* dei sistemi, sviluppando interfacce "*friendly*" per l'utente non esperto, realizzando corsi di formazione, sviluppando la parte documentale *on-line*, ecc.

## **Obiettivo Generale 4 - Comprendere e affrontare i rischi naturali**

### **4.1. Pericolosità e rischio sismico**

Per sua natura, questo OS presenta un ampio spettro di attività. E' difficile creare una corrispondenza diretta con le attività previste dal Piano Triennale 2004-2006, perché all'interno di ampi binari disciplinari le attività effettivamente svolte dipendono poi dalla effettiva disponibilità di dati su un determinato terremoto o una determinata area, dal successo di esperimenti di acquisizione di dati e da altre condizioni difficilmente anticipabili. Nel complesso l'aderenza alle aspettative come dettate dal Piano Triennale è comunque buona.

La produttività scientifica in senso stretto è buona ed è caratterizzata da numerose pubblicazioni sulle più importanti riviste del settore. Esiste anche una interessante produzione minore (atti di convegni, reports di grandi progetti), dalla quale però dovrebbero in futuro essere esclusi i riassunti di convegni (limitandosi a menzionare solo articoli completi).

La produttività di altre attività include l'acquisizione di una notevole mole di dati a scala locale (si ricordi che questo OS ha una natura essenzialmente sperimentale e applicativa) e lo sviluppo di *software* specifico.

Esiste un buon livello di collaborazione sia tra le 3 sezioni INGV coinvolte (CT, MI e RM1), ma sono soprattutto importanti le collaborazioni con prestigiose istituzioni straniere e in particolare statunitensi, tra cui la University of California di Berkeley, il Department of Energy e la St. Louis University.

I risultati conseguiti sono di grande interesse per la comprensione dei meccanismi che determinano la risposta sismica a scala regionale e locale. Alcune ricerche portano un importante contributo nel campo della microzonazione a scala urbana, un tema che sta raccogliendo un interesse sempre maggiore anche in relazione alla necessità di salvaguardare i centri storici.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona e garantisce a questo OS ottime capacità di autosostentamento. I fondi spaziano da fonti nazionali (GNDT, MIUR attraverso vari strumenti) a fonti internazionali (UE, Department of Energy).

Questo OS può contare su buone risorse strumentali e infrastrutturali. Dalla scheda non si evince quali potrebbero essere le necessità di rafforzamento in termini di personale. L'abbondanza di finanziamenti garantisce comunque un buon flusso e quindi ampie possibilità di tirocinio per contrattisti, assegnisti e dottorandi.

### **4.2. Mappe di pericolosità sismica**

L'attività scientifica svolta nell'ambito di questo OS riguarda la realizzazione di mappe di pericolosità sismica a scala nazionale e lo sviluppo di metodologie per il calcolo dei singoli elementi che contribuiscono alla valutazione della pericolosità sismica. L'attività scaturisce da una committenza da parte del Dipartimento della Protezione Civile che ne stabilisce la tempistica e la valutazione scientifica attraverso un suo *board* di revisori nazionali ed internazionali. Il punto di discussione non è quindi la qualità del prodotto presentato (che è tuttavia buona e confrontabile con gli standards internazionali) ma piuttosto se la produzione di mappe di pericolosità attraverso metodi per la gran parte consolidati possa rappresentare un obiettivo specifico di ricerca e non uno dei possibili prodotti della ricerca sulle metodologie per il calcolo della pericolosità sismica (OS 4.1.). Non è un caso che gli unici due lavori scientifici della lista delle pubblicazioni JCR descrivano approcci innovativi nell'analisi dei cataloghi sismici e nella valutazione della pericolosità.

Riconosciuta la valenza del prodotto e del suo interesse per scopi di Protezione Civile, si ritiene che la ragione d'essere di questo OS nel futuro possa risiedere nello sviluppo e maggior potenziamento della ricerca nei settori definiti "emergenti" nella relazione (inclusione degli effetti di sito e della sorgente sismica estesa, metodi a sismicità diffusa e *time-dependent*, probabilità di occorrenza dei terremoti). Anche per ciò che riguarda l'utilizzo di metodi consolidati, potrebbe costituire argomento di ricerca la revisione e comparazione critica delle metodologie standard per il calcolo della pericolosità sismica a scala nazionale (si veda in proposito: Benito and Paronama Working Group, Geophysical Research Abstracts, Sensitivity of hazard results to different methodological approaches and computer codes, Vol. 6, 07517, 2004 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU04-A-07517, European Geosciences Union 2004).

