

**Conferito a Nadia Pinardi il Premio Nansen 2007.**

Gli effetti dei grandi terremoti sul pianeta Terra

di **Antonio Piersanti** dirigente di ricerca - INGV, Roma

Gli effetti del grande terremoto di solito si associano alla perdita di vite e distruzione, ma ce ne sono altri che non interessano l'area geografica in cui sono avvenuti, ma che coinvolgono il pianeta. Grande terremoto? Ieri un italiano avrebbe risposto ricordando Colfiorito, l'Irpinia. Oggi, la risposta è Sumatra. Le scosse di Colfiorito e dell'Irpinia, non hanno provocato un effetto globale. Sumatra sì. Le energie in gioco a Sumatra sono state circa 10.000 volte superiori rispetto all'Irpinia e più di 100.000 volte superiori rispetto a Colfiorito. Ma, considerando l'enorme impatto che il maremoto generato dal terremoto di Sumatra ha avuto in termini di vite umane, si potrebbe pensare che esista una proporzionalità diretta fra energia rilasciata e danni provocati. Questo in generale non è vero, a parte il caso di Sumatra; raramente i terremoti grandi sono i più distruttivi. Questo si spiega con due motivi: il primo è accidentale, legato al fatto che le zone dove avvengono i terremoti giganti sono spesso caratterizzate da una bassa densità abitativa; il secondo è legato alla fisica che regola questo tipo di fenomeni, che implica che le onde sismiche rilasciate siano di frequenza più bassa rispetto a terremoti relativamente più piccoli, e risultano essere, quindi, meno distruttive per le abitazioni. Ad esempio il sisma del Cile del 1960, il più grande mai registrato, ha avuto un impatto sulla popolazione minore del sisma dell'Irpinia dell'80 che è stato circa 50.000 volte più piccolo. I terremoti giganti sono sempre legati al movimento delle placche in subduzione. Solo i processi di subduzione delle grandi placche oceaniche forniscono energie che scatenano un terremoto gigante, che può avvenire, quindi, solo in tali aree geografiche. Quali sono stati i terremoti giganti dell'ultimo secolo? Il terremoto del Cile (Mw 9,5) e il sisma di Sumatra (Mw 9,3), segue l'Alaska del 1964 (Mw 9,2). Questi tre eventi sono considerati i giganti dell'ultimo secolo e per essi si può parlare di effetti globali sul pianeta.

Effetti sugli oceani

I terremoti giganti scatenano spesso dei maremoti. Tutti e tre i terremoti citati hanno provocato maremoti. Sumatra è famoso, oltre 200.000 vittime, come la grande catastrofe naturale dell'epoca moderna. Anche il terremoto del Cile ha provocato un maremoto causando più di 200 vittime sparse in un'area vastissima (USA, Hawaii, Giappone, Filippine). Meno noto è il maremoto successivo al sisma del '64 in Alaska, che ha causato 110 vittime e provocato danni ad abitazioni e strutture portuali per 310 milioni di dollari dell'epoca. Oltre all'eccezionale energia, i terremoti giganti sono particolarmente efficienti nell'eccitare maremoti poiché hanno spesso epicentro in mare e perché le caratteristiche di rottura delle faglie giganti, che generano questo tipo di terremoti, sono particolarmente adatte all'eccitazione di onde in acqua. Le onde di maremoto non sono alte. In mare aperto di solito non superano la decina di centimetri e quando arrivano vicino alle coste, dove la loro altezza aumenta a causa della diminuzione della profondità dei fondali, rimangono comunque più basse delle onde giganti che si infrangono a riva senza alcun danno (quelle che piacciono ai surfisti). Quello che dif-

