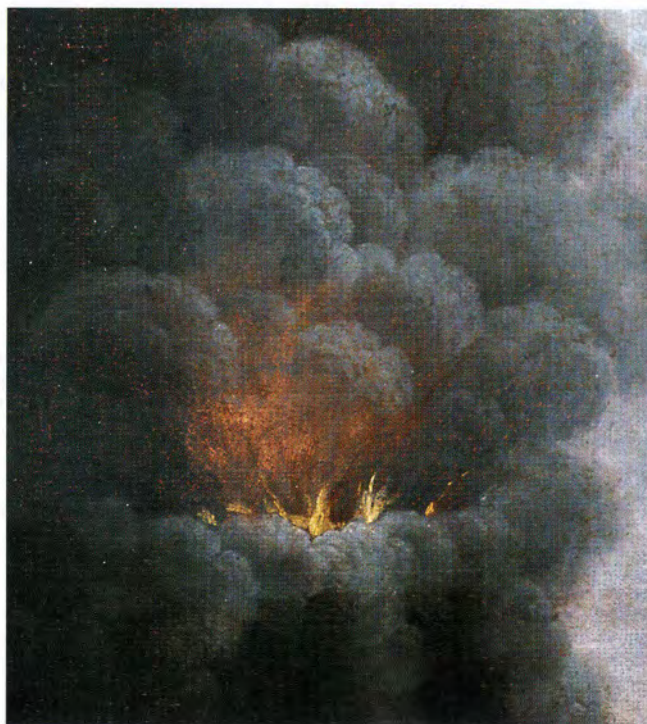


# Mons Vesuvius

Storie di sfide e catastrofi tra paura e scienza

*a cura di Giuseppe Luongo*



STAGIONI D'ITALIA

*Si ringraziano*

Regione Campania  
Società Autostrade Meridionali spa  
Le Amministrazione Comunali di Ercolano, Torre del Greco, S. Sebastiano.  
Amministrazione Provinciale di Napoli  
Biblioteca Nazionale di Napoli  
Museo Archeologico Nazionale di Napoli  
Soprintendenza ai Beni Ambientali ed Architettonici di Napoli  
Soprintendenza Archivistica per la Campania  
Soprintendenza Archeologica di Pompei e Ercolano  
Università degli studi "Federico II"  
Istituto Universitario Suor Orsola Benincasa  
Osservatorio Vesuviano  
Parco Nazionale del Vesuvio  
Ente per le Ville Vesuviane  
Banca di Credito Popolare, Torre del Greco  
Uberto Bowinkel, Napoli  
Kirishima – Yaku National Park, Kagoshima, Giappone  
La Cité des Sciences et de L'Industrie, La Villette, Parigi  
British Museum, Londra  
Museo dei ghiacciai di Fjaerland, Norvegia  
National Air and Space Museum, Smithsonian Institution, Washington, USA  
Hawaii Volcanoes National Park, USA

*Referenze fotografiche:*

G. Avallone, F. Biasco, A. Biasiucci, M. di Vito, D. Fiorentino, N. Flora, S. Granata, R. Jandoli, S. Ranieri, L. Romano, B. Siebert, T. Solvag, M. Velo, Archivio fotografico Casa editrice Fiorentino

Coordinamento editoriale  
Francesco Obrizzo

© Stagioni d'Italia  
Casa editrice Fausto Fiorentino  
Napoli, Calata Trinità Maggiore 4

*In copertina:*

Eruzione del 1631, Claude Lorrain (Coll. Banca di Credito Popolare-Torre del Greco).

# Vesuvio: un progetto per la riduzione del rischio vulcanico

Flavio Dobran, Giuseppe Luongo



## *Il rischio*

Il rischio vulcanico quantifica la perdita di vite, beni e capacità produttive in un'area vulcanica per la possibile ripresa dell'attività eruttiva [1]. Il rischio, quindi, è condizionato dallo sviluppo degli insediamenti, dalla frequenza delle eruzioni e dalla loro tipologia. In generale si registra una correlazione inversa tra crescita della popolazione e frequenza delle eruzioni, un equilibrio tra i fattori che concorrono al rischio per conservarlo stazionario. Questo equilibrio, tutto interno all'area a rischio, è rotto di tanto in tanto da flussi migratori prodotti da esigenze e spinte molteplici che si modificano profondamente nel corso del tempo.

Questo fenomeno è molto chiaro al Vesuvio. Quando il vulcano ha avuto un'attività persistente, tra il 1631 e il 1944, i centri abitati – nonostante le profonde modifiche sociali, econo-

miche e politiche avvenute in quei secoli – hanno contenuto la loro espansione tenendosi sempre a debita distanza dal cratere, mentre nell'attuale fase di quiescenza in poche decine di anni si è realizzato un vero e proprio assalto al Vesuvio con il raddoppio dei residenti. Le cause di questo sviluppo abnorme devono ricercarsi in una generale crescita demografica del paese e in una politica di speculazione edilizia selvaggia che ha fatto crescere a dismisura l'offerta di abitazioni superando di larga misura la domanda locale, attirando un flusso migratorio di incredibile portata dalla vicina città di Napoli. Queste scelte preparano il territorio ad una catastrofe economica, sociale e culturale che sarà pagata dalle generazioni future. Perché questo non abbia a verificarsi è necessario che le autorità e gli scienziati impegnati nella sicurezza pubblica diano alle loro azioni obiettivi sociali, finalizzandoli alle necessità di quanti vivono o lavorano

