

Convenzione-quadro DPC-INGV 2004-2006

Descrizione sintetica delle attività di cui all'Art. 5, punto c

("Prosecuzione di studi e ricerche sulla sismicità e sul vulcanismo delle aree di Stromboli e Panarea e per studi e ricerche su zone di particolare interesse specificamente individuate")

Premessa

Nell'ambito del punto c dell'art. 5 della Convenzione-quadro 2004-2006 l'INGV propone una serie di progetti di ricerca finalizzati al conseguimento di specifici obiettivi di interesse per il DPC, da svolgere in parte con forze interne all'ente e in parte promuovendo, anche per via competitiva, il contributo della comunità scientifica esterna all'ente stesso. La nuova realtà rappresentata dalla riorganizzazione del DPC e dello stesso INGV e la necessità di procedere in tempi brevi suggeriscono di adottare procedure istruttorie e di gestione più snelle rispetto ai Programmi Quadro dei precedenti Gruppi Nazionali, ma allo stesso tempo più strettamente vincolate al raggiungimento di obiettivi chiaramente identificati.

Una volta che il Dipartimento abbia approvato nella sua globalità lo schema qui proposto, l'INGV nominerà per ognuno dei progetti di ricerca un comitato formato da un ristretto numero di ricercatori anche non appartenenti all'INGV. Tale comitato avrà il compito di predisporre il progetto nella sua forma esecutiva e di renderlo pienamente operativo per l'inizio del 2005. Nell'ambito del precedente contratto verrà istituito un piccolo gruppo di coordinamento e che includerà almeno un ricercatore scelto nella comunità scientifica nazionale esterna all'INGV. Le fasi di avvio e lo svolgimento di ciascun progetto verranno indirizzate da una coppia di *reviewers* preventivamente nominati d'intesa con il Dipartimento. La cronologia di queste diverse fasi può essere così riassunta:

1. predisposizione di una ipotesi di programma per ogni progetto d'intesa con il Dipartimento (*settembre 2004*)
1. consultazione dei ricercatori e richiesta di formulazione di proposte di ricerca per la realizzazione del programma stesso (*ottobre 2004*)
1. definizione del progetto biennale 2005-2006: struttura dirigente, definizione delle UR e dei relativi finanziamenti (*novembre 2004*)
1. avvio e svolgimento di ogni singolo progetto secondo le modalità definite al punto precedente (*gennaio 2005-*)

Fanno eccezione allo schema descritto i progetti già in corso, quali ad esempio quelli ricadenti nell'ambito delle attività riguardanti Stromboli e Panarea, esplicitamente citate al punto c) dell'art. 5, e le attività per la redazione della mappa di pericolosità sismica con relativa assistenza al DPC nella sua gestione. Queste attività procederanno nel 2004 secondo le modalità già in essere.

Le forme di coordinamento tra i progetti in questione, fra di essi e con e le altre attività che l'ente svolge a favore del DPC (art. 5, punti a e b), verranno definite nel seguito, nell'ambito delle prerogative dell'INGV. Infine, per l'indirizzo e la verifica periodica globale di tutte le attività dovrà essere prevista una apposita commissione mista DPC-INGV.

Bozze di progetti di ricerca – A) Settore sismologico

Generalità

Le proposte di progetto relative al settore dei terremoti sono state formulate con lo scopo di individuare quei temi principali di interesse strategico per il DPC su cui promuovere ricerche finalizzate che beneficino delle recenti esperienze della comunità scientifica nazionale e delle competenze presenti all'interno dell'INGV nei settori interessati dal programma quadro GNDT 2001-2003. Di seguito vengono sinteticamente illustrati i progetti proposti.

- 1) Completamento della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e assistenza al DPC per la sua gestione (*progetto in corso*) e pianificazione di ulteriori sviluppi
- 1) Terremoti probabili in Italia nel trentennio 2005-2035
- 1) Scenari di scuotimento e di danno atteso in aree di interesse prioritario e/o strategico
- 1) Stima dello scuotimento in tempo reale e quasi-reale per terremoti significativi in territorio nazionale
- 1) Definizione dell'input sismico sulla base degli spostamenti attesi

Progetto 1

Completamento della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274, assistenza al DPC per la sua gestione (progetto in corso) e pianificazione di ulteriori sviluppi

L'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 ha consentito una significativa razionalizzazione del processo di individuazione delle "zone sismiche". L'All.1 dell'Ordinanza stessa stabilisce infatti che le zone sismiche sono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Stabilisce inoltre che la competenza delle Regioni in materia di individuazione delle zone sismiche si eserciti a partire da un elaborato di riferimento (mappa di a_{max}), da elaborarsi entro un anno (aprile 2004) in modo omogeneo a scala nazionale secondo i criteri previsti dal citato All.1. e da aggiornarsi periodicamente.