ferenza le onde di maremoto dalle onde marine è la lunghezza d'onda e la velocità di propagazione. Le onde marine hanno lunghezza d'onda di qualche metro, o di qualche decina di metri, e si propagano a velocità di pochi km all'ora, mentre le onde di maremoto hanno lunghezze d'onda di centinaia di km e possono arrivare ad una velocità di 1000 km all'ora. Questo significa che quando un'onda di maremoto arriva sulla costa possiede un'energia devastante e, dopo essersi infranta, non torna indietro ma continua ad avanzare per minuti. Per quanto devastanti, anche gli effetti fisici dei maremoti sull'assetto degli oceani si esauriscono nel giro di ore. I grandi terremoti lasciano impronte più durature sull'idrosfera terrestre: essi contribuiscono ai processi di innalzamento del livello marino che stanno minacciando l'equilibrio del nostro pianeta. La superficie degli oceani è infatti una superficie equipotenziale, cioè segue l'andamento del campo gravitazionale terrestre. I grandi terremoti, oltre a perturbare la topografia dei fondali oceanici, agiscono sul campo di gravitazione e, tramite questi due meccanismi, influiscono sul livello marino. Questo fenomeno è caratterizzato da due distinte scale temporali: subito dopo la scossa c'è una variazione brusca del livello marino dovuta alla risposta elastica della crosta terrestre. Poi, inizia una variazione lenta, che può durare per decenni dopo il terremoto e che è dovuta alla deformazione duttile degli strati superficiali del mantello terrestre. Gli effetti sul livello marino provocati dai grandi terremoti sono piccoli: in media un ordine di grandezza minori degli effetti che vengono attribuiti ai cambiamenti climatici; essi però sono caratterizzati da una grande variabilità spaziale; è molto importante poterli valutare con precisione poiché si potrebbero ottenere interpretazioni fuorvianti sulle tendenze climatiche globali del pianeta.

Effetti oscillatori a lungo termine

Quando una scossa è molto intensa, le onde sismiche non sono solo quelle distruttive ad alta frequenza che si propagano nell'area epicentrale: quando il terremoto è grande, la Terra risuona come un'immensa campana. I suoni che si propagano all'interno del pianeta si chiamano oscillazioni libere e sono caratterizzati da ampiezze elevate anche allontanandosi di migliaia di chilometri dalla sorgente. Le oscillazioni libere non possiedono nessuna capacità distruttiva perché la loro ampiezza è compensata da frequenze di oscillazione molto basse (decine di minuti). Una caratteristica delle oscillazioni libere è che esse si smorzano lentamente; si pensi che erano ancora rilevabili diverse settimane dopo il terremoto di Sumatra. Questa particolare tipologia di onde sismiche è importante per i ricercatori poiché lo studio della loro propagazione fornisce informazioni fondamentali sull'interno della Terra. Le metodologie di ricerca che utilizzano le onde sismiche per lo studio dell'interno della Terra sono analoghe alle indagini tramite i raggi X in medicina: si parla, infatti, di tomografia sismica.

Effetti sulla forma del pianeta

La Terra è ellissoidale. La differenza fra il raggio pola-

re e quello equatoriale è di circa 20 km. I grandi terremoti hanno un impatto anche sulla forma della Terra. Questo effetto è piccolissimo ma non casuale: essi tendono a far diventare la Terra più rotonda, cioè tendono a diminuire la differenza fra raggio equatoriale e raggio polare. A rivelare l'esistenza di questo fenomeno sono state modellazioni teoriche sviluppate dai geodinamici, ma poiché il valore assoluto di tali variazioni è inferiore al millimetro queste non sono rilevabili con le tecniche sperimentali oggi a disposizione.

Effetti sull'asse di rotazione

Le scosse giganti liberano un'energia tale da provocare piccolissimi spostamenti dell'asse di rotazione terrestre. Dopo Sumatra, fonti d'informazione dicevano che l'asse di rotazione del pianeta si era spostato di più di 10 km. È un errore: l'asse di rotazione terrestre si è spostato di non più di un paio di centimetri e sta continuando a spostarsi probabilmente di meno di un millimetro l'anno. Anche se può sembrare piccolo, questo fenomeno è di grande importanza perché dal confronto tra previsioni teoriche e dati sperimentali si potrebbero trarre conclusioni sulla reologia degli strati inferiori alla crosta terrestre. Questo tipo di confronto non è stato possibile prima del terremoto di Sumatra perché all'epoca degli altri due terremoti giganti (Cile-Alaska) non erano ancora state sviluppate le moderne tecniche di rilevamento delle perturbazioni rotazionali basate su tecnologia satellitare; di conseguenza, non sarebbe stato possibile misurare uno spostamento dell'asse di rotazione di soli 2 cm. Oggi, anche se la precisione e la sensibilità delle tecniche sperimentali è aumentata grazie alle tecnologie satellitari, rimane il problema di filtrare dai dati sperimentali gli effetti perturbativi ad alta frequenza dovuti principalmente ai fenomeni climatici. Per questo motivo la reale misurabilità degli effetti sismici sull'asse di rotazione terrestre rimane uno dei problemi aperti della sismologia e della geodinamica.