nell'area esposta al rischio di un'eruzione catastrofica, i cui confini sono ben al di là dell'area vesuviana. Tale compito è reso arduo da alcuni elementi sfavorevoli, quali: (1) La progressiva ed inesorabile perdita di memoria storica nei residenti dell'area vesuviana, per il lungo periodo di riposo del Vesuvio iniziato nel 1944. Questi, persa la conoscenza acquisita dalla tradizione e dall'esperienza delle generazioni che li hanno preceduti, non sono preparati ad affrontare un'eruzione catastrofica e, temendo di essere sorpresi dall'eruzione, potrebbero scegliere soluzioni dalle quali forse subirebbero danni sociali e psicologici anche più gravi dei danni prodotti direttamente dall'eruzione; (2) La difficile attuazione di un progetto di educazione al rischio destinato ad una popolazione priva di un'esperienza diretta delle manifestazioni eruttive; (3) L'impossibilità di un'esatta previsione di un'eruzione, per l'inadeguato livello di conoscenza quantitativo dei processi vulcanici e come è dimostrato da perdite dolorose per il verificarsi di parossismi imprevisi.

### *Storia eruttiva*

Una valutazione realistica del livello di pericolosità di un vulcano può ottenersi solo da una dettagliata conoscenza della sua storia eruttiva. A questa concorrono sia i dati geologici che la documentazione storica relativa alla descrizione degli eventi più recenti. In particolare assumono grande importanza le ricostruzioni dettagliate delle grandi eruzioni storiche. Per il Vesuvio esistono le condizioni più favorevoli per ricostruire una delle più attendibili storie eruttive, in quanto è disponibile una ricca documentazione scritta per gli ultimi 2000 anni [cfr. contributi in questo volume].

La nascita del Vesuvio è associata ai processi tettonici prodotti dall'apertura ed espansione del Tirreno ed alla rotazione antioraria della penisola italiana. Attraverso le fratture e le faglie generatesi nella crosta, lungo il margine tirrenico, cospicue masse magmatiche dal Mantello sono risalite fino in superficie, dando origine al vulcanismo dell'area napoletana.

L'inizio dell'attività eruttiva al Vesuvio è incerto. Il prodotto più antico, rinvenuto in una perforazione a 1200 metri di profondità, ha un'età

di circa 300.000 anni, mentre i prodotti affioranti più antichi non superano l'età di 25.000 anni. La storia eruttiva del Vesuvio, per la parte più antica, è stata ricostruita mediante il metodo stratigrafico, che consente di determinare l'età relativa delle eruzioni attraverso l'analisi dei rapporti geometrici dei prodotti emessi dal vulcano, e l'età radiometrica dei prodotti vulcanici e dei paleosuoli che si intercalano tra gli strati ad indicare lunghi periodi di quiescenza o di attività ridotta del vulcano. La storia più recente, a partire dall'eruzione del 79 d.C., è stata ricostruita anche con il prezioso contributo delle descrizioni degli eventi, in special modo di quelli succedutisi dal 1631 al 1944. Le eruzioni al Vesuvio sono caratterizzate sia da meccanismi effusivi che esplosivi. Il livello di esplosività e i volumi dei prodotti emessi possono variare considerevolmente; le eruzioni esplosive di grande scala sono indicate con il termine pliniane, mentre quelle di scala più ridotta sono indicate come subpliniane. L'ultima eruzione classificata pliniana è stata la famosa eruzione del 79 d.C. che distrusse Pompei, Ercolano, Oplonti, Stabiae e tanti altri centri minori dell'area vesuviana; mentre l'ultima eruzione subpliniana è quella del 1631 che apre il ciclo di attività più recente del Vesuvio, conclusosi con l'eruzione del 1944.

L'attuale configurazione del Vesuvio si è venuta formando negli ultimi 17.000 anni, quando si sarebbe prodotto il collasso della parte sommitale del vulcano e la formazione del recinto del Monte Somma. Da quel tempo si sono succedute almeno 6 eruzioni pliniane e probabilmente più numerose eruzioni subpliniane e periodi di attività persistente con effusioni laviche e attività stromboliana. L'eruzione pliniana meglio nota dopo quella del 79 d.C. è l'eruzione di Avellino, così indicata perché i prodotti di questa eruzione furono segnalati per la prima volta in provincia di Avellino. Si tratta di un'eruzione avvenuta circa 3700 anni fa investendo insediamenti dell'età del bronzo.

L'attività medioevale del Vesuvio non è ben nota. Dopo l'eruzione subpliniana del 472, il Vesuvio fu attivo fino al XII secolo con eventi significativi negli anni 685, 787, 1036, 1139 ben documentati dalle fonti; non manca attività nel corso del X secolo, tuttavia non sono disponibili fonti che consentono di datare gli eventi con precisione. Segue un lungo periodo in cui



Fig. 1 - Vesuvio. Il "Pennacchio" del 10 Aprile 1906.

non sono segnalati eventi eruttivi significativi fino al 1631 quando l'attività riprende con una eruzione subpliniana che produce gravi danni nel settore meridionale del vulcano e perdite di vite umane. In seguito l'attività al Vesuvio diviene persistente sino al 1944. Dal 1631 al 1944 si succedono 18 periodi di attività di piccola e media scala; le eruzioni si sviluppano sia dalla bocca terminale che da bocche laterali. Tra queste ultime si possono ricordare le eruzioni del 1794 e 1861 che distrussero la città di Torre del Greco. La più grande eruzione di questo secolo è stata quella dell'Aprile 1906 (Fig. 1) che produsse danni e vittime sul versante settentrionale del vulcano per l'accumulo dei prodotti da caduta, e danni sul versante meridionale per azione di flussi lavici che si spinsero fino alle porte di Torre Annunziata. Dall'ultima eruzione del 1944, che distrusse la cittadina di San Sebastiano al Vesuvio, si è sviluppato il più lungo periodo di inattività del Vesuvio in tempi recenti.