### **4.3. Modellazione fisico-matematica dei processi vulcanici per la valutazione della pericolosità**

La relazione di attività di questo OS manifesta alcune ambiguità di contenuti e rilevanti sovrapposizioni con l'OS 3.3 (Fisica del vulcanismo). Il titolo lascia intendere che sono qui raggruppate le ricerche sulla modellazione dei processi eruttivi e post-eruttivi come strumenti aggiuntivi per la valutazione della pericolosità vulcanica. In realtà la relazione dedica uno spazio non trascurabile anche alle attività che portano alla ricostruzione della storia eruttiva, analisi della struttura e funzionamento dei sistemi vulcanici e alle attività di monitoraggio, i cui metodi sono distinti da quelli della modellistica fisica ancorché si trovino a svolgere una funzione strettamente complementare. Le indagini sulla storia eruttiva etc. sono infatti elencate anche in altri OS come l'1.5. e il 2.1. Di notevole valore sono invece le potenzialità sulla valutazione del rischio delle aree abitate che nascono dalla possibilità di intersecare i dati fisici derivanti dalla modellazione dei processi dispersivi dei materiali eruttivi (caduta di ceneri, flussi piroclastici e colate di fango) con i dati di vulnerabilità degli edifici. Le pubblicazioni scientifiche elencate sono numerose ed attengono unicamente la modellazione fisico-matematica dei processi eruttivi escludendo, correttamente, quelle riguardanti altri aspetti che concorrono alla determinazione della pericolosità. Le collaborazioni con l'Università e con altri istituti nazionali e internazionali sono numerose e di notevole prestigio. Notevole è anche la capacità di attrarre risorse finanziarie con finanziamenti sia nazionali sia europei.

### **4.4. Rischio da fattori ambientali**

Il Piano Triennale 2004-2006 riportava i seguenti risultati attesi:

- Simulazioni e scenari specifici dell'area del Mediterraneo e suo impatto immediato nei principali istituzioni internazionali.
- *Database* climatologici ad alta risoluzione sul Mediterraneo (accessibili in rete) per lo studio e gestione dell'ambiente mediterraneo.
- Sistemi previsionali del Mar Mediterraneo (in particolare in relazione con la previsione della variabilità stagionale e interannuale).
- Previsioni ed analisi dello stato attuale dei mari fornite dal sistema di previsione e monitoraggio MSF-ADRICOSM.
- Sviluppo di prototipi di moduli *software* ad alta risoluzione per la gestione di specifiche emergenze in mare, come ad esempio per la sorveglianza dei versamenti legali ed illegali a mare, per il ritrovamento di corpi solidi a mare.
- Sviluppo di tecniche magnetiche ed elettromagnetiche di indagine rapida per l'esplorazione del sottosuolo ai fini ambientali.

Sono stati sostanzialmente affrontati tutti i punti descritti, con evidente copertura parziale, anche in relazione alla complessità degli obiettivi prefissi nell'ambito del triennio 2004-2006.

La produttività scientifica appare molto buona, mentre risulta importante la creazione e il mantenimento delle varie Banche dati.

Sono notevoli le collaborazioni sia con le Università, con gli enti di ricerca nazionali ed internazionali.

I risultati della ricerca sono sicuramente a livello internazionale e di chiaro valore scientifico.

Si rileva una grande capacità di attrarre fondi specialmente esterni all'ente. In particolare si evidenziano i cospicui fondi da parte del Ministero dell'Ambiente e della Comunità Europea.