Effetti sul campo magnetico

Il campo magnetico prodotto dal nucleo fluido metallico del pianeta può essere considerato, in prima approssimazione, costante nel tempo. Se misurato con precisione, rivela una serie di variazioni più o meno grandi che avvengono su scale temporali che vanno dai millisecondi ai milioni di anni. Alcuni scienziati hanno suggerito che alcune di queste variazioni, in particolare quelle di lievissima entità e caratterizzate da una scala temporale di pochi anni, possono essere messe in relazione con l'occorrenza di grandi scosse sismiche. I campi di deformazione provocati da terremoti come quello del Cile o di Sumatra si propagano all'interno della Terra fino a raggiungere anche il nucleo metallico fluido, che si trova a circa 2900 km di profondità. Non ci sono ancora conferme di questa ipotesi, solo indizi di origine statistica e modellazioni teoriche, ma si presume che tali campi deformativi siano in grado di perturbare i moti convettivi che avvengono nel nucleo provocando delle piccole variazioni nel campo magnetico terrestre della durata di qualche anno: i cosiddetti "jerks" geomagnetici ■

1456: il più forte terremoto della storia italiana

di **Umberto Fracassi**

ricercatore - INGV, Roma

e **Gianluca Valensise**

dirigente di ricerca - INGV, Roma

Il terremoto del 1456 è quasi certamente il più forte della storia sismica italiana. Nei decenni scorsi è stato studiato da vari autori che si sono concentrati sulla ricostruzione del quadro dei danni. Nonostante la distruzione e le vittime causate (30.000-80.000), i tentativi di ipotizzare una sorgente sismogenetica per questo evento catastrofico si sono sempre rivelati molto problematici, in primo luogo a causa delle dimensioni dell'area che ha sofferto effetti del X grado. La distribuzione delle intensità mostra un andamento che non si riscontra in nessun altro terremoto dell'Italia peninsulare e, già da tempo, si era ipotizzato che l'area danneggiata rispecchiasse gli effetti cumulati di più faglie distinte (<http://storing.ingv.it/cft>).

Un nostro recente studio ha coniugato una revisione critica delle fonti storiche utilizzate in un rapporto tecnico della SGA, una società privata che da 20 anni svolge ricerche storiche per l'INGV, con un'interpretazione sismotettonica del nuovo quadro di danni che ne è emerso. Vediamo come.

Tra il 5 e il 30 dicembre 1456 una sequenza composta da almeno tre terremoti distruttivi ha colpito una vasta area dell'Italia centro-meridionale. La sequenza ha causato danni fino all'XI grado in Alta Irpinia e nel Sannio, in Molise e sul versante settentrionale della Maiella in Abruzzo. Come accennato, la distribuzione delle intensità macrosismiche mostra varie anomalie che si possono sintetizzare nei seguenti punti: i) diversamente dai grandi terremoti che hanno colpito l'Appennino meridionale (uno su tutti, quello dell'Irpinia del 1980) e che hanno causato i massimi risentimenti lungo la catena, la maggior parte dei danni dovuti al 1456 ha riguardato una zona vastissima che va dall'asse della catena alla

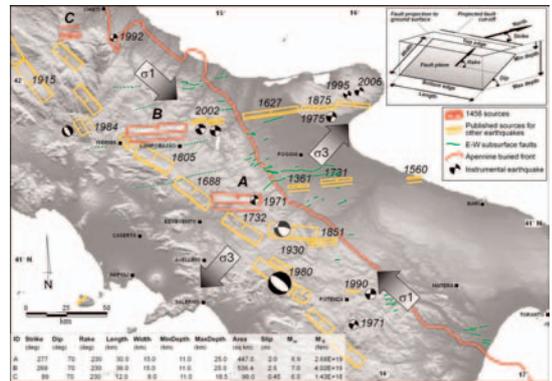
costa pugliese, con gruppi di intensità > IX diretti in senso circa est-ovest e non paralleli alla catena; ii) la zona caratterizzata dal X grado è pressoché continua da SE a NO (per circa 180 km), mentre i punti di XI grado si concentrano nelle tre aree del Sannio-Irpinia, Molise ed Abruzzo.

Questi elementi, sommati ad altre informazioni geologiche, suggeriscono che le ipotetiche sorgenti sismiche responsabili di questa sequenza possano non solo non coincidere con quelle estensionali note in Appennino meridionale ma anche appartenere ad una categoria di sorgenti del tutto diversa, sia per posizione rispetto alla catena che per profondità, geometria e meccanismo di fagliazione.

