

Le Clamoroze Sorprese dell'Etna: le più recenti Scoperte dei Vulcanologi

di [Ignazio Burgio](#)

(tratto dal sito dell'[Autore](#))

Il fianco orientale dell'Etna sta scivolando verso il Mar Jonio, spinto dal peso delle sue masse rocciose e dalla pressione del magma al suo interno: questo in poche parole quanto hanno accertato in questi ultimi anni i vulcanologi tramite sofisticate strumentazioni e nuovi metodi di indagine. Le conseguenze immediate di un tale imponente slittamento sono i frequenti terremoti che coinvolgono le persone e gli edifici che risiedono lungo i pendii del vulcano. Ma un domani l'intero fianco dell'Etna potrebbe crollare come già accaduto 8000 anni fa, allorché, probabilmente in conseguenza di una forte eruzione, 35 Km cubi di materiale vulcanico finirono in mare scatenando uno tsunami così potente da devastare le coste dell'intero Mediterraneo Orientale. I vulcanologi tuttavia hanno scoperto ancora altre novità altrettanto inquietanti, ad esempio sulla natura delle attuali eruzioni, e sulla stretta correlazione tra queste ed i terremoti più vasti che coinvolgono episodicamente vaste aree geografiche della Sicilia Orientale.

Si pensi ad una torta composta da diversi strati di pandispagna sopra un precario strato-base di crema, divisa in porzioni, alcune delle quali leggermente inclinate, tenuta in mano da un bambino il quale per gioco si diverte a vederla sobbalzare e tremare. L'immagine giocosa diventa certamente meno divertente se si pensa che grossomodo il nostro vulcano può essere paragonato, per struttura e geodinamica, proprio a questa torta. Quello che agli occhi di catanesi e turisti può sembrare un solidissimo e monolitico cono di lava dura come l'acciaio, è in realtà un sistema di strati geologici sovrapposti e disomogenei, a loro volta attraversati in senso trasversale – dalle quote più alte fino alla costa – da faglie più grandi ed altre più piccole, le quali rendono ancora più instabile vaste zone del vulcano non solo in occasione della spinta del magma e dei gas in risalita, ma anche per il semplice peso delle rocce sovrastanti. Questo è il quadro che è emerso in questi ultimi trent'anni dalle ricerche svolte dai ricercatori degli INGV di Catania, Palermo, Napoli e Pisa, con l'ausilio di strumentazioni sempre più sofisticate, di un monitoraggio sempre più stretto, e di nuove metodologie di ricerca, dalle simulazioni al computer, alle indagini tomografiche (vere e proprie TAC all'interno dell'Etna).

Da più di mezzo milione di anni a questa parte, il cono dell'Etna si è progressivamente innalzato su di una intersezione di faglie che proprio al di sotto del vulcano si incrociano, permettendo così sin da tempi remoti la fuoriuscita del magma profondo e la costruzione dell'edificio vulcanico. La zolla continentale africana scorre infatti al disotto di quella euro-asiatica lungo una linea di faglia che taglia in due longitudinalmente tutta la Sicilia, ma proprio alla base dell'Etna viene intersecata dalla faglia Ibleo-maltese che taglia la Sicilia Orientale lungo una direzione nord-sud, dalle Isole Eolie fino alle coste ragusane. A ciò si aggiunge un'ulteriore faglia (Messina-Fiumefreddo) che dalla zona dello Stretto di Messina giunge fin sotto il nostro vulcano. Da queste fratture multiple nella crosta siciliana le lave fuoriuscite nel corso delle ere geologiche si sono sovrapposte su di una base geologica preesistente costituita da sedimenti argillosi, dunque materiali già di per sé

poco stabili che a forma anch'esse di cono o collinetta costituiscono quasi l'ossatura interna dell'Etna. La "sommità" di questa "anima geologica" al disotto della parte centrale del vulcano raggiunge infatti i 1300 metri di altezza, e sulle sue pendici inclinate poggiano i rimanenti 2000 metri di sovrastanti strati lavici: per di più mentre i sedimenti argillosi del versante occidentale hanno una natura quarzarenitico-cristallina, e dunque sono più stabili, quelli del versante orientale presentano caratteristiche più limose e friabili, quindi più instabili.