La scadenza dell'aprile 2004 è stata rispettata con la redazione, da parte di un Gruppo di Lavoro coordinato dall'Istituto, di una mappa di pericolosità sismica indirizzata e valutata da un gruppo internazionale di revisori e successivamente approvata dalla Commissione Grandi Rischi (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>). DPC è ora impegnato nella gestione di questi risultati e necessita di collaborazione nella fase di assistenza alle Regioni per l'aggiornamento delle zone sismiche.

Questo progetto di ricerca prevede il completamento e gestione della mappa 2004, comprendente:

-) la revisione dei risultati consegnati nel novembre 2003 secondo le indicazioni dei *reviewers* (gennaio-maggio 2004);
-) l'assistenza a DPC e Regioni nella fase di illustrazione dei risultati e di indirizzo per le scelte da adottare (da maggio 2004 in avanti);
-) la rappresentazione dei risultati secondo ulteriori formati, secondo le richieste emerse dalla prima fase di consultazione (luglio-dicembre 2004, più attività su richieste specifiche negli anni 2005 e 2006).

Prodotti attesi:

- *Mappa di pericolosità sismica standard (consegnata, aprile 2004)*
- *Completamento delle valutazioni di a_{max} per le situazioni specifiche che richiedono procedure ad-hoc (isole, indicate nell'elaborato di cui al punto precedente)*
- *Mappe di pericolosità sismica per diverse probabilità di eccedenza (diversi periodi di ritorno), da compilarli a partire dagli stessi dati di ingresso e con le stesse metodologie adottate per la compilazione della mappa standard*
- *Confronto dei risultati con i valori di a_{max} osservati in passato in territorio italiano (può essere predisposto in collaborazione con DPC-USSN)*
- *Sito web per la consultazione dei dati di base e dei risultati (in funzione)*
- *Manuale-guida per l'utilizzo consapevole dei risultati, ad uso delle Regioni (predisposto in collaborazione con DPC-USSN)*
- *Assistenza a DPC anche, se nel caso delle attività sviluppate con le Regioni*

Queste attività vengono svolte prevalentemente dall'INGV, con limitati contributi scientifici esterni. La conclusione di questa fase è prevista nei primi mesi del 2005, salvo quanto indicato al precedente punto c). Al termine di tale fase e in relazione a specifiche esigenze del DPC, con particolare riferimento alla nuova versione dell'Ordinanza in corso di preparazione, verrà eventualmente avviata la produzione di nuovi dati di ingresso, la sperimentazione di metodologie appropriate e quindi la pianificazione di nuovi elaborati di pericolosità sismica. Questa fase verrà svolta in collaborazione con i progetti 2, 3 e 5.

Progetto 2

Terremoti probabili in Italia nel trentennio 2005-2035

Quello dei “terremoti probabili” è uno dei temi di interesse più diretto verso una moderna politica di prevenzione dei danni derivanti da futuri terremoti distruttivi. Per “terremoti probabili” si indicano infatti alcune decine di eventi che hanno la massima probabilità di accadimento in uno specificato intervallo cronologico, ad esempio nei prossimi 20 o 30 anni. Progetti analoghi sono stati varati già dalla fine degli anni '80 in alcune tra le aree ad elevata sismicità dei paesi più industrializzati, come nel caso della California centrale (Progetto “Earthquake Probabilities in the San Francisco Bay Region, 2003–2032”: <http://quake.usgs.gov/research/seismology/wg99/>) e della California meridionale (Progetto “Probable Earthquakes 1994-2024 for Southern California”: <http://www.data.scec.org/PhaseII.html>).

Per quanto riguarda l'Italia è in corso di ultimazione il progetto pilota “Terremoti probabili in Italia tra il 2002-2030”, che è stato finanziato all'interno del programma Quadro 2001-2003 del GNDT (http://gndt.ingv.it/Att_scient/Attivita/progetti_GNDT). L'identificazione dei terremoti che hanno la massima probabilità di accadere nel prossimo futuro rappresenta un ovvio e formidabile strumento per:

-) la pianificazione di interventi straordinari per l'adeguamento antisismico, modulato sia dalla conoscenza delle aree su cui intervenire che da realistiche ipotesi sulle caratteristiche dello scuotimento;
-) la miglior pianificazione degli eventuali interventi in emergenza da parte degli organi di Protezione Civile.