Un'approfondita revisione storiografica condotta dalla SGA ha permesso di integrare gli studi precedentemente disponibili con nuove fonti storiche e quindi di individuare nuove località. Inoltre, un approfondimento delle descrizioni riportate dalle fonti ha innalzato la maggior parte delle stime di intensità approfondendo lo studio della ricchezza semantica trovata nelle fonti contemporanee. Inoltre, una revisione critica delle date citate dalle fonti, delle località menzionate e della loro localizzazione ha consentito per la prima volta di tracciare una suddivisione sia cronologica che geografica della sequenza, che è stata quindi così ricostruita: i) il 5 dicembre avviene il primo *mainshock* ($M = 6.9$) nel Sannio, causando anche gravi danni a Napoli e nella Piana Campana e danni minori lungo la costa pugliese; ii) un evento minore si verifica a metà dicembre nell'Alta Irpinia, seguito da un altro evento nella zona di Isernia-Campobasso; iii) il 21 dicembre un nuovo evento minore colpisce il Sannio e l'Alta Irpinia; iv) il 30 dicembre un nuovo *mainshock* ($M = 7.1$) ha luogo nella zona di Isernia-Campobasso, già colpita dagli eventi minori di metà mese; sempre il 30, questo *mainshock* è seguito da un altro forte terremoto ($M = 6.0$) nella zona di Caramanico (Abruzzo centro-orientale). Gli elementi raccolti suggeriscono che questi tre *mainshocks* siano stati causati da faglie distinte ma attivatesi in rapida successione

(meno di un mese), da sud verso nord. Data la distribuzione del danno in tre principali gruppi con le osservazioni di XI grado disposte in senso est-ovest, riteniamo che queste sorgenti sismiche si siano attivate in un vasto settore dell'Italia centro-meridionale che si estende tra l'asse della dorsale appenninica s.s., caratterizzata da faglie estensionali come quella responsabile per il terremoto dell'Irpinia (1980), e il bordo esterno dell'Appennino che si ritiene dominato da faglie come quella che ha causato i terremoti del Molise del 31 ottobre - 1 novembre 2002.

Questo modello interpretativo parte da un terremoto fino ad oggi molto studiato ma poco spiegato, fornendo non solo una spiegazione sismotettonica per questa sequenza ma anche una profonda revisione dei meccanismi tettonici in atto in un importante settore della catena Appenninica. Inoltre, questa interpretazione propone (a) un innovativo modello per interpretare alcuni forti terremoti ($M > 6.0$) accaduti in quest'area ed a tutt'oggi non ancora spiegati (<http://www.ingv.it/DISS>) e (b) una revisione delle stime di pericolosità sismica nel settore compreso tra la catena appenninica e la costa pugliese, precedentemente ritenuto a bassa o bassissima sismicità (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>) ■



Il Rischio Vulcanico

di **Giovanni P. Ricciardi**

ricercatore - INGV, Napoli

La realtà quotidiana ci propone una serie di rischi di varia natura e realizzazione: continui (es. emissione di gas tossici nell'atmosfera); cumulativi (es. effetti delle radiazioni); periodici (es. eruzioni vulcaniche). Quest'ultimo tipo di rischio era una volta considerato come l'espressione di una "volontà divina", segno della incontrollabilità e passività dell'uomo rispetto ad esso. Le aree vulcaniche hanno sempre presentato una serie di caratteristiche favorevoli: morfologia, microclima, fertilità del suolo, tanto da stimolarne in ogni epoca l'urbanizzazione. Per tale motivo uno dei problemi che si è sempre presentato per i vulcanologi è stato quello di identificare il tipo di rischio a cui era esposto il territorio vulcanico, allo scopo di formularne una corretta valutazione finalizzata alla prevenzione dei danni sia alle persone che agli immobili. Il concetto di rischio, nelle varie epoche, ha subito mutamenti sostanziali in quanto è stato variamente percepito e valutato dalle popolazioni esposte. La sacralità che anticamente ricopriva i vulcani è una testimonianza di come, già allora, esistesse la percezione del pericolo per gli insediamenti sorti su tali territori. Infatti l'insorgere di miti e di aree proibite intorno ai vulcani finiva di fatto per rappresentare un deterrente all'urbanizzazione e quindi alla crescita del rischio. Più recentemente la sua accettabilità da parte di chi vi si esponeva volontariamente è stata legata ad una valutazione della frequenza (fenomenologia episodica o eccezionale degli eventi catastrofici), cioè al legame probabilità/gravità in relazione ad un'analisi costi/benefici. L'approccio