Come molti già sanno, il nostro vulcano ha attraverso diverse fasi geologiche in queste ultime centinaia di migliaia di anni: la fase delle prime **eruzioni tholeitiche basali** a livello del mare, da 500.000 a 220.000 anni fa, rappresentate ancora oggi dal basamento su cui poggia il vicino castello di Aci; la fase delle **Timpe**, da 220.000 a 130.000 anni fa a cui appartengono le scarpate rocciose del litorale di **Acireale**; la fase del primo edificio vulcanico vero e proprio nella **Valle del Bove**, il cosiddetto **Trifoglietto** da 130.000 a 60.000 anni fa; la fase del vulcano **Ellittico** terminata dopo un'intensa attività esplosiva 15.000 anni fa; ed infine la fase dell'attuale cono vulcanico, il cosiddetto **Mongibello**. Tutte queste fasi hanno generato una molteplicità di strati geologici sovrapposti, lo studio dei quali non è mai stato facile con i metodi di ricerca tradizionali, anche perché com'è intuibile questi strati non sono omogenei all'interno dell'Etna, ma caoticamente disposti, in senso orizzontale e verticale, in funzione della casualità delle eruzioni. Soltanto in questi ultimi decenni con l'ausilio di nuove strumentazioni e nuove tecniche di indagine - come si è già detto - la struttura interna del vulcano è stata finalmente chiarita in maniera sufficiente a dare conto anche della sua complessa geodinamica. Ciò che hanno potuto osservare in primo luogo i vulcanologi è la natura anomala della parete orientale dell'Etna, la quale è delimitata dalla **Faglia Pernicana** a nord e dal Sistema di **Faglie di Ragalna** (o, secondo alcuni ricercatori, dalla Faglia Mascalucia-Trecastagni) verso sud, cosa che la rende una sorta di "porzione a se stante" dal resto dell'edificio vulcanico. Ad una profondità all'incirca di 1,5 km dalla superficie orientale dell'Etna, il sottostante basamento argilloso su cui poggiano i sovrastanti strati lavici di questa parete risulta infatti inclinato di 12 gradi in direzione Est-Sud-Est, e questo può iniziare a spiegare parzialmente il motivo per cui questa intera porzione orientale dell'Etna soffre di un lentissimo e costante scivolamento verso il Mar Jonio. Tale dinamica ha una velocità media pari a 3,3 cm l'anno, anche se in un tratto della Faglia Pernicana, in località **Rocca Campana**, si è arrivati a misurare una velocità massima di 6,1 cm l'anno. Essa anche se può provocare frane è tuttavia priva di fenomeni sismici (tanto da essere denominata in termini vulcanologici "creep", o movimento silenzioso), e viene causata semplicemente dal peso delle masse rocciose sovrastanti. Il movimento tuttavia non è né lineare né omogeneo poiché risulta condizionato localmente da fattori quali l'orientamento dei singoli segmenti delle faglie principali e dallo spessore variabile dello strato lavico di copertura, elementi questi che ne determinano direzione e velocità (cfr. **Azzaro R., Mattia M., Puglisi G.** - *Creep e cinematica del segmento orientale della Faglia Pernicana (Monte Etna): integrazione di dati geodetici e strutturali*; **Bonforte A., Branca S., Palano M.** - *Transpressive kinematics in volcanic active areas: the case of the Pernicana Fault System (Mount Etna, Italy), inferred through geological and geodetic data*; **Foresta Martin F.** - *L'Etna sta scivolando verso il mare*).

Anche l'assetto idrogeologico - che nel versante orientale è più ricco - ha un ruolo importante in questo lentissimo movimento franoso. Mentre infatti gli strati lavici di copertura assorbono rapidamente l'acqua, il sottostante sedimento argilloso è invece impermeabile. Per mezzo di indagini elettriche e magnetotelluriche nel 2006, i ricercatori hanno potuto accertare appunto la presenza di acque di scorrimento negli strati profondi

della Faglia Pernicana. Questo significa che le falde acquifere all'interno del vulcano scorrono tra lo strato lavico e quello argilloso, rendendo quest'ultimo viscido e sdruciolevole, e favorendo quindi il movimento franoso del fianco laterale. (cfr. **Balasco M. e altri** - *Indagini elettriche e magnetotelluriche nell'area del sistema della Faglia Pernicana (SFP)*).

In più poiché l'orientamento della base argillosa inclinata non è esattamente verso Est, ma verso Est-Sud-Est, e le faglie principali e secondarie hanno orientamento e dinamica complessi, ecco che, per il gioco delle forze, l'intero fianco orientale subisce anche una sorta di lieve "rotazione" verso Sud-Est (cfr. **Bonforte A., Puglisi G.** - *Dynamics of the eastern flank of Mt. Etna volcano (Italy) investigated by a dense GPS network*; **Neri M., Guglielmino F., Rust D.** - *Flank instability on Mount Etna: Radon, radar interferometry, and geodetic data from the southwestern boundary of the unstable sector.*)

L'Etna tuttavia non è solo una massa montuosa ma è soprattutto un vulcano attivo, e la sua frequente attività eruttiva non manca di dare il suo energico contributo a tutti questi movimenti geologici, come hanno scoperto i vulcanologi. Normalmente infatti in qualsiasi vulcano nel corso di una eruzione i gas ed il magma in risalita premono sulle pareti del condotto vulcanico provocando di conseguenza un leggero "rigonfiamento" del cono (misurabile naturalmente solo dalle strumentazioni). Anche sull'Etna nel corso di ogni eruzione le pareti di ogni versante sono sottoposte ad un certo rigonfiamento; tutte tranne la parete orientale. Essendo infatti come una porzione autonoma tagliata dalle faglie, questa non riesce ad avere la medesima solidità ed elasticità delle altre, e dunque non riesce a contenere più di tanto la pressione dei gas e del magma in risalita. In tal modo risulta accelerato il fenomeno di distacco e scivolamento verso il mare di questo lato del vulcano (per un'area complessiva di 700 Km²), con una velocità misurata dai ricercatori anche di 2 cm al giorno per tutto il periodo delle eruzioni. A riprova di questo fenomeno i vulcanologi dell'Ingv di Palermo nel corso di ogni evento eruttivo hanno riscontrato un correlato aumento delle emissioni di gas Radon e Anidride Carbonica dalle faglie coinvolte, in primo luogo dalla Faglia Pernicana. I ricercatori si sono anche resi conto che esiste un reciproco condizionamento tra movimenti del fianco orientale ed eruzioni: più il fianco si sposta più i magmi profondi risalgono più facilmente, e questi aumentando la pressione sulle pareti dell'Etna, sollecitano ancora di più lo scivolamento della parete orientale, facendo così ripartire il circolo vizioso. (cfr. **Walter R. T., Acocella V., Neri M., Amelung F.** - *Feedback processes between magmatic events and flank movement at Mount Etna (Italy) during the 2002–2003 eruption*; **Allard P., Behncke B., D'Amico S., Neri M., Gambino S.** - *Mount Etna 1993–2005: Anatomy of an evolving eruptive cycle*)