### *La previsione dell'eruzione*

La previsione consiste nella deduzione di stati di cose ignoti sulla base di descrizioni di stati di cose noti e di osservazioni generali che sono ritenute leggi scientifiche o che constatano il verificarsi di determinate regolarità che connettono gli stati di cose passati e futuri dei sistemi esaminati [2].

In vulcanologia manca ancora una struttura teorica matura che consente di procedere ad una previsione attendibile dei futuri eventi eruttivi e del loro meccanismo. Così le interpretazioni devono ancorarsi al dato dell'osservazione. Per i vulcanologi il dato è la storia del vulcano ed i fenomeni premonitori delle eruzioni. Sulla base di questi elementi e scegliendo il determinismo fisico, si procede alla previsione delle eruzioni che possono essere indicate di lungo termine e di breve termine a seconda che i dati utilizzati siano quelli della storia eruttiva o quelli acquisiti con le reti di monitoraggio nelle fasi preeruttive. Entrambe le previsioni hanno alla base un modello del funzionamento del vulcano molto semplicistico.

Nella definizione del modello per la previsione a lungo termine prevale il meccanismo di ricarica del sistema (risalita del magma da una

sorgente profonda in un serbatoio superficiale nella crosta), mentre per quella a breve termine prevalgono gli elementi conoscitivi associati all'interpretazione effetti-cause (gli effetti sono i fenomeni registrati in superficie, la causa di questi è la dinamica del magma in profondità). La conoscenza della frequenza eruttiva di un vulcano è fondamentale per la previsione dell'attività futura. Questa può cambiare in funzione di molte variabili, quali, ad esempio, il volume del magma, la variazione della sua composizione, la sua velocità di risalita; tutte variabili che dipendono dal meccanismo di trasferimento di energia termica al sistema, che a sua volta sarebbe condizionato dal regime tettonico. La previsione a lungo termine, nonostante la potenza dei metodi di calcolo utilizzati, è nella fase iniziale [3], sia per la mancanza di un modello di funzionamento del vulcano ben vincolato che per la disomogeneità dei dati utilizzati. Maggiori speranze sono riposte nella previsione a breve termine attraverso il monitoraggio dei fenomeni fisico-chimici che precedono l'evento eruttivo. L'ipotesi di base di un tale sistema prevede, nelle sue linee generali, l'azione di una massa magmatica a pochi chilometri di profondità. La variazione di alcuni parametri fisici e chimici del magma e la sua migrazione verso la superficie sarebbe rilevata da cambiamenti nell'attività sismica, nelle deformazioni del suolo, nei valori di gravità, dei parametri elettrici e magnetici, della temperatura delle fumarole e della concentrazione dei gas che giungono in superficie. Un incremento di pressione del magma, prodotto da un aumento di temperatura per risalita di fluidi caldi da zone profonde o dalla migrazione di masse verso la superficie, oppure da azioni tettoniche, si manifesta con un rigonfiamento del suolo. Questo processo può essere associato anche ad un incremento significativo della pressione dei gas liberati dal magma. Quando la deformazione delle rocce raggiunge il limite di rottura, si fratturano generando terremoti. Le fratture prodotte nelle rocce di copertura consentono alla massa magmatica di iniettarsi al loro interno e migrare verso l'alto. Questo processo è registrato da una modifica delle deformazioni delle rocce in superficie e dalla minore profondità degli ipocentri dei terremoti. Una volta che il magma invade le fratture prodotte per spinta, la zona precedentemente sismica diventa

silente perché nelle rocce a temperatura elevata non possono più verificarsi fratturazioni, ma solo deformazioni lente. L'evoluzione spaziale e temporale delle deformazioni e della sismicità consente quindi di seguire la migrazione delle masse magmatiche verso la superficie fino a quando queste emergono attraverso una bocca eruttiva o una nuova frattura. Se il magma muta la sua posizione nel corso del tempo non solo cambiano le deformazioni in superficie e la distribuzione degli ipocentri dei sismi, ma anche i valori della gravità e del campo elettromagnetico, della temperatura e composizione delle fumarole.

Il modello deterministico descritto è universalmente utilizzato nei sistemi di sorveglianza dei vulcani attivi per la previsione delle eruzioni. Purtroppo gli stessi fenomeni osservati in superficie possono essere prodotti da sorgenti nel sottosuolo diverse, pertanto il futuro di un sistema come quello descritto non sarebbe in alcun modo univocamente prevedibile. Chi deve effettuare il pronostico potrebbe tutt'al più dire quali delle storie future del sistema sono possibili (erutta, non erutta, eruzione effusiva, eruzione esplosiva, ecc.) e – eventualmente – attribuire a ciascuna di queste una probabilità.