metodologico all'identificazione del rischio vulcanico richiede la conoscenza di fattori naturali: della morfologia e del comportamento storico del vulcano (livello di pericolosità raggiunta in passato); di fattori socio-economici che tengono conto dello sviluppo e dell'importanza dell'insediamento o più globalmente del valore esposto sul territorio; di fattori variabili legati alla vulnerabilità del sito rispetto ad una attività del vulcano sia diretta (prodotti eruttivi), sia indotta (sismi, valanghe di fango, maremoti, ecc.). In sintesi, nella determinazione del rischio è importante la misura delle varie "conseguenze" o scenari legati allo spettro di energia degli eventi eruttivi e la valutazione della vulnerabilità del sito rispetto a questi eventi. Una volta identificato il rischio, occorre passare alla sua zonazione (cioè delimitare le regioni minacciate dai fenomeni vulcanici diretti o indotti) e alla sua valutazione. La valutazione del rischio è basata, in sintesi, su metodi di tipo statistico ed empirico. Quest'ultimo è legato essenzialmente alle osservazioni e quindi al livello tecnico-scientifico raggiunto dalla Sorveglianza. Il principio generale e metodico su cui questa si basa è legato ad un modello: "stato effettivo del sistema - limite di accettabilità del fenomeno". La deviazione da parte del sistema dallo stato di accettabilità, consentirà di approntare interventi correttivi sull'ambiente esposto, riducendone il valore (es. evacuazione delle popolazioni) o la vulnerabilità (es. interventi per modificare la morfologia del vulcano o preventivi sul patrimonio edilizio). Il modo di analizzare il comportamento del vulcano, inteso come sistema, rispetto a condizioni variabili nel tempo, consiste nell'uso di modelli che possono essere descrittivi di una situazione (es. le deformazioni del suolo sono causate da una sorgente che possiede certe caratteristiche in dimensioni e profondità) e predittivi dell'evoluzione

del sistema. Questi ultimi, in sostanza, si debbono basare su tentativi di ricavare gli stati futuri partendo dall'assunto che le relazioni e i comportamenti possono essere desunti da uno studio delle situazioni passate. Appare evidente quanto nella costruzione del modello sia importante disporre di dati adeguati che descrivano situazioni passate ed attuali ed una ipotesi che interpreti le variazioni osservate onde poter effettuare continue proiezioni sullo stato di accettabilità. Poiché allo stato attuale delle nostre conoscenze, le relazioni di causa/effetto tra due o più eventi sono condizionate da una successione di tipo probabilistico, cioè che ogni volta che si verifica A esiste una probabilità p che si verifichi B, e non deterministico, come vorrebbe il principio di unicità, le proiezioni sullo stato futuro del sistema debbono necessariamente assumere la forma di ventagli compresi entro i limiti di determinati livelli di probabilità di pericolosità e poi intervenire ipotizzando all'interno di questo ventaglio lo scenario più catastrofico, potendo, infatti, la realtà al massimo raggiungere quella dello scenario. È evidente, che, non potendo per adesso disporre di previsioni deterministiche, tale approccio è associato a costi di protezione elevatissimi. Nel breve termine, oltre a contrastare l'accumulo di vulnerabilità da parte del territorio, a causa di distorsioni e incoerenze del processo gestionale, occorre intraprendere forme di azione atte a limitare l'impatto sul sito dell'evento vulcanico, approntando diversi schemi alternativi, da verificare rispetto ai costi/benefici che la collettività ne avrebbe ■

**Aggiornamento
Stromboli**



Pubblico e INGV

D: Si possono prevedere i terremoti?

R: Se per previsione si intende sapere in anticipo DOVE, COME e QUANDO avverrà un terremoto, la risposta è NO. Oggi siamo in grado di "prevedere" con una buona approssimazione che tipo di terremoto potrà accadere in una certa zona e quale sarà la sua magnitudo massima. Non possiamo ancora dire nulla del quando, ma stiamo accumulando dati di elevata qualità che nei prossimi anni forse ce lo permetteranno.

(Alessandro Amato dirigente di ricerca - INGV, Roma)

D: Si possono prevedere le eruzioni vulcaniche?

R: Con le strumentazioni di cui disponiamo oggi per il monitoraggio dei vulcani possiamo stabilire quando un vulcano, come l'Etna o lo Stromboli, si trova in una fase "critica", cioè in prossimità di una nuova eruzione. Questo però non significa conoscere l'ora e la data esatta in cui ciò avverrà, poiché l'innesco di un'eruzione dipende da molti parametri continuamente variabili. Possiamo però sapere che siamo vicini ad una eruzione, e possiamo anche immaginare cosa avverrà durante una nuova fase eruttiva che ricalca quelle precedenti.