Il progetto utilizzerà in via sperimentale anche analisi in tempo reale dei *pattern* di rilascio sismico nelle aree di “lacuna sismica”. Utilizzando tecniche di analisi consolidate e dati forniti in tempo reale dalla Rete Sismica Nazionale, queste analisi consentiranno di mettere in evidenza eventuale accelerazioni del rilascio sismico interpretabili come prossimità alla conclusione del ciclo sismico. I risultati delle analisi verranno comunicati in tempo reale agli organi competenti secondo un protocollo riservato da concordare.

Prodotti attesi:

- Mappe con probabilità di accadimento di un terremoto distruttivo*
- Mappe con la indicazione delle aree dove è maggiore la probabilità che si verifichi un terremoto distruttivo nel prossimo trentennio*
- Nuova versione del database DISS con ampliamenti e aggiornamenti*
- Progressivo trasferimento a DPC di informazioni su “lacune sismiche”, scenari di scuotimento, situazioni di attenzione legate ad accelerazione del rilascio sismico o ad altre condizioni*
- Elaborazione di un protocollo per lo scambio in tempo reale di informazioni sul possibile verificarsi degli scenari sismici elaborati*
- Relazioni e prodotti informativi sia tecnico – scientifici che operativi ad uso del Dipartimento*

I risultati ottenuti da questo progetto, e dal citato progetto GNDT attualmente in corso di completamento, saranno utilizzabili anche per:

-) indirizzare la scelta aree dove effettuare indagini di dettaglio (scenari di scuotimento e danno atteso) di cui al progetto successivo;
-) fornire parte degli elementi di input per la redazione di mappe di pericolosità sismica aggiornate.

Progetto 3

Scenari di scuotimento e di danno atteso in aree di interesse prioritario e/o strategico

Questo progetto è finalizzato alla promozione di ricerche applicate alla valutazione della pericolosità sismica a scala locale e/o regionale. In particolare, gli obiettivi scientifici che si intende promuovere comprendono la valutazione di scenari di scuotimento e danno atteso in siti o aree di interesse strategico che saranno selezionate a priori. Queste attività includono studi sulla pericolosità sismica di aree urbane, la valutazione della pericolosità di centri storici e beni culturali e la previsione della sollecitazione sismica attraverso la modellazione della sorgente sismica, della propagazione delle onde sismiche e degli effetti di amplificazione dovuti alla geologia locale dei siti. Particolare interesse è dedicato alla verifica delle metodologie che dovranno essere validate mediante il riscontro con le osservazioni disponibili sullo scuotimento e degli effetti di terremoti moderati e/o forti.

E' bene sottolineare che numerose città italiane sono ubicate in zone ad elevato rischio sismico e quindi è necessario intraprendere tutte le ricerche necessarie alla definizione della pericolosità sismica dei centri urbani che, congiuntamente alle valutazioni della vulnerabilità altrimenti sperite (ambiente fisico, patrimonio costruito e centri storici, beni culturali), possono consentire una stima e previsione dei danni. Queste attività hanno una particolare rilevanza per l'Italia per proteggere i centri storici delle città italiane, ricchi di patrimoni monumentali, architettonici ed artistici.

Il progetto prevede l'attivazione di un numero limitato sottoprogetti, rispettivamente relativi ad alcune aree prioritarie da individuare congiuntamente al committente.

Prodotti attesi:

- *Caratterizzazione geometrica e meccanica delle sorgenti sismiche*
- *Effetti della propagazione delle onde sismiche sullo scuotimento atteso*
- *Sviluppo di metodi innovativi per la simulazione dello scuotimento atteso*
- *Definizione e previsione delle variabili di interesse ingegneristico (previsione dell'accelerazione, della velocità e dello spostamento atteso, durata dello scuotimento, contenuto in frequenza, etc....)*
- *Caratterizzazione della variabilità del moto del suolo in occasione di forti terremoti*
- *Identificazione di siti di riferimento e caratterizzazione delle funzioni di trasferimento*
- *Previsione degli effetti di sito*
- *Leggi di attenuazione dei valori di picco (accelerazione, velocità e spostamento del moto del suolo)*
- *Leggi di attenuazione della durata ed attenuazione in diverse bande di frequenze*
- *Scenari di scuotimento probabilistici*
- *Sviluppo di Sistemi informativi territoriali e metodologie per la gestione di mappe di pericolosità*
- *Relazioni e prodotti informativi sia tecnico – scientifici che operativi ad uso del Dipartimento*

Progetto 4

Stima dello scuotimento in tempo reale e quasi-reale per terremoti significativi in territorio nazionale

Questo progetto è finalizzato alla realizzazione di sistemi *real-time* di monitoraggio degli effetti dei terremoti sul territorio ed è complementare al potenziamento dei sistemi di monitoraggio ed alla sorveglianza sismica del territorio nazionale. L'obiettivo è quello di sviluppare dei sistemi di acquisizione e di processamento dei dati sismici registrati dalle reti permanenti per valutare in tempo reale lo scuotimento del terreno e per poter elaborare degli scenari di scuotimento e di danno atteso.