Se si esamina più a fondo quanto avviene negli ambienti scientifici impegnati nella previsione delle eruzioni, si scoprirà che alla fenomenologia vulcanica si applica il metodo riduzionista procedendo con qualche successo alla sua matematizzazione. Il vulcano è considerato una macchina da disassemblare nei suoi vari componenti, studiare e riassemblare. L'assemblaggio finale determina la conoscenza del sistema e quindi la sua totale prevedibilità. L'attività vulcanica non può essere completamente spiegata analizzando separatamente gli elementi che la determinano ed interpretando le loro proprietà senza tener in conto le interazioni che uniscono quegli elementi. Le singole manifestazioni nelle quali si decompone l'effetto globale dell'attività endogena sono modellate spesso in modo efficace ed elegante, talvolta rigoroso, ma da questa fase a quella successiva dell'interpretazione globale del fenomeno vi è un percorso irto di difficoltà. In verità il sistema vulcano mostra una complessità elevata ed è ancora lontana la rappresentazione completa del fenomeno con una solida teoria. L'esperienza e matematizzazione fisica dei fenomeni guideranno nella corretta

interpretazione dello stato attuale del sistema e nella previsione della sua evoluzione. In queste condizioni la previsione dell'eruzione potrà avere successo ma risulta elevata la probabilità che si produca un falso allarme. Allo stato attuale molti convengono che un'eruzione sarebbe preceduta da segnali premonitori, ma gli stessi ritengono che non sempre l'eruzione segue i segnali classificati come premonitori.

Il Piano Nazionale di Emergenza dell'Area Vesuviana è costruito su queste incertezze, ma all'opinione pubblica e alla popolazione esposta si comunica che la previsione dell'eruzione è certa e che questa avverrebbe in congruo anticipo sull'evento per un'ordinata evacuazione dell'area a rischio. In questo piano si rilevano molti punti deboli che non possono essere sottovalutati: lo scenario eruttivo di riferimento è costruito sulla base dei dati relativi all'eruzione del 1631, ritenuto l'evento massimo atteso nei prossimi venti anni ma l'attendibilità statistica di una tale previsione è molto debole, infatti qualsiasi altro tipo di eruzione potrebbe avere una probabilità simile con la stessa bassa attendibilità statistica. I fenomeni considerati precursori dell'eruzione del 1631 sono labili e contraddittori. Ci si potrebbe chiedere quanto differisca per intensità e frequenza la sismicità descritta nelle cronache del 1631 da quella che si è registrata al Vesuvio in questi anni.

Il percorso scelto dalle strutture di sorveglianza non può portare alla previsione dell'eruzione. Il problema non potrà essere risolto solo installando sui vulcani reti di monitoraggio più dense e più sofisticate – questo percorso è stato già intrapreso all'Etna da alcuni anni (cfr. Progetto Poseidon, Dip. Protezione Civile, Roma) senza che la conoscenza della dinamica del vulcano sia stata concretamente accresciuta – ma modificando il modo di studiare i vulcani. Il cambiamento si scontra con il rifiuto della comunità scientifica e dei decisori dei finanziamenti della ricerca ad abbandonare le ricerche descrittive per occuparsi dei vulcani come sistemi complessi, attraverso un approccio olistico. Purtroppo l'immagine della ricerca che ne esce dai mass-media è totalmente permeata di simboli positivisti, così sarà difficile che in tempi ragionevoli chi vive nell'area vesuviana ed in altre aree a rischio per l'azione di fenomeni naturali intensi, possa comprendere quali siano i reali termini scientifici della previsione.

Un'intensa urbanizzazione ed una pianificazione inadeguata del territorio hanno contribuito ad incrementare il rischio nell'area vesuviana. In particolare gli elementi che determinano il rischio sono: la densità abitativa che è tra le maggiori del mondo; lo sviluppo di importanti collegamenti ferroviari e stradali tra Nord e Sud lungo al costa; l'insufficienza, per un'area a rischio, delle vie di comunicazione e del sistema dei trasporti per la mobilità della popolazione; l'impreparazione della popolazione ad affrontare un evento vulcanico e che, per di più, ha perso la memoria storica degli eventi eruttivi del passato; la concentrazione nell'area di inestimabili risorse archeologiche e architettoniche; la scelta da parte degli amministratori locali, di delegare al governo centrale la gestione del rischio quando solo la comunità locale può dare risposte adeguate; la mancanza di un piano per ridurre il danno che potrebbe essere prodotto da future eruzioni; un piano di emergenza inadeguato proposto dai responsabili della Protezione Civile del governo centrale.

Una previsione accurata di un'eruzione non è ancora possibile per l'incompletezza della conoscenza del sistema vulcanico e l'incapacità di modellare adeguatamente questo sistema. Vulcani esplosivi come il Vesuvio hanno lunghi periodi di quiescenza che possono durare diversi secoli e i loro segni di risveglio non danno sufficienti informazioni per prevedere in tempo un'eruzione.

Se un vulcano è dotato di un adeguato sistema di monitoraggio è possibile predire la sua attività, da alcuni giorni a poche ore prima, attraverso lo studio dei fenomeni premonitori quali la sismicità, le deformazioni del suolo e l'emissione dei gas, come nel caso delle eruzioni del Mt. S. Helens nel 1980 e del Pinatubo nel 1991 [4,5]. Purtroppo l'interpretazione dei dati del monitoraggio non è univoca sia perché non è facile separare i segnali premonitori da quelli associati a processi tettonici di carattere più generale e sia perché il comportamento del vulcano può non essere lo stesso delle passate eruzioni.