Le risorse del personale, strumentale ed infrastrutture sono adeguate alle attività qui valutate

### **4.5. Degassamento naturale**

Gli obiettivi prefissati nel Piano Triennale, sono stati ampiamente raggiunti nell'ambito dell'Obiettivo Specifico 4.5. "Degassamento naturale", che include attività di studio del degassamento naturale (essenzialmente CO<sub>2</sub>) in ambiente vulcanico (Stromboli, Vesuvio, campi Flegrei, Ischia, Vulcano, Colli Albani, ecc.) e non (ad es. Mt. Peloritani). I risultati conseguiti sono importanti: tra questi spicca l'elaborazione di una mappa del degassamento dell'Italia centrale, che ha permesso di evidenziare una correlazione tra emissione gassosa e attività sismica.



La produttività scientifica è ottima (32 pubblicazioni), la produttività di altre attività non è documentata.

La collaborazioni con l'Università ed altri enti di ricerca nazionali ed internazionali è ottima.

I risultati conseguiti della ricerca sono molto interessanti.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona, ma parzialmente documentata.

La valutazione complessiva delle risorse di personale, strumentali ec è buona. L'attività di questo OS sembra consistente e finalizzata, anche se in buona parte si sovrappone al OS "Sorveglianza Geochimica".

## **Obiettivo Generale 5 - L'impegno verso le istituzioni e verso la Società**

### **5.1. Banche dati e cataloghi dei terremoti**

La relazione annuale segnala numerosi avanzamenti nella compilazione e aggiornamento dei cataloghi sismici e delle banche di dati sismici strumentali. Le precedenti versioni dei cataloghi (Forti Terremoti Italiani (CFTI), il Database di Osservazioni Macrosismiche (DOM), il Bollettino Macrosismico (BM) e il Database e catalogo macrosismico dei terremoti Etnei) sono stati aggiornati e sono disponibili in rete. Per quanto riguarda le banche dati sismici strumentali (forme d'onda e parametrici), sono segnalati, per l'anno 2004, miglioramenti nel campo della consultazione via internet. Tali miglioramenti riguardano l'incrementata velocità di scaricamento dei dati e la creazione di accessi informatici che consentono migliori meccanismi di consultazione e selezione dei dati. Nel 2004 è stato aggiornato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI04) compilato nell'ambito di iniziative per la redazione della mappa sismica di riferimento per la nuova normativa sismica e anch'esso disponibile su internet.

La produzione scientifica di questo OS è di difficile valutazione. Gran parte del lavoro va infatti a confluire in ponderosi cataloghi la cui pubblicazione e aggiornamento ha tempi lunghi mentre un'altra parte del lavoro è di fatto resa consultabile, e quindi pubblicata, una volta che i dati sono inseriti in banche accessibili via Internet.

### **5.2. Banche dati sull'atmosfera, il clima e l'ambiente**

I principali risultati attesi riportati nel Piano Triennale 2004-2006 erano:

- Produzione di diagrammi di previsione per la radiopropagazione ad onda corta per riflessione ionosferica.
- Aggiornamento della banca dati sulle previsioni ionosferiche.
- Aggiornamento delle mappe di campo magnetico per il territorio italiano.
- Realizzazione di una banca dati multi-parametrici dei fondali marini mediante le stazioni bentiche GEOSTAR e SN-1.
- Archivio delle simulazioni del sistema climatico nazionale, mediterraneo e globale.

Anche qui i risultati elencati sono stati raggiunti completamente o in modo parziale nel 2004, in vista, in quest'ultimo caso, di completarli entro il 2006.

La tipologia delle attività nell'ambito di tale obiettivo specifico non consente la diretta pubblicazione dei risultati in termini di articoli scientifici JCR, così come infatti emerge dall'esiguo numero di pubblicazioni che sicuramente diventa maggiore se includesse anche quei lavori scientifici che hanno utilizzato queste banche dati.

Gran parte delle attività di questa scheda è di carattere prettamente tecnico ma con difficile visibilità come si nota dalla lista di pubblicazioni non-JCR, per cui nel prossimo futuro ci si dovrà preoccupare di renderle più evidenti.

Come tutte le gestioni di banche dati di notevoli dimensioni che non possono trascurare le collaborazioni internazionali e nazionali, anche qui sono chiare le numerose collaborazioni esterne all'ente.

I risultati sono tipicamente a carattere tecnico-tecnologico, con sicura applicazione scientifica però non riportata. Si rileva una buona capacità di attrarre finanziamenti, di cui però non si conosce l'entità precisa.