Questo progetto è oggi attuabile grazie a importanti progressi nella gestione e implementazione delle reti e dei sistemi di monitoraggio sismico del territorio nazionale, e in particolare:

-) al potenziamento tecnologico delle reti di sorveglianza sismica del territorio nazionale;
-) alla disponibilità di sensori a larga banda e di stazioni sismiche a sei componenti che permettono di ottenere sismogrammi di alta qualità sia per piccoli che per forti terremoti;
-) alla trasmissione digitale terrestre e/o satellitare dei segnali sismici;
-) al forte sviluppo dei sistemi di acquisizione ed analisi dati in tempo reale.

Prodotti attesi:

- *Raccolta dei valori di picco del moto del suolo in tempo reale*

È oggi possibile processare i segnali sismici delle stazioni delle reti permanenti per inviare, raccogliere e visualizzare la distribuzione spaziale dei valori di picco del moto del suolo causati dall'evento.

- *Valutazione rapida di un modello preliminare di sorgente sismica*

Verrà valutato un modello preliminare di sorgente attraverso i seguenti passi:

- il punto di nucleazione viene identificato con l'ipocentro
- il piano di faglia viene selezionato tra i piani nodali del meccanismo focale analizzando la distribuzione delle prime repliche e attraverso la modellazione delle forme d'onda del movimento del terreno;
- vengono sviluppate procedure di inversione veloci e automatiche dei sismogrammi registrati finalizzate a vincolare l'entità della dislocazione e fornire una dimensione di massima della faglia attivata.

- *Calcolo di una prima shake-map utilizzando leggi di attenuazione empiriche disponibili per l'area (sorgente puntiforme)*
- *Calcolo di una seconda shake-map teorica simulata mediante il modello di sorgente estesa.*
- *Confronto tra le shake-map elaborate ed i dati sui valori di picco osservati e con le informazioni sulla distribuzione del danneggiamento che via via arriveranno.*
- *Aggiornamento di un archivio di shake-maps per i siti di maggiore interesse*

Progetto 5

Definizione dell'input sismico sulla base degli spostamenti attesi

Sebbene la progettazione antisismica abbia fino ad ora utilizzato l'accelerazione come parametro fondamentale riconducendo il problema sismico ad un confronto di forze – accelerazione x massa e resistenza – è oggi chiaro, e riconosciuto dalle norme, che il singolo parametro più affidabile per la stima del livello di danno che una struttura subirà nel corso di un sisma è costituito dal rapporto tra lo spostamento relativo indotto tra due livelli di una struttura e la loro distanza (ovvero il rapporto tra spostamento relativo interpiano e altezza di piano – *interstory drift*). Ciò porta ad individuare nei metodi di progetto e valutazione basati su confronti di domanda e capacità di spostamenti, ed in particolare nel *Direct Displacement Based Design (DDBD) method*, un potenziale e più efficace strumento di progettazione. L'effettiva applicazione del DDBD richiede però che l'input sismico sia descritto nell'ottica di un approccio agli spostamenti. Questo progetto è finalizzato ad una completa revisione della definizione dell'azione sismica per rendere compiutamente utilizzabile il DDBD, nell'ottica di una possibile completa revisione dell'approccio progettuale e normativo da attendersi nei prossimi dieci anni.

Prodotti attesi:

Definizione dei parametri significativi dell'azione

Poiché il massimo spostamento atteso al terreno non pare essere un parametro sufficientemente significativo, verranno individuati i parametri da utilizzare per una compiuta definizione dell'azione in termini di domanda di spostamento su una struttura.