Non è, infine, da escludere che per la mancanza di segnali significativi da parte del vulca-

no l'allarme possa essere lanciato poco prima che avvenga l'eruzione. Per il Vesuvio questo margine è molto stretto perché l'evacuazione di centinaia di migliaia di persone non educate al rischio possa avvenire in così breve tempo da un'area densamente popolata senza che si diffonda il panico [6].

#### *Limiti del Piano Nazionale di Emergenza dell'Area Vesuviana*

L'attuale Piano di Emergenza per l'area Vesuviana dà per scontato che un'eruzione del Vesuvio sarà prevista con almeno due settimane di anticipo e che una settimana prima dell'eruzione circa 700.000 persone potranno essere evacuate dall'area e distribuite nelle diverse Regioni del paese [6]. Il Piano tende a gestire e non a prevenire una catastrofe nell'area vesuviana e si mostra debole su base scientifica, ingegneristica, socio-politica ed economica. Il Piano è scientificamente inattendibile perché la scelta dell'evento vulcanico futuro più probabile e di quello massimo atteso non sono giustificate in alcun modo; i dati registrati dal sistema di monitoraggio del vulcano – non elaborati – non sono resi disponibili alla comunità scientifica internazionale, e ciò preclude una corretta valutazione scientifica della soglia utilizzata per i diversi livelli di allarme e per l'ordine di evacuazione; il Piano non indica chi sarà in grado di prevedere l'eruzione con almeno due settimane di anticipo. L'attendibilità ingegneristica del Piano è tutta da provare in quanto non sono stati analizzati il funzionamento del sistema di comunicazione e i trasporti prima e durante una crisi vulcanica, come il flusso del traffico, la distribuzione dell'energia elettrica, le comunicazioni telefoniche, i distributori di carburante, il movimento dei veicoli lungo le vie di fuga, le ferrovie, ecc.; le modalità di uscita dalle città (chi partirà per primo); gli effetti dei terremoti che potrebbero produrre crolli, bloccando le vie di fuga. L'attendibilità socio-politica del Piano non trova alcun riscontro nell'elaborato ufficiale, infatti non sono stati valutati gli effetti politici locali e nazionali, la distruzione della cultura vesuviana, la speculazione selvaggia del territorio, prodotti dall'evacuazione delle popolazioni vesuviane in zone lontane; manca per di più una consulta-



zione della popolazione, in merito all'evacuazione, dalla quale potrebbe emergere la scelta di rimanere nell'area o comunque di ritornarvi al più presto possibile.

L'attendibilità economica del Piano non è stata calcolata; mancano infatti le valutazioni dei costi: di un falso allarme (almeno 2000 miliardi); per l'evacuazione ed il rientro della popolazione; per proteggere l'area durante e dopo l'evacuazione; per evitare lo sciacallaggio e la speculazione; per mantenere i centri di controllo di protezione civile sul territorio; dell'ospitalità della popolazione evacuata; per rendere il Piano attendibile quando i suoi proponenti smetteranno di rifiutarsi di discuterlo ad incontri scientifici e pubblici. Gli amministratori locali hanno lasciato al governo centrale il compito della riduzione del rischio nell'area vesuviana, ma questo non è stato ancora in grado di rendere operativo un progetto per una seria riduzione del rischio per le future eruzioni del Vesuvio.

Le scelte tecniche del Piano sono dettate da un gruppo di scienziati che hanno gestito negli ultimi 20 anni il rischio vulcanico nell'area vesuviana e che tende a conservare il monopolio su questa delicata problematica impedendo tutte le iniziative che non provengono dal vertice di questo gruppo.

Considerando che le centinaia di migliaia di persone a rischio nell'area vesuviana sono molto scettiche per qualsiasi piano territoriale proposto, è essenziale che un piano per la riduzione del rischio vulcanico sia innanzitutto ampiamente dibattuto dagli scienziati e dalla popolazione prima di essere reso operativo sul territorio. Un Piano di emergenza per l'area vesuviana dovrebbe essere basato sull'integrazione di sistemi interdisciplinari e non può essere lasciato in balia degli interessi di gruppi il cui obiettivo primario non collima con gli interessi di centinaia di migliaia di persone nell'area.

Non è difficile prevedere quale catastrofe potrebbe produrre un'eruzione del Vesuvio di grande intensità sia nell'area vesuviana che nella vicina città di Napoli e come i suoi effetti si risentirebbero in tutto il paese. I danni attesi potrebbero superare quelli prodotti dalle eruzioni del 79 d.C. e 1631 quando nell'area vesuviana furono distrutte intere città. L'impatto dell'evento sulle strutture socio-economiche potrà raggiungere livelli mai registrati per un'eru-

zione vulcanica a causa delle dimensioni del territorio a rischio, del numero di abitanti che possono essere investiti dal fenomeno e della concentrazione di risorse umane e produttive sul territorio. Oggi un'eruzione di grande intensità interesserebbe un territorio molto più vasto di quello intorno al Vesuvio, coinvolgendo almeno 3.000.000 di persone a causa del panico che si diffonderebbe tra la popolazione. Nello scenario descritto non può essere trascurato la possibilità del mancato allarme per l'evacuazione, determinato dalla scarsa attendibilità dei segnali precursori e dalla necessità che non siano dilapidate risorse economiche della collettività con un falso allarme.