Gli effetti macroscopici di tutte queste potenti spinte delle forze geotermiche si risolvono soprattutto in una elevata e improvvisa sismicità del territorio orientale dell'Etna, di magnitudo anche superiore ai 4 gradi Richter, con frane nel terreno, apertura di crepe specialmente su strade e muri che attraversano la Faglia Pernicana, e rischi di danni alle abitazioni e alle persone. Una delle ultime eruzioni, quella del 2002-2003, è stata accompagnata ad esempio da vistose fratture lungo tutta la lunghezza della faglia e da spostamenti nel suolo anche dell'ordine di 2 metri. Ma già fin dai primi anni '80 e per almeno un decennio fino al 1992, le analisi effettuate nel corso delle maggiori eruzioni avevano mostrato ai vulcanologi che ogniqualvolta il magma cercava in quelle occasioni nuove vie di sbocco incuneandosi sotto il fianco del vulcano, riusciva a spostare vaste aree della parete orientale (Valle del Bove), anche di 5 o 6 metri, aumentando l'instabilità del ripido versante occidentale della Valle, e provocando preoccupazione circa il futuro

catastrofico collasso di quell'area. E' stato calcolato che in questi ultimi 17 anni il totale delle frane sismiche e non, hanno provocato danni e modificazioni al territorio naturale e umano pari a quello di un unico grande terremoto di magnitudo 5,7 (cfr. **Behncke B.** - *Morphologic features: The Valle del Bove*; **Obrizzo F., Pingue F., Troise C., De Natale G.** - *Coseismic displacements and creeping along the Pernicana fault (Etna, Italy) in the last 17 years : a detailed study of a tectonic structure on a volcano*).

A complicare ulteriormente la geodinamica dell'Etna, intervengono inoltre anche le numerose faglie più piccole presenti sempre sul fianco orientale ma alle basse quote, cioè in prossimità della costa (nella zona delle Timpe, dalle parti di Acireale). Queste non di meno dal momento che sezionano la parete est in ulteriori "microporzioni" (che i ricercatori definiscono come "annidate") finiscono con l'aumentare l'instabilità di quelle zone che sono purtroppo quelle maggiormente abitate e frequentate dal turismo stagionale. In particolare durante le eruzioni, come quella del 2002-2003, esse vengono "messe in moto", per un effetto a catena, dalla spinta più violenta che riceve l'intero fianco orientale, il quale, come è stato accertato in questi ultimi anni dai ricercatori, continua il suo lento "scivolamento" anche al di sotto del livello del mare, anche se fino ad ora non è stato possibile appurare quanto sia profondo. (cfr. **Bonforte A., Puglisi G.** - *Dynamics of the eastern flank of Mt. Etna volcano (Italy) investigated by a dense GPS network*; **Neri M., Acocella V., Behncke B.** - *The role of the Pernicana Fault System in the spreading of Mt. Etna (Italy) during the 2002-2003 eruption*).

E' sottinteso infine che le antiche faglie tettoniche al disotto del vulcano - i margini tra la zolla africana, la euro-asiatica, la Ibleo-maltese e la messinese - continuano poi il loro lento lavoro geologico, fornendo occasionalmente un'ulteriore fonte di sollecitazioni geosismiche e quindi di instabilità. Anzi ultimamente i ricercatori si sono resi conto che vi è una stretta correlazione non solo tra l'attività eruttiva dell'Etna ed i terremoti locali (che in genere precedono o accompagnano le eruzioni), ma anche con i terremoti più grandi che coinvolgono storicamente l'intera Sicilia Orientale: più lunghe e intense sono le eruzioni - e più magma viene espulso - più alta è la probabilità che avvenga successivamente un sisma proporzionalmente più forte. I serbatoi magmatici immediatamente al di sotto dell'Etna sono infatti a stretto contatto coi margini delle zolle tettoniche più grandi (la Africana e la Eurasiatica) e nel momento in cui si svuotano di lava si liberano anche della forza di pressione che tiene in equilibrio le stesse faglie. Più lava viene espulsa, più i serbatoi perdono pressione, e più le faglie si muovono generando terremoti proporzionalmente forti in tutta la Sicilia Orientale. (cfr. **Feuillet N., Cocco M., Musumeci C., Nostro C.** - *Stress interaction between seismic and volcanic activity at Mt Etna*).