Per quanto dedotto da altre fonti, le risorse sembrano adeguate alle attività svolte e ai risultati ottenuti.

### **5.3. Sistema Informativo Territoriale**

L'obiettivo specifico 5.3 non era presente esplicitamente nel Piano Triennale 2004-2006 e quindi un confronto diretto con le attività previste non è possibile. I 6 obiettivi raggiunti sono comunque importanti sia come supporto per le altre attività dell'Ente, sia come strumenti che l'Ente mette a disposizione della società e delle istituzioni per una migliore gestione del territorio e delle crisi da rischi naturali (terremoti, vulcani, incendi ecc.). L'attività ha portato sia ad una serie di prodotti tecnologici (banche dati, pagine web, programmi specifici) sia è stata di supporto per la pubblicazione di lavori scientifici (20 pubblicazioni JCR e 10 altre

pubblicazioni). Alcuni progetti sono finanziati da fonti esterne all'Ente (Ministero dell'Ambiente). In definitiva i risultati sono positivi, anche se la descrizione delle attività, divisa per sezioni, evidenzia forse la necessità di un maggior coordinamento all'interno dell'obiettivo.

#### **5.4. Emergenze sismiche**

L'OS Emergenze sismiche si identifica con un corrispondente TTC (Tema Trasversale Coordinato) da poco istituito. Data l'assenza di importanti emergenze sismiche nel corso del 2004, l'attività del TTC è stata quella di elaborare uno studio di fattibilità omogeneizzando il lavoro dei vari gruppi operativi. La struttura, pronta ad intervenire in caso di terremoto, si articola in: Rete Sismica Mobile, Emergeo, Quick Earthquake Survey Team (QUEST) e Gruppo Effetti di Sito. Il gruppo pare ben organizzato pronto ad agire secondo protocolli stabiliti, elaborati e progressivamente affinati nel corso di eventi pregressi. Tale struttura sembra essere quindi adeguata all'obiettivo di raccogliere tempestivamente, ad emergenza sismica in corso, una messe di preziose informazioni scientifiche. Sul piano operativo nel corso del 2004 i diversi gruppi si sono attivati in coincidenza con l'evento sismico del Garda. Sono stati in questa circostanza, acquisiti dati sugli aftershocks e sono stati analizzati i danni derivati dal sisma. Sul piano dell'elaborazione di dati acquisiti in emergenze sismiche passate, la relazione segnala l'analisi, nel corso del 2004, da parte dei vari gruppi, di dati precedentemente acquisiti. La relazione non elenca tuttavia pubblicazioni scientifiche; questo fatto solleva qualche perplessità sulla concretezza e l'efficacia dell'attività scientifica svolta dai singoli gruppi. E' auspicabile che l'istituzione del TTC produca, tra i suoi effetti, anche un numero significativo di articoli scientifici su riviste specializzate. Da un punto di vista finanziario le attività dell'OS 5.4 sono totalmente a carico dell'Ente.

#### **5.5. Emergenze vulcaniche**

Le emergenze vulcaniche rappresentano momenti di grande impegno e insieme una grande opportunità di crescita scientifica ed operativa. Durante le emergenze vulcaniche è infatti possibile: i) acquisire in breve tempo una messe di dati scientifici di grandissimo valore, ii) dare ampia visibilità alle attività dell'Ente e iii) mettere alla prova e affinare il ruolo di supporto scientifico fornito alla Protezione Civile. La gestione delle emergenze vulcaniche rappresenta pertanto un punto particolarmente nevralgico che necessita il coinvolgimento delle diverse linee di monitoraggio ma soprattutto una mobilitazione di personale proveniente dalle diverse sezioni e, conseguentemente, una forte azione di coordinamento. L'istituzione dell'OS 5.5, peraltro non ancora formalizzato in un vero TTC, sembra appunto voler dare una risposta a questa necessità.

Nel corso del 2004 l'unica emergenza è stata quella dell'Etna che, per il suo carattere "calmo" ha rappresentato una prima, piccola "palestra" in cui si è esercitata, almeno nelle fasi iniziali, una certa mobilitazione. La risposta fornita dall'Ente è stata infatti coordinata dalla sezione di Catania ma con il sostegno delle altre sezioni (Palermo, Napoli, Roma1). L'emergenza Stromboli 2002-2003 è tuttavia quella che maggiormente ha contribuito ad attivare in maniera forte la procedura di affrontare le crisi vulcaniche non più come sezione dell'Ente bensì come Ente nel suo complesso.