L'analisi dello stato dell'arte sulla previsione delle eruzioni, delle caratteristiche dell'ambiente fisico e costruito del territorio vesuviano e delle condizioni socio-economiche della comunità locale, consente di costruire uno scenario dal quale emerge l'incapacità della struttura di Protezione Civile di predire in tempo un'eruzione esplosiva al Vesuvio e di evacuare in breve tempo centinaia di migliaia di persone non educate al rischio e che non vogliono lasciare le loro case; una diffusa tensione politica causata da un'evacuazione diaspora; costi elevati in caso di falso allarme; la possibilità che la cultura della popolazione dell'area vesuviana possa essere distrutta; l'insorgere di un fenomeno speculativo a causa dell'abbandono del territorio in seguito all'evacuazione. Sulla base di questo scenario dovrebbe essere chiara la necessità di abbandonare la gestione della catastrofe come unica possibile via per ridurre il rischio, come proposto dal Piano di Emergenza [6] e sostituirlo con un piano di prevenzione della catastrofe e sviluppo dell'area [7,8].

### *Il progetto Vesuvius 2000*

Il rischio vulcanico nell'area vesuviana può essere concretamente ridotto solo se le organizzazioni governative e non collaborano con la popolazione a rischio e se gli incentivi economici saranno finalizzati alla riorganizzazione delle attività produttive sul territorio. Questo obiettivo può essere raggiunto solo dopo seri studi scientifici, tecnologici, sociologici, educativi ed urbanistici. Ma prima che il programma di studi sia

completo è necessario avviare un serio dibattito culturale che coinvolga la popolazione dell'area. L'esperienza acquisita in questi anni di confronti accesi sulla sicurezza nell'area vesuviana mostra che molti vulcanologi, il governo centrale, gli amministratori locali ed i responsabili della Commissione Europea non hanno pienamente compreso il valore scientifico e pratico di un progetto finalizzato alla prevenzione di una catastrofe nell'area vesuviana e quanto sia importante che essi lo sostengano. L'obiettivo principale di una nazione civile dovrebbe essere quello della prevenzione delle catastrofi, ma è triste constatare che questo principio non è rispettato nel caso del Vesuvio e che circa l'80% della popolazione è tenuta nella completa ignoranza del rischio [9].

Vesuvius 2000 è un progetto per la prevenzione di una catastrofe nell'area vesuviana. Obiettivo centrale di tale progetto è la produzione di linee guida per la riduzione del rischio vulcanico nell'area vesuviana attraverso un intervento multidisciplinare che coinvolga vulcanologi, sismologi, geofisici, fisici, ingegneri, informatici, storici, urbanisti, sociologi, educatori, esperti in telecomunicazioni, economisti, ambientalisti, volontari della protezione civile e la popolazione esposta. In tal modo Vesuvius 2000 tende a creare alcune opzioni per la popolazione dell'area vesuviana, necessarie per decidere se vivere e lavorare sul territorio e per sapere come comportarsi in caso di risveglio del vulcano.

I principali obiettivi di Vesuvius 2000 sono: (1) realizzazione di modelli fisici ed informatici di futuri eventi vulcanici, al fine di studiarne gli effetti sulle infrastrutture e sulla popolazione dell'area vesuviana. Questi modelli verranno integrati in un Simulatore Vulcanico Globale [7,10] utilizzando i dati vulcanologici, geologici e geofisici attuali e delle eruzioni del passato per modellare fisicamente tutte le parti rilevanti del vulcano, quali il processo di accumulo di magma nella camera magmatica, il flusso del magma nel condotto vulcanico e l'interazione con le pareti del condotto e la dispersione dei gas e delle piroclastiti nell'atmosfera e lungo le pendici del vulcano; (2) analisi del comportamento della popolazione durante e dopo le eruzioni allo scopo di contribuire, insieme alla popolazione, allo sviluppo di un modello sociologico che consenta di prevedere il comportamento della popolazione

durante la prossima eruzione del Vesuvio; (3) sviluppo delle capacità di prevedere gli effetti socio-economici per diversi scenari eruttivi e per una nuova pianificazione urbanistica del territorio che preveda la riduzione della densità abitativa dalle zone a rischio dell'area vesuviana; (4) sviluppo di una metodologia per l'educazione al rischio vulcanico. L'educazione della popolazione al rischio è l'obiettivo più importante, in quanto le condizioni culturali, politiche ed economiche attuali non consentono di sviluppare un piano urbanistico finalizzato alla riduzione del rischio del territorio vesuviano.

Utilizzando i dati geologici e geofisici disponibili [11-13], sono stati realizzati alcuni modelli fisici della distribuzione di flussi piroclastici (flussi ad elevata densità di piroclastiti e gas) lungo le pendici del Vesuvio nella direzione del Mar Tirreno, sia in condizioni naturali che con l'intervento di barriere e movimenti di terra diretti a ritardare e a fermare i flussi di eruzioni di media e grande dimensione [7, 11, 19]. Queste simulazioni al computer (Fig. 2) sono state prodotte realizzando prima un modello fisico dell'ascesa del magma lungo il condotto per definire le condizioni delle piroclastiti e dei gas alla bocca del vulcano, e successivamente, utilizzando questi dati in un modello fisico della colonna eruttiva [14,15]. Questa densa miscela di materiale vulcanico, prodotta da eruzioni esplosive al Vesuvio di media e grande dimensione, non si solleva come la colonna pliniana, ma collassa da un'altezza di 2-3 Km dal cratere quando la spinta dei gas diventa insufficiente a sostenerla. Il collasso della colonna crea un flusso piroclastico con una temperatura di 1000 gradi centigradi che si muove lungo le pendici del vulcano ad una velocità di circa 100 Km/hr. Cinque minuti dopo il collasso della colonna prodotta da un'eruzione di grande dimensione (Fig. 2a), il flusso piroclastico raggiunge il mare, distante 7 Km dal cratere e sul versante opposto supera il Monte Somma alto più di 1000 m [12]. La pericolosità di questi flussi piroclastici può comunque essere ridotta in modo significativo, realizzando rotture di pendio e barriere in zone appropriate sulle pendici del vulcano. Le modifiche della topografia e le opere ingegneristiche hanno l'effetto di cambiare la direzione del flusso da radiale a verticale con la conseguente riduzione della sua forza distruttrice. La simulazione