Come si vede dunque l'Etna è un sistema naturale dalla struttura e dalla geodinamica molto complessa, per lo studio delle quali in questi ultimi decenni sono state adottate reti di strumenti e tecniche di misurazione che lo rendono uno dei vulcani più studiati e sorvegliati al mondo. Gli spostamenti delle faglie e della parete orientale - accompagnati o meno da eventi sismici - vengono attualmente misurati in primo luogo da una serie di reti di rilevatori con tecnologia EDM (Misuratori elettroottici di distanza), aventi una precisione dell'ordine di 5 mm per Km, ed ubicate tra i 1000 ed i 2500 m. di quota nei settori nord-orientali, sud-occidentali e meridionali dell'Etna. Per lo stesso fine ci si avvale anche della tecnologia GPS (Sistema di rilevamento satellitare) con una rete di oltre 90 capisaldi distribuiti lungo i fianchi dell'intero cono vulcanico, e raggruppati in reti più piccole. Sia nel caso della rete EDM come in quella GPS le misurazioni hanno in genere una frequenza annuale, tranne nel caso della Faglia Pernicana dove si acquisiscono ogni

quattro mesi data la sua elevata dinamicità. In occasione tuttavia delle eruzioni la frequenza di misurazione è ancora più stretta fino ad arrivare in alcune zone all'acquisizione continua dei dati. Questo è anche il caso di un'altra rete di rilevamento, quella delle 8 stazioni clinometriche in foro, che distribuite intorno al vulcano con l'asse piantato a 2,5 - 3 metri sul suolo, inviano dati via radio alla sede dell'INGV di Catania 48 volte al giorno, cioè ogni mezz'ora. Completano il quadro gli strumenti ed i metodi di indagine più tradizionali, ovvero stazioni sismografiche fisse e mobili, videocamere in chiaro e a rilevazione termica, strumentazioni geochimiche per l'analisi dei gas emessi, ecc. La massa eterogenea dei dati viene quindi elaborata dai programmi di simulazione al computer, anche con lo scopo primario di poter effettuare previsioni sempre più accurate circa i possibili rischi vulcanici e sismici e metterli a disposizione degli enti di protezione civile. I risultati più clamorosi raggiunti comunque tramite le simulazioni computerizzate in questi ultimi anni sono stati quelli relativi al crollo in mare di una parte del fianco orientale dell'Etna 8000 anni fa, con la genesi dell'attuale Valle del Bove e lo scatenamento di uno tsunami così potente da devastare le coste di tutto il Mediterraneo Orientale. I ricercatori dell'INGV di Pisa che si sono occupati della ricerca hanno cominciato a sondare i fondali del mare antistante il versante orientale del vulcano allo scopo di misurare esattamente la quantità di detriti - che si trovano ancora sul fondo - coinvolti nella frana. Una volta stabilito che essi ammontavano a 35 Km cubi hanno proseguito in laboratorio ricostruendone al computer gli effetti più verosimili, cioè uno tsunami con onde alte anche 40 metri presso le coste siciliane, insieme ad uno strascico di sedimenti smossi sui fondali di mezzo Mediterraneo, corrispondenti per intensità alla forza via via decrescente delle onde giganti. Confrontando la disposizione simulata dei sedimenti con quelli risultanti dai sondaggi reali effettuati sui fondali di tutto il Mediterraneo Orientale, i ricercatori hanno visto che ambedue combaciavano, e dunque che la simulazione era esatta.

Gli stessi ricercatori tramite l'analisi dei sedimenti marini hanno potuto effettuare altre interessanti osservazioni, un paio delle quali di ordine storico: lo tsunami etneo sarebbe stato responsabile sia dell'abbandono di una delle prime città costiere della storia, **Atlit-Yam**, le cui rovine ora giacciono sommerse vicino la costa israeliana; sia di molte delle tracce sottomarine che prima venivano attribuite alla violenta eruzione del vulcano di **Thera** (oggi **Santorini**) e al successivo tsunami, riaprendo così la questione su quale sia stata l'effettiva entità di quella catastrofe avvenuta intorno al 1640 a. C. Ma l'osservazione più interessante dal punto di vista puramente geologico ha riguardato l'esistenza di altre tracce - sempre fra i sedimenti nei fondali del Mediterraneo - di precedenti tsunami scatenati sempre dal nostro vulcano, prima di quello del 6000 a. C. Il quadro che si prospetta è dunque quello di una serie continua di crolli del fianco orientale dell'Etna che si ripetono nel corso dei millenni con ricorrenza periodica. (*cfr. M. T. Pareschi, E. Boschi, M. Favalli, F. Mazzarini - Lo Tsunami dimenticato; F. Foresta Martin - L'Etna causò un enorme tsunami 8000 anni fa*).

Dunque per il futuro sembra possibile - anche secondo l'opinione dei vulcanologi - un nuovo evento catastrofico sull'Etna e sul Mar Jonio, soprattutto alla luce della complessa geodinamica di distacco del fianco orientale che abbiamo già visto più sopra. Ovviamente è ancora impossibile poterne prevedere con una certa precisione la scadenza - decenni ? secoli ? millenni? - , e sapere se ed in che misura potrà essere preannunciato da fenomeni sismico-geologici evidenti e macroscopici: secondo alcuni ricercatori infatti il semplice silenzioso fenomeno di scivolamento - il "creep" - potrebbe essere sufficiente a provocare un inaspettato collasso in mare del fianco orientale dell'Etna. Ulteriori ricerche tuttavia

sono ancora in corso in questa direzione, volte soprattutto a definire meglio - e con l'elaborazione di modelli geologico-matematici sempre più adeguati - quali siano i reciproci condizionamenti tra i diversi fattori in gioco: faglie, creep del fianco est, attività magmatica ed eruttiva, pressione dei gas, terremoti locali e geografici, ecc. (cfr. **Puglisi G., Acocella V.** - *Hazards related to the flank dynamics at the Mt. Etna*).