Definizione di spettri di spostamento elastici e smorzati

La compiuta definizione di spettri di spostamento elastici (i.e. per risposte lineari equivalenti della struttura) comprenderà:

- 0) la definizione di diverse ordinate spettrali in funzione del periodo di ritorno considerato e di diversi periodi di vibrazione
- 0) l'individuazione degli effetti dello smorzamento viscoso e di altre possibili forme di dissipazione (isterica, coulombiana, di radiazione nel terreno ecc.) sullo spettro

Individuazione degli effetti delle caratteristiche locali del terreno sugli spettri di progetto in spostamento

Definizione della componente verticale dell'azione sismica e dei suoi effetti sulla domanda in spostamento

Individuazione degli effetti near fault sugli spettri in spostamento

Definizione degli effetti del non sincronismo dell'azione sismica in termini di domanda di spostamento

Zonazione sismica del territorio

L'utilizzo del DDBD nella pratica progettuale richiede che si proceda, così come già effettuato per la PGA, alla definizione del moto atteso nei termini richiesti in tutto il territorio nazionale ed eventualmente estendendolo all'intera Europa.

Progetti di ricerca – B) Settore vulcanologico

Generalità

Le proposte di progetto relative a questo settore si basano sulle competenze presenti all'interno dell'INGV nei settori multidisciplinari che caratterizzano le attività di ricerca e monitoraggio delle aree interessate da vulcanismo attivo in Italia. Di seguito vengono illustrati sinteticamente i progetti proposti.

- 5) Proseguimento delle attività già precedentemente finanziate nell'ambito del GNV nel 2003
- 5) Attività di monitoraggio e ricerca a Stromboli e Panarea
- 5) Ricerche sui vulcani attivi, precursori, scenari, pericolosità e rischio
- 5) Ideazione, sperimentazione e applicazione di tecniche innovative per lo studio dei vulcani attivi
- 5) Ricerche relative al degassamento diffuso in Italia

Progetto 1

Proseguimento delle attività già precedentemente finanziate nell'ambito del GNV nel 2003

Nell'ambito delle attività previste in questo settore verranno finanziati i seguenti progetti GNV, già avviati nel 2003 e proseguiti nel 2004, ciascuno seguendo le scadenze originariamente fissate:

- *Sottoprogetto 1:* Studio dei maremoti generati da frane a Stromboli e dei segnali del sistema d'allarme marino installato dalla Protezione Civile
- *Sottoprogetto 2:* Attività di fotogrammetria digitale e di controllo topografico
- *Sottoprogetto 3:* Studio vulcanologico e geochimico-petrologico dell'eruzione 2002-2003 dello Stromboli
- *Sottoprogetto 4:* Condizioni di iniezione di dicchi nella Sciara del Fuoco o nella zona dei crateri sommitali in relazione all'instabilità gravitativa di Stromboli
- *Sottoprogetto 5:* Progetto biennale per la prosecuzione delle attività legate all'analisi delle condizioni di stabilità della Sciara del Fuoco
- *Sottoprogetto 6:* Attività future per lo studio della Sciara sommersa e dei fenomeni correlati all'evento del 30 dicembre 2002

Progetto 2

Attività di monitoraggio e ricerca a Stromboli e Panarea

Nell'estate del 2003, a seguito dei fenomeni che hanno interessato i vulcani di Stromboli e Panarea, la Protezione Civile ha stipulato con l'INGV una convenzione per il monitoraggio dell'evoluzione dei fenomeni stessi e per l'esecuzione di nuove ricerche (Repertorio n. 427 del 20/6/03). Il monitoraggio è stato svolto direttamente dall'INGV, mentre le attività di ricerca sono state configurate in sei progetti coordinati dal Gruppo Nazionale per la Vulcanologia.

Per il proseguimento delle attività previste dall'Art. 5, punto c della Convenzione-Quadro l'INGV propone sviluppi nei seguenti settori:

-) Valutazione della pericolosità da attività effusiva e collassi laterali allo Stromboli
-) Studi di Sismologia
-) Studi di deformazione e dinamica della Sciara del Fuoco
-) Studi geochimici

Valutazione della pericolosità da attività effusiva e collassi laterali allo Stromboli

Questo progetto prevede lo studio e l'analisi dell'attività eruttiva fissurale da fratture radiali che si sono manifestate allo Stromboli negli ultimi 10.000 anni, congiuntamente alla ricostruzione degli eventi da collasso sulla base dello studio dei depositi vulcanoclastici. Gli obiettivi che ci si propone di raggiungere comprendono:

-) la mappatura dei campi lavici da attività laterale sui versanti nord-est e sud-ovest dell'isola, con ricostruzione della sequenza temporale e campionamento di livelli utili ad eventuali datazioni (gennaio-dicembre 2004);
-) la caratterizzazione petrografica e petrochimica dei campi lavici e dei livelli vulcanoclastici individuati (da settembre 2004 in avanti);
-) la stratigrafia, campionatura e datazione dei livelli vulcanoclastici intercalati alle colate attestanti fasi di importante instabilità e la caratterizzazione sedimentologica dei depositi (settembre 2004 - settembre 2005);
-) la ricostruzione della dinamica eruttiva di quegli eventi che hanno dato luogo ad attività eruttiva fissurale e collassi laterali (settembre 2005 - 2006).