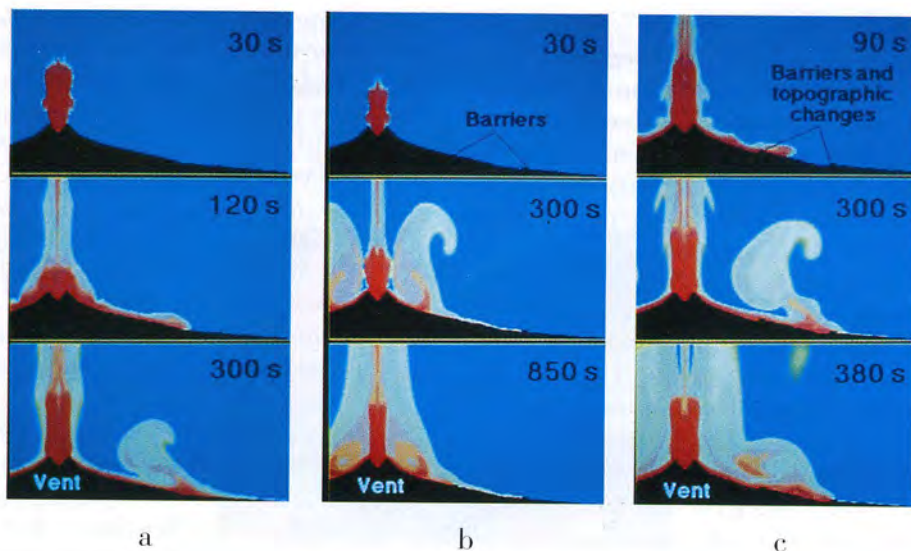


Fig. 2a/b/c - Distribuzione di materiale piroclastico in tempi diversi lungo le pendici del Vesuvio nella direzione del Mar Tirreno. (a) Collasso della colonna in un'eruzione di grandi dimensioni simile a quella della 79 d.C.: 30 s dopo l'esplosione la colonna raggiunge l'altezza di 3 Km al disopra del cratere; a 120 s si osserva la propagazione del flusso piroclastico, i collassi parziali della colonna che alimentano il flusso e la formazione della colonna fenice nella rottura del pendio; dopo 300 s il flusso piroclastico raggiunge il mare distante 7 Km dal cratere. Questo meccanismo ha una grande forza distruttiva. (b) Effetti della propagazione dei flussi piroclastici prodotti da un'eruzione di media dimensione come quella subpliniana del 1631, con la presenza di barriere alte 30 m poste a 2.5 e 4.5 km dal cratere.

I flussi piroclastici di tale eruzione potrebbero raggiungere il mare in 10 minuti [12], ma le barriere li arrestano a 4-5 Km dal cratere [7, 19]. (c) Effetti della propagazione dei flussi piroclastici prodotti dal collasso della colonna pliniana di un'eruzione simile a quella del 79 d.C., con barriere alte 30 m e cambiamenti topografici a 2.5 e 4.5 Km dal cratere. Una combinazione di tali opere ingegneristiche integrate nel paesaggio come parchi urbani ed aree a verde attrezzato lungo le pendici del vulcano può essere utilizzata efficacemente per evitare un'evacuazione di massa o dare alla popolazione più tempo per allontanarsi dall'area a rischio. I colori rosso e blu indicano rispettivamente alta e bassa temperatura e concentrazione di materiale piroclastico.

(Fig. 2b) mostra che barriere di 30 m poste a 2.5 e 4.5 Km dalla bocca eruttiva del Vesuvio sono in grado di arrestare, alla seconda barriera, un flusso piroclastico di un'eruzione di media dimensione e quindi di salvare centinaia di migliaia di persone che vivono lungo la fascia costiera. Per ottenere lo stesso risultato in caso di eruzione di grande dimensione è necessario che alle barriere si aggiungano anche le modifiche topografiche del pendio (Fig. 2c). Con queste misure, il flusso piroclastico, anziché raggiungere il mare in circa 5 minuti distruggendo tutto lungo il percorso, viene bloccato a monte dell'autostrada che dista circa 5 Km dal cratere. La

funzione delle barriere e delle modifiche topografiche previste dalla simulazione al calcolatore può essere svolta da movimenti di terra finalizzati alla realizzazione di parchi urbani e di zone a verde attrezzato. In tal modo senza stravolgere il territorio si realizzano strutture per proteggere le popolazioni a rischio o per fornire un maggiore margine per l'evacuazione.