I pericoli che potrebbe dare l'Etna in futuro non sono legati solo all'instabilità del fianco orientale, ma anche ad un mutamento nella natura stessa delle eruzioni. L'attività eruttiva predominante del vulcano in queste ultime migliaia di anni è stata di tipo **effusivo**, cioè caratterizzata da lave più fluide e poco viscosi, che rilasciando i gas frammisti al magma in maniera molto agevole ancor prima della fuoriuscita dai crateri, scorrono senza troppi ostacoli lungo i condotti interni. I rischi per lo più risiedono nei danni che le lave stesse possono arrecare alla natura e alle strutture civili scorrendo lungo i pendii. A partire dagli anni novanta, viceversa, a questo classico genere di eruzioni si stanno anche accompagnando sempre più spettacolari attività **esplosive**, i cui effetti più vistosi sono le nubi di cenere che ricadono sulle zone abitate dell'area etnea e che finendo anche alle alte quote, riescono a raggiungere anche aree distanti del Mediterraneo, costituendo tra l'altro anche un serio rischio per i motori degli aerei di linea. (cfr. **Colombo F.** - *Cenere vulcanica: un rischio per l'aviazione!*)

Secondo i ricercatori l'aumento dell'attività esplosiva potrebbe essere il segnale di un mutamento delle sorgenti di alimentazione dell'Etna. Il magma eruttato dal vulcano normalmente è sempre stato di origine profonda, proveniente cioè dal mantello fuso al disotto della crosta terrestre, ad una profondità di 30 Km, sostando verticalmente in almeno 3 diverse "camere magmatiche" (alla profondità rispettivamente di 13 km, 5 Km, ed in una direttamente alla base del vulcano) (cfr. **Agnesi V.** - *Vulcani attivi: l'Etna*).

Ultimamente tuttavia i vulcanologi hanno notato un mutamento nella composizione chimica delle lave eruttate, cosa che fa supporre che il magma stia cominciando a provenire anche dai margini di zolle tettoniche (ad esempio quella africana) compresse e fuse da quelle sovrastanti (euro-asiatica, ecc.). Poiché questo genere di magma durante la sua risalita rilascia meno facilmente i gas che contiene, questi ultimi erompono violentemente in prossimità del cratere, al diminuire della pressione, con tutti i potenziali pericoli che ne conseguono. Un segnale di questo mutamento potrebbe essere costituito anche dalla ricorrenza, a partire dal 1995, di un fenomeno che in passato era praticamente assente, e cioè la formazione di piccole nubi ardenti (piroclastiche) composte di ceneri e gas che ricadono a velocità molto elevata sui pendii in prossimità dei crateri alle alte quote. Le nubi piroclastiche sono tipiche delle eruzioni vulcaniche di natura esplosiva ed ovviamente costituiscono una ulteriore forma di pericolo per le persone. Anche se al momento quelle osservate sull'Etna sono troppo piccole e troppo lontane dai centri abitati, esse tuttavia potrebbero costituire un pericolo per i turisti, e secondo i vulcanologi si dovrebbe impedir loro di avvicinarsi troppo ai crateri nel corso delle eruzioni. (cfr. **Behncke B.** - *Hazards from pyroclastic density currents at Mt. Etna (Italy)*; **INGV** - *La sorgente di alimentazione dell'Etna sta cambiando*; **Studio INGV.** *Etna: resta un vulcano buono ma è cambiato*).

E' stato notato dai vulcanologi in questi ultimi anni anche un sensibile aumento della percentuale di vapore acqueo emesso durante le eruzioni, frammisto ai gas e alle ceneri, segno che una maggior quantità di acqua rispetto al passato riesce a raggiungere il magma tramite la permeabilità degli strati lavici. Le misurazioni effettuate sui gas e sulla temperatura del suolo nell'area etnea durante gli ultimi 3 anni hanno rivelato emissioni

anomale (principalmente di anidride carbonica e vapore acqueo) lungo alcune strutture tettoniche del vulcano anche durante i periodi fra un'eruzione e l'altra. Queste fanno supporre l'esistenza di costanti flussi idrotermali a livello superficiale, connessi con i principali condotti magmatici dell'Etna. In base allo stesso principio, ma all'inverso, i magmi rilasciano nelle acque di scorrimento notevoli quantità di anidride carbonica prima delle eruzioni, come dimostrano le misurazioni dei gas disciolti nelle falde acquifere prima delle eruzioni del 1991-93, del 1999, 2001 e 2006. Anche la pressione interna dell'Etna nelle fasi pre-eruttive potrebbe quindi aumentare a causa delle infiltrazioni di acqua (che diventando vapore aumenta di volume) prima di scaricarsi all'esterno sotto forma di eruzioni potenzialmente più violente e dar luogo anche alle temute nubi piroclastiche, come accaduto in maniera spettacolare in occasione dell'eruzione del novembre 2006. (cfr. **Bellomo, S., Brusca L., D'Alessandro W., Longo M.** - *Monitoraggio geochemico delle falde acquifere etnee*; **Alparone S., Andronico D, Giammanco S., Lodato L.** - *A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna (Sicily, Italy) before the 2001 and 2002-03 eruptions*; **Dellino P., Kyriakopoulos K.** - *Phreatomagmatic ash from the ongoing eruption of Etna reaching the Greek island of Cefalonia*).