(Sonia Calvari primo ricercatore - INGV, Catania)

D: Ci sono regioni italiane completamente prive di rischio sismico?

R: Regioni italiane completamente prive di rischio non ve ne sono, la Sardegna però sembra avere il più basso rischio sismico. **(Claudio Chiarabba** dirigente di ricerca - INGV, Roma)

D: Quali sono i vulcani italiani sempre attivi?

R: Per vulcani attivi possiamo considerare quei vulcani che emettono, continuamente o quasi, gas e vapori oppure che hanno eruttato in epoca storica. In Italia essi sono: Pantelleria, Isola Ferdinandea, Etna, Vulcano, Lipari, Stromboli, Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia. Ci sono poi altri vulcani, come Panarea e i Colli Albani, che non sono sempre attivi ma che potrebbero tornare ad esserlo. **(Jacopo Taddeucci** ricercatore - INGV, Roma)

D: Quali sono i vulcani italiani completamente inattivi?

R: Ce ne sono diversi, inoltre ci sono tracce di vulcanismo in molti punti dell'Italia e anche in mare. I più noti sono i seguenti: Colli Euganei (Veneto); Monte Amiata (Toscana); Monti Vulsini, Monti Cimini, Monti Sabatini (Lazio); Roccamonfina (Campania); Monte Vulture (Basilicata); Monti Iblei.

(Lilli Freda ricercatore - INGV, Roma)

D: Quali sono le coste più esposte al rischio maremoto?

R: Sicuramente le coste dell'Italia meridionale (Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna) e in particolare quelle del versante Ionico. Queste ultime sono infatti esposte al rischio maremoto indotto sia da terremoti locali (per esempio quello che ha colpito la Sicilia orientale nel 1693 e lo Stretto di Messina nel 1908) che da terremoti lontani, come quelli che potrebbero generarsi lungo l'arco di subduzione ellenico (Creta, 365 d.C.). **(Alessio Piatanesi** ricercatore - INGV, Roma)

In primo piano sulla stampa

Almanacco della Scienza



la Bacheca | suggeriti



Per informazioni:
camassi@ingv.it



Per informazioni:
cubellis@gov.ingv.it



Per informazioni:
falsaperla@ict.ingv.it

Siracusa conferisce a Enzo Boschi la cittadinanza onoraria.

Su proposta del Presidente del Consiglio dei Ministri, il Capo dello Stato, ha conferito l'onoreficenza di Cavaliere di Gran Croce dell'Ordine "Al Merito della Repubblica Italiana" al Professor Enzo Boschi.

Prossimo appuntamento a Bruxelles di Sonia Topazio

La prima settimana di aprile si svolge a Bruxelles la riunione del Working Group 2 (WG2) dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), il gruppo di ricercatori che si occupa della vulnerabilità dei sistemi naturali e umani ai cambiamenti climatici e delle opzioni di adattamento. Si tratta del secondo appuntamento dell'IPCC nell'arco di due mesi. Ricordiamo che tra la fine di gennaio e i primi di febbraio del 2007 si è tenuta a Parigi la riunione

del Working Group 1 (WG1), il gruppo di lavoro che studia le basi scientifiche dei cambiamenti climatici. Questa prima parte del IV rapporto IPCC presentata a Parigi, è stata trattata con grande enfasi dai media di tutto il mondo, i quali hanno evidenziato il fatto che le centinaia di scienziati facenti parte dell'IPCC concordano nell'attribuire all'uomo la responsabilità dell'incremento dell'effetto serra osservato in questi ultimi decenni. Anche per l'imminente appuntamento di Bruxelles c'è grande attesa in quanto, ormai, si dà per scontato il fatto che il riscaldamento globale andrà avanti nei prossimi decenni e che le sole azioni di riduzione dei gas serra non basteranno a rallentare il processo; di qui la necessità da parte dei governi di assumere le

necessarie misure di adattamento come, per esempio, difesa delle coste esposte a rischio di sommersione. Il IV rapporto IPCC si completerà nei prossimi mesi con la presentazione dei capitoli elaborati dal Working Group 3 (WG3) che si occupa dei diversi scenari di riduzione delle emissioni dei gas serra. L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) contribuisce al lavoro dell'IPCC attraverso i gruppi di ricerca diretti dai Professori Antonio Navarra e Nadia Pinardi, che si occupano rispettivamente di modelli climatici e di oceanografia. Inoltre, l'INGV è stato scelto come capofila del Centro Euro Mediterraneo per i cambiamenti climatici, la cui presidenza è stata attribuita allo stesso Prof. Navarra ■

Opinioni a confronto

Se arrivasse il terremoto, lei come si comporterebbe?