I risultati ottenuti dalla simulazione senza l'introduzione delle barriere sono consistenti con i dati delle passate eruzioni del Vesuvio [10-13]. Una più estesa trattazione di simulazioni al calcolatore di eruzioni di media e grande dimensione con e senza barriere è disponibile in un video

dal titolo "Incontro con il Vesuvio". Questo video ha incontrato il favore di insegnanti, studenti e popolazione dell'area vesuviana, che hanno mostrato grande interesse ad essere informati sul rischio e a partecipare attivamente alla produzione di linee guida per la riduzione del rischio [9,16-18]. Nonostante ciò la popolazione dell'area vesuviana e la vulcanologia non sono stati fortunati in quanto: (1) gli amministratori locali e nazionali non sembrano comprendere cosa significhi ridurre il rischio vulcanico attraverso lo sviluppo del territorio; (2) La Commissione Europea non è stata in grado di valutare il valore scientifico e pratico di Vesuvius 2000 e fornire il necessario sostegno per iniziare a lavorare seriamente sugli obiettivi che non possono essere realizzati con le risorse nazionali; (3) i proponenti del Piano di Emergenza per l'Area Vesuviana non sono stati capaci di sostenere un progetto che avrebbe consentito di dimostrare l'attendibilità del piano di evacuazione.

La gestione del rischio vulcanico al Vesuvio ha una forte valenza socio-politica in quanto qualsiasi proposta o iniziativa volta alla riorganizzazione del territorio ed all'introduzione di nuovi metodi in vulcanologia finalizzati alla riduzione del rischio nelle aree densamente popolate, produce conflitti con quanti hanno gestito il territorio ed il rischio ed hanno consentito l'insorgere di insediamenti abusivi tenendo la popolazione nella totale ignoranza del rischio. Questa condizione unitamente al fatto che in Italia e a livello di Commissione Europea i fondi destinati alla riduzione del rischio vulcanico sono gestiti politicamente, porta all'amara conclusione che la popolazione dell'area vesuviana non ha alcuna possibilità di ricevere in un futuro prevedibile l'aiuto che le necessita.

## Bibliografia

- [1] Fournier D'Albe E.M. (1979). *Objectives of volcanic monitoring and prediction*. J. Geol. Soc. Lond., vol.136: 321-326.
- [2] Luongo G. (1995). *Cosa possiamo veramente predire per il Vesuvio? Paradigma diagnostico e sorveglianza vulcanica*. In: "Il mestiere di ricercatore" a cura di Costa P. & Luongo G.-Sebetia Ricerche: 43-83.
- [3] Dobran F. (1997). *Magma chamber dynamics and Vesuvius eruption forecasting*. Submitted. J.G.R.
- [4] Swanson D.A., Casadevall T.J., Dzurisin D., Malone S.D., Newall C.G. & Weaver C.S. (1983). *Predicting eruptions of Mount St.Helens, June 1980 through December 1982*, Science, vol. 221: 1369-1376.
- [5] *Pinatubo Volcano Observatory Team, Lessons from a major eruption: Mt.Pinatubo, Philippines*, Eos Transactions, American Geophysical Union 72, 545, 552-553, 555, 3 dicembre 1991.
- [6] *Pianificazione Nazionale d'Emergenza dell'Area Vesuviana*. Dipartimento della Protezione Civile, Settembre, Roma 1995.
- [7] Dobran F. (1994). *Cronaca di un'eruzione annunciata*. Sapere 11: 11-16.
- [8] Dobran F. (1994). *Preparing for future eruptions of Vesuvius*. GVES Newsletter 1/2, Global Volcanic and Environmental Systems Simulation, Roma, 11-16, Dicembre.
- [9] GVES Newsletter 2/2, Global Volcanic and Environmental Systems Simulation, Napoli, Ottobre, 1996.
- [10] Dobran F. (1993). *Global Volcanic Simulation of Vesuvius*. Giardini, Pisa.
- [11] Dobran F. (1994). *Prospects for the global volcanic simulation of Vesuvius*. Proc.Large Explosive Eruptions 112, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 33-41.
- [12] Dobran F., Neri A. & Todesco M. (1994). *Pyroclastic flow hazard at Vesuvius*. Nature 367 : 551-554.
- [13] Santacroce R. (Ed.) (1987). *Somma Vesuvius*. Quaderni CNR, 114, Roma.
- [14] Dobran F., Neri A. & Macedonio G. (1993). *Numerical simulation of collapsing volcanic columns*. J.Geophys. Res., 98 :4231-4259.
- [15] Dobran F. (1991). *COLUMN A computer program for the analysis of two-dimensional and transient gas-pyroclasts mixtures in the atmosphere*. SYNTEC, New York.
- [16] Dobran F. & Luongo G. (1995). *Vesuvius 2000 : Project Summary and field Work*. Global Volcanic and Environmental Systems Simulation, Roma.
- [17] Dobran F. (1995). *Vesuvius 2000*. GVES Newsletter 2/1, Global Volcanic and Environmental Simulation, Napoli, Dicembre.
- [18] Dobran F. (1996). *The Making of a Catastrophe*. Internet, <http://idt.net/~dobran>.
- [19] Dobran F. (1996). *Vesuvius 2000: Riduzione del rischio vulcanico nell'area vesuviana tramite educazione e simulazioni di scenari eruttivi, socio-economici e sistemi urbani*. Convegno Internazionale di Protezione Civile, Napoli, 11-13 ottobre, 1996.