Va da sé naturalmente che l'aumento della pressione interna ed il mutamento in senso più violento ed esplosivo delle eruzioni potrebbe fornire in futuro anche un ulteriore contributo - difficilmente quantificabile - alla "spinta" che riceve il traballante fianco orientale nel corso di ogni eruzione, concordando con quanto affermano unanimemente tutti i ricercatori che il sistema Etna è altamente instabile. Nella peggiore delle eventualità si potrebbe anche ipotizzare un tale indebolimento nella coesione della parete orientale, da poter cedere improvvisamente in conseguenza della pressione magmatica interna o di una potente eruzione esplosiva sullo stesso versante, come accaduto ad esempio secondo una simile dinamica al vulcano statunitense St. Helens, nella primavera del 1980.

Curiosamente, dai più recenti studi effettuati nella Valle del Bove e nella zona del **Chiancone**, sul litorale nord di Catania, sembra proprio sia stata questa la causa dell'enorme collasso laterale che 8000 anni fa diede origine al catastrofico tsunami nel Mediterraneo Orientale: potrebbe ripetersi di nuovo un domani? (cfr. **Calvari S., Groppelli G.** - *Relevance of the Chiancone volcanoclastic deposit in the recent history of Etna Volcano (Italy)*; **Behncke B.** - *Morphologic features: The Valle del Bove*).

Altro articolo sull'Etna: "L'ira del dio del mare": lo tsunami provocato dall'Etna 8000 anni fa e la città sommersa di Atlit-Yam.

[Home Page Storia e Società](#)

Bibliografia.

INGV, sez. di Catania - Evoluzione geologica del Monte Etna - in: www.ct.ingv.it

AA.VV. - Etna: il contesto geodinamico - in: www.Cataniaperte.com

Azzaro, R. - Faglie attive nell'area etnea - INGV - in: www.ct.ingv.it

Azzaro R., Mattia M., Puglisi G. - [Creep e cinematica del segmento orientale della Faglia Pernicana \(Monte Etna\): integrazione di dati geodetici e strutturali.](#) - GNGTS, Atti del 19° Convegno Nazionale.

Bonforte A., Branca S., Palano M. - Transpressive kinematics in volcanic active areas: the case of the Pernicana Fault System (Mount Etna, Italy), inferred through geological and geodetic data

Geophysical Researches Abstract, vol 8, 2006.

Rust D., Behncke B., Neri M., Ciocanel A. - [Nested zones of instability in the Mount Etna volcanic edifice, Italy](#) - Earth Prints 2005 - in: www.earth-prints.org

Balasco M. e altri - [Indagini elettriche e magnetotelluriche nell'area del sistema della Faglia Pernicana \(SFP\).](#) - GNGTS 2007.

Bonforte A., Puglisi G. - [Dynamics of the eastern flank of Mt. Etna volcano \(Italy\) investigated by a dense GPS network](#) - in: www.cosis.net - *(Alcuni passi significativi della sintesi dell'articolo meritano di essere riportati nella traduzione italiana: "...Dal tipo di deformazione del suolo, è possibile distinguere due settori differenti, che mostrano differenti caratteristiche di deformazione. La parte meridionale della rete mostra una distribuzione più uniforme del movimento verticale con una componente orizzontale verso ESE. Oltretutto, è stata riscontrata una velocità più alta fra il 1997 e il 1998, dovuta a tensioni aggiuntive indotte da una intrusione superficiale sul fianco di Nord-Ovest. Il modello che risulta dall'inversione dei dati delinea un largo piano di scivolamento al di sotto dell'intera parete orientale del vulcano con un basso angolo di inclinazione. I vettori di velocità previsti combaciano bene con quelli osservati, anche se le velocità misurate sono ancora un po' più alte di quelle attese alle stazioni ancora più basse. L'inclinazione verticale dei vettori di velocità misurati durante il periodo 1998-2001, gradualmente decresce da Ovest ad Est suggerendo una sorta di movimento rotatorio della parete sud-orientale, interrotto da alcuni vettori anomali sulla parte più bassa, che mostrano una velocità verticale più alta. Queste anomalie, essendo localizzate su di un settore delimitato dall'intersezione fra il principale sistema di faglia NNW-SSE e NE-SW e le vicine faglie delle Timpe, sono probabilmente dovute all'attività delle faglie verticali che tagliano la parte più bassa del versante orientale dell'Etna. Le stazioni posizionate sullo strapiombo e sulla scarpata del sistema di faglie delle Timpe sono soggette a simili dislocamenti orizzontali, il che significa che queste strutture si stanno muovendo verso est insieme alla parete che scivola; questo fenomeno suggerisce che le faglie delle Timpe sono probabilmente strutture di ordine secondario, rispetto alla superficie distaccata. Questi risultati dipingono un quadro strutturale del fianco orientale dell'Etna nel quale i bassi angoli di dislocazione possono essere considerati come un primo ordine approssimativo di un attuale piano listrico (= "incurvato") e la corrente parte attiva del sistema di faglie delle Timpe è confinata sopra la superficie distaccata...". Traduzione di I. Burgio).*

Neri M., Guglielmino F., Rust D. - [Flank instability on Mount Etna: Radon, radar interferometry, and geodetic data from the southwestern boundary of the unstable sector](#) -

Journal of Geophysical Researches, vol. 112, 2007.