Lo studio dell'attività eruttiva laterale, finora mai analizzata per questo vulcano, insieme con la ricostruzione della sua frequenza di accadimento e della sua interconnessione con fenomeni di collasso laterale forniranno importanti indicazioni per valutazioni di pericolosità e rischio vulcanico sull'isola.

Prodotti attesi:

- *Mappa di distribuzione di campi lavici da attività fissurale*
- *Ricostruzione stratigrafica dell'attività eruttiva fissurale e della sua alternanza con depositi vulcano-clastici attestanti importanti collassi laterali*
- *Datazione degli eventi principali*
- *Caratterizzazione petrologica e geochimica delle eruzioni principali*
- *Ricostruzione della dinamica eruttiva*
- *Ricostruzione della frequenza di accadimento di eventi da attività eruttiva fissurale e della loro interdigitazione con fenomeni di importanti collassi laterali*

Studi di Sismologia

A seguito della crisi eruttiva che ha interessato lo Stromboli nel corso del 2002-2003 e degli eventi di frana della Sciara del Fuoco e dello *tsunami* ad essi associato, il sistema di monitoraggio sismico presente sull'isola è stato sensibilmente potenziato attraverso l'installazione di 11 stazioni digitali a larga banda, che hanno integrato le 2 stazioni a corto periodo della rete permanente dell'INGV. La disposizione delle stazioni è stata scelta in modo tale da fornire una copertura quanto più possibile omogenea dell'isola, sia in termini di *azimuth* che nella distanza rispetto alle sorgenti sismiche che caratterizzano tale vulcano. Gli obiettivi principali del sistema di monitoraggio sismico installato sono quelli di stimare in tempo rapido, quasi reale, i parametri fondamentali associabili all'attività sismo-vulcanica caratteristica di Stromboli (eventi esplosivi, LP, VLP, tremore), nell'intento di definire i tempi e le modalità di ricarica del sistema e di stabilire le relazioni tra questi parametri e l'energia rilasciata, con particolare attenzione alle fasi caratterizzate da attività di tipo parossistica. Il sistema realizzato per lo Stromboli ha garantito il monitoraggio sismico durante la crisi 2002-2003 ed a tutt'oggi costituisce un potente strumento per le attività di sorveglianza. Grazie alla sua avanzata progettazione e allo sviluppo di nuovi sistemi di analisi automatica detto sistema consente di ottenere in tempo reale la massima informazione dai dati acquisiti e di evidenziarne la significatività. Tra i maggiori risultati già conseguiti sono pertanto da annoverare:

-) l'implementazione di procedure di analisi automatizzate per il riconoscimento degli eventi a bassa frequenza e di quelli da frana;
-) la possibilità di effettuare la detezione e la localizzazione degli eventi VLP con una tecnica basata su un'analisi di Semblance. Per ovviare ai lunghi tempi di calcolo che, generalmente ne impediscono l'implementazione in sistemi di monitoraggio real-time ci si è avvalsi di metodi di calcolo parallelo su cluster utilizzando un supercalcolatore con 64 processori. Ciò consente di effettuare l'analisi di Semblance in continuo, localizzando automaticamente tutti i segnali VLP generati dall'attività dello Stromboli;
-) i sistemi software realizzati e implementati consentono inoltre di effettuare numerose altre analisi dei segnali quali spettrogrammi, polarizzazione, Real-time Seismic-Amplitude Measurement (RSAM) per tutte le stazioni.

Prodotti attesi:

- *Estensione delle tecniche di analisi dei segnali VLP, attraverso il potenziamento del sistema di analisi, basato su codici di calcolo parallelo su cluster di computers*
- *Realizzazione di procedure automatiche per l'inversione della funzione sorgente dei singoli eventi VLP*
- *Miglioramento delle tecniche di riconoscimento automatico delle diverse tipologie di segnali sismo-vulcanici registrati a Stromboli attraverso l'implementazione di diverse procedure di analisi sia nel dominio del tempo che delle frequenze (es. wavelet, reti neurali, etc.)*
- *Miglioramento dell'efficienza delle sale operative, che verranno dotate di strumenti di facile utilizzo per le attività di sorveglianza, allo scopo di seguire nel medio-lungo periodo le modalità di ricarica del sistema e di stabilire le relazioni tra i diversi parametri monitorati*

Studi di deformazione e dinamica della Sciara del Fuoco

La riduzione del rischio vulcanico a Stromboli passa anche attraverso una migliore comprensione della dinamica dei sistemi di alimentazione più superficiali del vulcano e di come questi interagiscono (se interagiscono) con la dinamica della Sciara del Fuoco. La recente emergenza ha permesso un notevolissimo potenziamento dei sistemi osservativi, il cui funzionamento permette adesso e nel futuro di avere a disposizione una quantità di dati di elevata qualità in grado di fornire utili dati per una corretta valutazione della pericolosità di questo vulcano.