Poiché le emergenze vulcaniche sono eventi comunque "improvvisi", e quindi di per se difficili da coordinare "al momento", è fondamentale che questa OS avvii quanto prima consultazioni tra le diverse sezioni per la comune definizione di piani di azione nonché di protocolli per la generazione di dati dei parametri di monitoraggio. Soltanto attraverso una interpretazione del coordinamento che preveda la predisposizione "in anticipo" delle modalità di risposta dell'Ente sarà possibile in futuro affrontare le emergenze vulcaniche massimizzando le potenzialità umane, strumentali e scientifiche dell'Ente.

Data la sua vocazione di coordinamento, questa OS non rientra nello schema di valutazione generale applicabile agli altri OS.

#### **5.6. Consulenze e attività in favore di istituzioni**

Questa scheda relaziona in modo molto puntuale su diverse attività di consulenza svolte dall'INGV in favore di pubbliche amministrazioni a livello sia statale che regionale. La

rispondenza con le attività previste dal Piano Triennale 2004-2006 è ottima, anche perché le attività descritte rappresentano impegni che l'INGV ha contratto e onora da molti anni. Si riscontra però la mancanza di riferimenti anche minimi alle numerose attività di consulenza svolte dall'INGV nei settori del rischio sismico, vulcanico e da degassamento naturale. Anche se su queste attività si relaziona almeno parzialmente in altre parti del Rapporto, per il futuro questa lacuna dovrebbe essere colmata.

Non è prevista una produttività scientifica in senso stretto. Le pubblicazioni scientifiche che dovessero scaturire dalle attività di questo OS trovano comunque spazio in altre schede, come quelle relative agli OS 3.5., 3.6., 4.4., 5.2.

La produttività di altre attività e quindi i risultati conseguiti includono l'acquisizione sistematica dei dati che consentono di elaborare le previsioni che formano l'oggetto delle consulenze e la produzione di bollettini periodici su supporto cartaceo e informatico. Le consulenze riguardano essenzialmente il settore delle previsioni ionosferiche, l'analisi magnetica delle polveri sottili per lo studio delle caratteristiche dell'inquinamento, le prospezioni geofisiche per l'individuazione di eventuali discariche clandestine di sostanze nocive.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona e garantisce a questo OS un flusso costante di risorse, oltre a una buona visibilità per chi svolge le consulenze e per l'INGV nel suo complesso.

Non vengono forniti dettagli sulle risorse disponibili ed eventualmente necessarie. Su questi aspetti relaziona invece il direttore della sezione RM2, che è il principale attore di questo OS.

### **5.7. Trattati internazionali**

L'INGV svolge un importante ruolo nell'ambito del CTBTO, il trattato internazionale per il controllo degli esperimenti nucleari. Si tratta di un'attività prestigiosa e in espansione per la quale l'INGV riceve cospicui finanziamenti dal Ministero degli Affari Esteri (MAE) e si garantisce ampia visibilità internazionale. Questo OS segue anche diversi protocolli bilaterali tra l'Italia e alcuni paesi europei, sempre sotto l'egida del MAE.

In questo settore non è prevista una produttività scientifica in senso stretto. La produttività di altre attività consiste nella elaborazione di tecniche geofisiche per il controllo di eventuali evasioni al trattato, con rilevamenti sia da strumentazione a terra che aviotrasportata, e nella formazione di ricercatori stranieri nel campo delle telecomunicazioni terrestri e satellitari.

La capacità di attrazione di finanziamenti è buona grazie a un canale privilegiato tra INGV e MAE, che garantisce ampia disponibilità di risorse sia finanziarie che infrastrutturali.