Obrizzo F., Pingue F., Troise C., De Natale G. - [Coseismic displacements and creeping along the Pernicana fault \(Etna, Italy\) in the last 17 years : a detailed study of a tectonic structure on a volcano](#) - Journal of volcanology and geothermal research, 2007 INIST-CNRS.

F. Obrizzo, F. Pingue, C. Troise, and G. De Natale - [Ground displacements across the Pernicana Fault \(Mt. Etna, Italy\): a tectonic structure linked to volcanic activity](#) - Osservatorio Vesuviano-INGV, Naples, Italy - Geophysical Research Abstracts, Vol. 5, 11838, 2003 - in: www.cosis.net

Azzaro, R., Puglisi, G., Mattia, M. - [La frana di Presa \(Piedimonte Etneo\): origine e monitoraggio del fenomeno](#) - INGV sez. di Catania, in: www.ct.ingv.it (Contiene una documentazione, anche fotografica, dei movimenti della Faglia Pernicana).

Neri M., Acocella V., Behncke B. - [The role of the Pernicana Fault System in the spreading of Mt. Etna \(Italy\) during the 2002–2003 eruption](#) - Bulletin of Volcanology, vol. 66, luglio 2004 - in www.earth-prints.org

Feuillet N., Cocco M., Musumeci C., Nostro C. - [Stress interaction between seismic and volcanic activity at Mt Etna](#) - Earth Prints 2006 - in: www.earth-prints.org (*.. "Il confronto tra le sequenze eruttive e la sismicità storica rivela che i terremoti più vasti che hanno colpito la Sicilia Orientale sono avvenuti dopo lunghi periodi di attività nella zona dei crateri dell'Etna. Più grandi sono stati i volumi di lava eruttati, più forte il terremoto successivo. I terremoti più piccoli localizzati sul fianco orientale del vulcano avvengono durante i periodi di eruzione nella zona dei crateri. Facciamo notare che i livelli di sismicità sono ben correlati con i livelli di lava eruttata... Viceversa, le grosse eruzioni nella zona craterica incrementano fino a diverse decine di MPa la tensione di Coulomb lungo il sistema di faglia normale della Sicilia orientale e possono provocare terremoti. Dimostriamo che l'attività sismica delle faglie normali che tagliano il fianco orientale del vulcano è verosimilmente regolato dalle perturbazioni della tensione di Coulomb causato dallo svuotamento dei serbatoi magmatici superficiali durante le eruzioni laterali..."* - Traduzione di I. Burgio).

Allard P., Behncke B., D'Amico S., Neri M., Gambino S. - [Mount Etna 1993–2005: Anatomy of an evolving eruptive cycle](#) - in: www.earth-prints.org (*"...I dati vulcanologici, geofisici e geochimici forniscono i rapporti di causa-effetto e di condizionamento reciproco fra l'accumulo di magma al di sotto del vulcano, l'instabilità della parete, ed il passaggio dalla continua attività sommitale alle episodiche eruzioni laterali. In questo scenario, la crescita delle aree di deposito del magma ad una profondità di 3-5 Km al di sotto del livello del mare esercita una pressione contro quei settori della parete incline allo scivolamento, spingendoli a staccarsi dalla porzione stabile dell'edificio vulcanico. I dati geochimici indicano che il magma rimane depositato al disotto del vulcano, anche durante le fasi di intensa attività eruttiva, causando così un netto incremento volumetrico che è favorito dallo scivolamento laterale. L'instabilità può essere incrementata dall'energica risalita del magma attraverso i condotti laterali, come nel 2001, quando ebbe luogo la*

prima eruzione laterale dell'attuale ciclo eruttivo. Le eruzioni laterali successive nel 2002-2003 e nel 2004-2005, per un altro verso, sono state almeno in parte facilitate dall'apertura di fratture in cima al settore laterale in movimento, sebbene le eruzioni siano state sensibilmente diverse l'una dall'altra. La rinnovata ricarica del vulcano dopo l'eruzione del 2004-2005, ha fatto continuare lo scioglimento del settore laterale instabile, e la graduale ripresa dell'attività sommitale nel tardo 2005, e dimostrano che il medesimo meccanismo di interazione continua ad essere attivo, ed il sistema Etna rimane altamente instabile..." - Traduzione di I. Burgio)

Alparone S., Andronico D, Giammanco S., Lodato L. - [A multidisciplinary approach to detect active pathways for magma migration and eruption at Mt. Etna \(Sicily, Italy\) before the 2001 and 2002-03 eruptions](#) - in: Earth Prints 2004 - in: www.earth-prints.org ("...Le osservazioni effettuate sulla CO₂ e sulla temperatura del suolo nell'area studiata durante gli ultimi 3 anni hanno rivelato rilasci anomali di fluidi magmatici (principalmente CO₂ e vapore acqueo) lungo alcune strutture tettoniche del vulcano in direzione NNW-SSE anche durante i periodi fra un'eruzione e l'altra indicando sistemi idrotermali convettivi persistenti a livello superficiale, connessi con i principali condotti di alimentazione dell'Etna...Questo studio evidenzia anche l'alta instabilità del pendio meridionale dell'Etna, un settore dove il rischio potenziale di invasione di flussi di lava rimarrà alto anche nel prossimo futuro..." - Traduzione di I. Burgio).