Piero Chiambretti

Vado in Irpinia, tanto lì ha già dato. Non vado in ascensore.

Mi metto vicino a una grande pigna, o a una grande donna che mi faccia da boa.

Oliviero Beha

Non ho idea. Deciderei a momento. Ancestralmente terrei tutto insieme, non scapperei come si fa con il maremoto. Rimarrei lì dove mi trovo, penserei a me se fossi solo, se invece in compagnia dei miei cari penserei a loro dando precedenza - come si dice - a donne e a bambini.

Gianni Boncompagni

Beh! Se arriva quello forte che ci ammazza tutti, io spero di andare in un posto simpatico, non il Paradiso, perché è noiosissimo.

Luciano De Crescenzo

Mah, dunque... che faccio... va bene, è ovvio che innanzitutto scendo dal terzo piano, dove abito, e vado per strada; non vedo altro si possa fare. Sì, telefono a mia figlia. Ma il terremoto non mi spaventa, non mi spaventa nemmeno la bomba atomica.

Dario Argento

Io quest'esperienza l'ho avuta. Ho vissuto tre o quattro terremoti a Los Angeles, di cui uno molto forte. Dopo il primo terremoto mi sono organizzato: in albergo chiedevo camere al pian terreno, con possibilità di ampio giardino e vicino al letto avevo il mio portafogli e gli effetti personali per essere pronto a scappare, volevo essere fulmineo. In quel periodo per me il terremoto era diventato una vera ossessione. La prima volta che ho avvertito la scossa ho fatto un grave errore, gravissimo, avevo la macchina e per istinto mi sono messo a guidare verso Santa Monica in autostrada (lì sono sospese) e andavo verso il mare con il rischio di tsunami. Pazzesco!

Marisa Laurito

Dipende di che tipo di terremoto stiamo parlando. Se intendiamo quello della propria vita, allora mi metto tranquilla, ferma e aspetto. Se invece parliamo di quello vero, io scappo come una pazza e mi nascondo, ho sentito dire che bisogna nascondersi sotto gli archi o sotto un tavolo. Comunque a Napoli di terremoti ne ho vissuti un paio.

SOMMARIO

Effetti dei grandi terremoti → 1

1456: il più forte terremoto → 2

Rischio vulcanico → 2

Aggiornamento Stromboli → 2

Pubblico e INGV → 3

In Primo Piano → 3

La bacheca → 3

Prossimo appuntamento → 3

Opinioni a confronto → 4

Indietro nel tempo → 4

Indietro nel tempo

di **Graziano Ferrari** responsabile scientifico - SGA, Storia Geofisica Ambiente

Cento anni fa nasceva Pietro Caloi, uno dei grandi sismologi del Novecento

Il 22 febbraio 1907, a Monteforte d'Alpone, un piccolo paese della provincia di Verona, nasceva Pietro Caloi, uno dei più illustri sismologi italiani del XX secolo. Sono gli anni in cui l'Italia fu segnata da alcuni dei più disastrosi terremoti della sua storia, quello della Calabria dell'8 settembre 1905 e quello dello Stretto di Messina del 28 dicembre 1908.

Appena ventiduenne Caloi si laureò in matematica presso l'Università di Padova, dove si perfezionò in fisica e l'anno successivo in astronomia. Nel 1931 divenne assistente presso l'Istituto geofisico di Trieste, dove iniziò la sua attività di sismologo, collaborando all'installazione di una nuova stazione sismica presso l'Istituto con sismografi Wiechert e Vicentini, fra i migliori strumenti del tempo.

La seconda metà degli anni Trenta furono gli anni in cui si assistette ad una progressiva e massiccia fuga di cervelli dall'Europa. Anche la sismologia ne ebbe un esempio illustre: Beno Gutenberg, fra i più grandi sismologi della storia, emigrato nel 1930 dalla Germania nazista negli Stati Uniti. Nel 1936, su incarico del CNR presieduto da Guglielmo Marconi, Antonino Lo Surdo fondò l'Istituto Nazionale di Geofisica - ING (dal 1999 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV) e l'anno successivo invitò Caloi a farne parte, come geofisico principale.