Gli studi recenti sulla dinamica del vulcano ed il potente dispositivo osservativo oggi esistente individuano precise principali linee di ricerca:

-) installazione di strumentazione geofisica sperimentale a completamento del dispositivo di monitoraggio esistente sul vulcano;
-) comprensione dei meccanismi di alimentazione del vulcano sulla base dei numerosi dati geofisici (sismologici e di deformazione) che le reti di monitoraggio, in alcuni casi da quasi un decennio, mettono a disposizione;
-) comprensione delle condizioni strutturali e dinamiche e dei meccanismi di interazione che favoriscono fenomeni di collasso del versante, quali quelli verificatisi nel dicembre 2002 nel corso delle prime fasi eruttive dell'eruzione 2002-2003.

Prodotti attesi:

- *Modelli di funzionamento del sistema vulcanico di Stromboli, basati sull'analisi delle serie storiche dei dispositivi osservativi (sismologia, vulcanologia e geofisica)*
- *Valutazioni di pericolosità legate alla dinamica del versante della Sciara del Fuoco*

Studi geochimici sui fluidi circolanti

La crisi di Stromboli - Panarea 2002-2003 ha comportato un consistente aumento delle attività geochimiche in queste due zone. Queste attività che proseguiranno nel prossimo triennio, sono finalizzate ad una migliore comprensione dei meccanismi di trasferimento dei gas magmatici dal sistema profondo verso la superficie e alla individuazione dei meccanismi di interazione con i fluidi superficiali.

A Stromboli la maggiore attenzione sarà dedicata al controllo in continuo, nell'area craterica, del degassamento dal suolo, della temperatura e del potenziale spontaneo nella zona della fossa; alla misura della composizione chimica del *plume* con trappole passive; al controllo della composizione chimica ed isotopica delle falde nell'area abitata di Stromboli; al controllo, sempre nell'abitato di Stromboli, del degassamento al suolo di CO₂ e Radon.

A Panarea, in aggiunta al campionamento discreto delle emissioni sottomarine saranno sperimentati nuovi metodi per il controllo in continuo dei flussi di gas emessi in ambiente subacqueo.

Prodotti attesi:

- *Formulazione di modelli geochimici per Stromboli e Panarea*
- *Sistemi di monitoraggio per la misura in continuo dei flussi di CO₂ in ambiente subacqueo*

Progetto 3

Ricerche sui vulcani attivi, precursori, scenari, pericolosità

Queste ricerche hanno per obiettivo la descrizione della dinamica e dell'evoluzione dei sistemi vulcanici finalizzata, in ultima analisi, all'identificazione e quantificazione dei segnali precursori degli eventi potenzialmente distruttivi, alla realizzazione di scenari eruttivi e mappe di pericolosità e di rischio vulcanico.

Le ricerche comprendono le indagini multidisciplinari volte a conoscere: le leggi chimico-fisiche che governano la dinamica, la struttura, la geometria, le condizioni al contorno e le condizioni iniziali del sistema vulcanico. I risultati contribuiranno alla definizione dello stato attuale del sistema, la descrizione del sistema di alimentazione, della struttura dell'edificio vulcanico e della litosfera sottostante, e l'assetto idrogeologico e geotermico del vulcano. Inoltre, la formulazione di opportuni modelli fisico-matematici di funzionamento, integrati con la ricostruzione delle eruzioni passate, verrà effettuata tenendo conto dell'applicazione alla definizione di scenari di attività che costituiscono la base per la stima della pericolosità vulcanica.

Questo progetto prevede la focalizzazione delle ricerche sui vulcani attivi italiani, con particolare riferimento a quelli che costituiscono maggior rischio per la popolazione.