### **5.8. Biblioteche**

La scheda relativa alle biblioteche dell'INGV relaziona in modo puntuale ed esauriente sulle importanti innovazioni che hanno caratterizzato queste importanti infrastrutture nel 2004. Non esiste ovviamente una produttività scientifica in senso stretto, ma esiste una notevole produttività in termini di servizi resi all'utenza, sia INGV che esterna all'ente. I risultati conseguiti sono descritti attraverso interessanti statistiche che descrivono con estrema immediatezza la transizione in atto dall'editoria cartacea tradizionale all'editoria on-line. Nel 2004 i servizi offerti sono stati estesi non solo quantitativamente ma anche qualitativamente, con notevole ricorso anche alla diffusione via Internet.

Vengono menzionate importanti collaborazioni con alcuni tra i principali attori del sistema bibliotecario scientifico nazionale, tra cui il Consorzio Cilea, il CNR, l'Università di Roma "La Sapienza", nonché di quello internazionale, particolarmente nel mondo anglosassone.

Anche se le attività delle biblioteche sono quasi per intero a carico del bilancio dell'ente, esiste comunque una certa capacità di attrazione di finanziamenti da parte di istituzioni nazionali.

### **5.9. Formazione e Informazione**

Anche per questo settore il 2004 è stato un anno di particolare sviluppo e di forte razionalizzazione delle attività. Le statistiche presentate nella scheda testimoniano della forte penetrazione che queste attività hanno avuto nel sistema scolastico e più in generale nella società italiana. Nell'ambito di questo OS è stata anche avviata una armonizzazione delle

diverse strutture museali presenti nell'ente, che nel 2004 hanno vissuto un forte aumento dei visitatori.

Pur non esistendo una produttività scientifica in senso stretto, in questo Obiettivo Specifico è stata realizzata la sperimentazione per l'individuazione di nuovi percorsi formativi della popolazione scolastica. Questa sperimentazione è sfociata in una serie di pubblicazioni anche di livello internazionale.

La produttività di questo OS è valutabile dal gran numero e dall'alta qualificazione delle occasioni espositive a cui l'INGV ha potuto partecipare, dalla validità dei percorsi museali approntati, dalla qualità della produzione grafica con finalità di divulgazione approntata dal Laboratorio Grafica&Immagini, e dal forte aumento della visibilità dell'ente determinata dalla creazione di un Ufficio Stampa nel 2004.

Le attività di questo settore sono principalmente a carico del bilancio ordinario dell'INGV. Nonostante esiste una certa capacità di attrazione di finanziamenti, provenienti particolarmente dal Dipartimento per la Protezione Civile, dal MIUR e da numerosi enti locali.

#### **5.10. Editoria e Web**

Le attività inerenti a questa scheda risultano provenire da più punti del Piano Triennale 2004-2006, per cui gli obiettivi risultano distribuiti in punti diversi del piano stesso. Nonostante questo, quelli che sono gli obiettivi prefissati più importanti appaiono conseguiti o in fase di realizzazione. A questo proposito possono essere menzionati alcuni di questi come la messa in linea, sulla *homepage* principale dell'INGV o delle sue sezioni, di informazioni e banche dati rese disponibili dall'Ente all'esterno per quello che riguarda le sue attività istituzionali nel campo della sorveglianza sismica, vulcanica, e didattica nella geofisica.

Risulta una minima produttività scientifica, come ci si può aspettare da un tipo di attività come quella specifica. Comunque si possono anche qui intravedere margini di sviluppo da conseguire nel prossimo futuro.

Rileviamo una significativa produttività per quello che concerne la creazione e il mantenimento dei siti internet sia dell'intero istituto che delle sue sezioni principali.

Non sono valutabili le collaborazioni esterne all'Ente e dalla relazione non risulta nessuna fonte di finanziamento.

Non risultano chiare le risorse del personale, strumentali e le infrastrutture che sono distribuite a macchia di leopardo su tutto l'Ente. Si intravede comunque un inizio di coordinamento tra le varie sedi dell'Ente e questo potrà portare forse già dal prossimo anno risultati positivi.





<http://www.ingv.it>

## **Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**

### **ROMA**

Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma

### **NAPOLI**

#### **OSSERVATORIO VESUVIANO**

Via Diocleziano, 328 - 80124 Napoli

### **CATANIA**

Piazza Roma, 2 - 95123 Catania

### **MILANO**

Via Bassini, 15 - 20133 Milano

### **PALERMO**

Via Ugo La Malfa, 153 - 90146 Palermo