Nel 1937, in virtù della libera docenza in sismologia conseguita nel 1935, Caloi iniziò un'attività didattica che, lungo un trentennio di insegnamento presso l'Università di Roma, gli consentì di appassionare alla sismologia centinaia di studenti, formando alcuni dei maggiori sismologi italiani.

Caloi è stato probabilmente il maggior sismologo italiano del XX secolo, anche se il suo carattere un po' schivo e la sua abitudine a pubblicare prevalentemente in Italiano e su riviste italiane non hanno contribuito molto a far conoscere ed apprezzare in modo ampio il suo contributo alla sismologia. Fu tra i pochi scienziati italiani a dialogare con i grandi sismologi mondiali del suo tempo, come Beno Gutenberg e Inge Lehmann, con la quale nel 1952 fu tra i fondatori della European Seismological Society, tuttora attiva, di cui fu segretario e presidente. Ricoprì importanti incarichi in associazioni internazionali di geofisica e fu insignito di numerosi riconoscimenti nazionali ed internazionali.

Gli interessi scientifici di Caloi furono orientati soprattutto verso la sismologia, ma lo appassionarono anche tanti altri campi della geofisica: la fisica dell'interno della Terra; laghi e mari nel loro aspetto idrodinamico e termodinamico; la geodinamica delle grandi dighe e il loro controllo; i moti lenti della crosta terrestre; l'interazione tra atmosfera ed idrosfera con speciale riferimento alle acque alte nella laguna di Venezia; la microsismicità provocata e la microsismicità per gelo spinto; la filosofia della scienza, alla quale dedicò la parte più nascosta del suo amore scientifico.

Non c'è progetto nazionale di rilievo dagli anni Cinquanta agli anni Settanta che non lo abbia visto protagonista, come testimoniano le carte conservate nel suo imponente archivio scientifico messo a disposizione della comunità scientifica dagli eredi: il progetto del Ponte sullo Stretto di Messina; gli studi sulla subsidenza in Pianura Padana; il controllo delle grandi dighe; l'acqua alta di Venezia; ecc..

Nel campo della sismologia teorica e applicata dedicò lunghe ed approfondite ricerche alle onde di Rayleigh e di Somigliana; e così pure i suoi studi lo condussero, nel 1953, a proporre l'«astenosfera» all'attenzione degli scienziati, come uno strato dell'interno della Terra responsabile di canalizzare l'energia sismica, rallentando la velocità di propagazione delle onde longitudinali e trasversali.

Basta scorrere il lunghissimo elenco delle sue pubblicazioni (oltre 200) per avere un'idea della produttiva attività scientifica che lo ha caratterizzato in ogni momento della sua vita.

Nel 1972, oramai a riposo per raggiunti limiti di età, Caloi continuò a lavorare instancabilmente pubblicando, ancora dopo tale data, i risultati dei suoi studi sulla zona di transizione tra mantello e nucleo, sull'esistenza di canali-guida di onde trasversali nel mantello superiore, sui micromovimenti di una faglia come attenuazione della sismicità locale o sui micromovimenti legati alla pressione atmosferica o di origine astronomica.

La storia scientifica di Pietro Caloi, erede e continuatore della lunga e prestigiosa tradizione sismologica italiana, si identifica e si confonde con quella dell'ING, l'istituto che contribuì a formare; e se oggi l'INGV, con i suoi oltre 800 ricercatori e tecnici, è il più importante ente sismologico europeo e uno dei più importanti al mondo, lo si deve anche a lui. E qual è il modo migliore di ricordarlo e di mostrare la nostra riconoscenza se non conservare e valorizzare le testimonianze materiali del suo lavoro e del suo pensiero scientifico? Per questo da due anni l'INGV ha avviato un progetto articolato in cinque fasi: 1) riordino, catalogazione e parziale acquisizione digitale dei materiali dell'archivio (manoscritti, registrazioni strumentali, corrispondenza scientifica e album fotografici); 2) l'edizione critica del suo più importante manoscritto inedito; 3) la celebrazione quest'anno del centenario della nascita; 4) l'istituzione di una borsa di studio, intitolata a Caloi, da attribuirsi al miglior contributo italiano nell'ambito della sismologia teorica; e, infine 5) la pubblicazione di un volume monografico celebrativo.

Pietro Caloi ha seguito percorsi di ricerca tuttora non esplorati completamente con la stessa profondità, e crediamo che la valorizzazione e la divulgazione del suo patrimonio di studi possano ancora contribuire in modo significativo alla ricerca sismologica.