Prodotti attesi:

- *Definizione del sistema di alimentazione del vulcano*
- *Definizione della struttura dell'edificio e della litosfera*
- *Definizione dell'assetto idrogeologico e sistema geotermico*
- *Identificazione e quantificazione dei fenomeni precursori*
- *Modellizzazione fisica e simulazione numerica dei processi pre-eruttivi*
- *Stima della tipologia e scala degli eventi attesi*
- *Ricostruzione della storia eruttiva attraverso lo studio dei depositi vulcanici*
- *Probabilità associata alla scala e tipologia delle fenomenologie attese*
- *Simulazione fisico-numerica dei processi sin- e post-eruttivi*
- *Valutazione della pericolosità*

Progetto 4

Ideazione, sperimentazione e applicazione di tecniche innovative per lo studio dei vulcani attivi

Un aspetto di grande rilievo è costituito dalle ricerche volte alla ideazione e sperimentazione di nuove strumentazioni e nuove tecnologie per il monitoraggio dei vulcani attivi e per lo studio dei processi vulcanici pre-, sin- e post-eruttivi. Le innovazioni tecnologiche di interesse prioritario porteranno ai risultati descritti nella lista che segue.

Prodotti attesi:

- *Sviluppo di tecnologie per la misura in continuo di parametri fisici o chimici finora non monitorati o monitorati con approccio discontinuo, anche confrontando i risultati ottenuti con tecniche diverse*
- *Miglioramento della qualità dei dati acquisiti con le tecniche e strumentazioni attualmente in routine*
- *Ideazione, progettazione e sperimentazione di prototipi di strumenti per l'ottenimento di set di dati multiparametrici con teletrasmissione in automatico dei dati, in ambienti anche ostili*
- *Ideazione e sperimentazione di tecniche e sensori per il monitoraggio remoto, anche satellitare*
- *Sviluppo e sperimentazione di codici di calcolo innovativi per la simulazione dei processi vulcanici pre-, sin- e post-eruttivi, con particolare riferimento a sistemi transienti, multidimensionali, multifase e multicomponente, e accoppiamento di dinamiche in domini diversi (camere magmatiche, condotti vulcanici, rocce circostanti, sistema geotermico/idrotermale, atmosfera)*
- *Applicazione di tecniche innovative per lo studio dei vulcani*

Progetto 5

Attività relative al degassamento diffuso in Italia

Le attività relative a questo progetto sono strettamente legate a quelle degli altri progetti che operano su aree vulcaniche attive nonché ad alcuni aspetti della sismogenesi. Per questa ragione. Il progetto tende a razionalizzare le ricerche su questo importante aspetto dell'attività geodinamica, evitando sovrapposizioni e allo stesso tempo garantendo la massima circolazione delle informazioni raccolte tra tutti i ricercatori interessati.

Il degassamento diffuso dal suolo coinvolge vaste aree del territorio nazionale, comprendenti vulcani attivi, vulcani estinti, aree geotermiche, e aree sismiche. Il progetto ha tra le sue finalità quelle di identificare e mappare delle aree caratterizzate da emanazioni gassose dal suolo con particolare riferimento a quelle potenzialmente pericolose. E' inoltre importante identificare qualitativamente e quantitativamente i gas emessi per permetterne l'identificazione della loro origine e delle relazioni con l'ambiente geodinamico e strutturale locale e regionale. Altro aspetto importante è l'identificazione dei processi di interazione con i sistemi superficiali.

L'entità del degassamento e l'accumulo di gas dipendono da numerosi fattori che è necessario investigare al fine di valutare la pericolosità associata. Sarà quindi necessario indagare i fattori controllano le variazioni dei tassi di degassamento e le variazioni spazio-temporali della concentrazione dei gas in aria, nel terreno, e nelle falde acquifere, e da quali fattori dipendono tali variazioni. Saranno inoltre effettuare valutazioni sugli effetti che il degassamento diffuso ha sull'uomo e sull'ambiente.

Tutte le informazioni acquisite consentiranno di definire i livelli rischio associati alla presenza di emissioni nei confronti dell'uomo e degli animali. L'utilizzo di tecnologie GIS permette notevoli benefici nella gestione delle informazioni. Saranno quindi sviluppati modelli che in relazione alle condizioni morfologiche e atmosferiche locali, potranno individuare le soglie di concentrazione di rischio dei vari componenti presenti nelle emanazioni gassose, e di conseguenza quali sono le misure precauzionali, i vincoli nell'uso del territorio e gli interventi strutturali o non strutturali da raccomandare per diminuire la pericolosità di queste aree.

Prodotti attesi:

- *Identificazione e caratterizzazione delle emanazioni gassose, e relazioni con l'ambiente geodinamico, strutturale e idrogeologico*
- *Mappatura delle aree caratterizzate da emissioni gassose*
- *Valutazione delle aree a maggiore rischio, e mitigazione del rischio*
- *Definizione degli scenari e stima della pericolosità*