De Gregorio S. e altri - [Tectonic control over large-scale diffuse degassing in eastern Sicily \(Italy\)](#) - in: <http://www.earth-prints.org>

INGV sez. Catania - Etna, deformazioni del suolo - in: <http://www.ct.ingv.it>

Puglisi G., Acocella V. - [Hazards related to the flank dynamics at the Mt. Etna \(Project V4 - Flank\)](#) - in: <http://www.ingv.it>

Agnesi V. - Vulcani attivi: l'Etna - in: www.ingv.it

A. Aiuppa, C. Federico, G. Giudice, S. Gurrieri, M. Liuzzo - in: www.pa.ingv.it

Colombo F. - Cenere vulcanica: un rischio per l'aviazione ! - in: www.meteorologia.it

Dellino P., Kyriakopoulos K. - [Phreatomagmatic ash from the ongoing eruption of Etna reaching the Greek island of Cefalonia](#) - Journal of volcanology and geothermal research, vol. 126, 2003 - in: cat.inist.fr

Calvari S., Groppelli G. - [Relevance of the Chiancone volcanoclastic deposit in the recent history of Etna Volcano \(Italy\)](#) - in: cat.inist.fr ("...Il deposito del Chiancone è un ventaglio vulcanoclastico sul fianco orientale dell'Etna. Si estende dallo sbocco della depressione della Valle del Bove (350 m s.l.m.) fino al mare in un'area che copre circa 40 Km², con uno spessore massimo di circa 30 m. ed una pendenza di 3-4° verso est. Il volume totale del deposito è sconosciuto poiché la base non è visibile, ma alcuni dati geofisici suggeriscono uno spessore massimo di circa 300 m., portando ad un massimo volume stimato di circa 12 Km³ che è confrontabile con il volume della Valle del Bove. Dal momento che questa valle a forma di ferro di cavallo è considerata la regione

sorgente del Chiancone, uno studio di questo deposito può fornire una comprensione del meccanismo responsabile della formazione della Valle del Bove..." I nostri dati suggeriscono che si sia verificato un importante evento eruttivo almeno 7590 anni fa che può essere associato con il deposito dell'enorme flusso di fango basale..." Trad. di I. Burgio).

Behncke B. - Morphologic features: The Valle del Bove - (L'autore - uno dei più illustri vulcanologi, attualmente impegnato negli studi sull'Etna - trova significative somiglianze con l'eruzione del vulcano americano St. Helens (1980), ed il relativo crollo del suo fianco nord: "...Poche migliaia di anni fa, il fianco orientale dell'Etna subì un catastrofico collasso, simile a quello del Monte St. Helens il 18 maggio 1980. Questo significa che una parte dell'edificio vulcanico scivolò da un lato, formando una voluminosa valanga di roccia che precipitò verso est, devastando e sommergendo tutto ciò che si trovava sul suo cammino, e probabilmente sprofondando in mare. Si formò così nel lato del vulcano una enorme depressione, ora chiamata Valle del Bove...Senza avere alcuna chiara prova (sotto forma di caratteristici depositi di detriti da valanga, come quelli conosciuti da altri vulcani), diversi autori hanno ipotizzato che il collasso della Valle del Bove potrebbe essere stato connesso ad un catastrofico collasso gravitativo della parete orientale del moderno edificio Mongibello, simile al collasso del Monte St. Helens (Washington, USA) il 18 maggio 1980. Guest e colleghi (1984) suggeriscono che in realtà vi fu una serie di tali fenomeni di collasso. Queste speculazioni sono state stimolate dai risultati dei monitoraggi geofisici dettagliati della sommità della parete meridionale dell'Etna durante le eruzioni degli anni '80, in particolare l'eruzione del 1983 (Murray e Pullen, 1984) che hanno mostrato che allorchè il magma si incuneò sotto il fianco del vulcano, in una direzione più o meno parallela al margine sud-occidentale della Valle del Bove, l'area che giace ad est della vena di incuneazione fu vigorosamente dislocata verso est, cioè nella direzione della Valle del Bove. Invece fra il 1983 ed il 1992, il margine sud-occidentale della Valle del Bove fu dislocato di 5 o 6 m. verso est nel corso di 4 eventi maggiori, aumentando l'instabilità del ripido versante occidentale della Valle, e provocando preoccupazione circa il futuro catastrofico collasso di quell'area..." Trad. di I. Burgio).

Nota. Il dott. Aldo Piombino, geologo, ha inviato il seguente commento: "Sicuramente bisogna distinguere fra l'origine del magma etneo e i meccanismi che ne consentono la messa in posto. Magmi come quello etneo non si formano lungo i margini di zolla come Vesuvio, Eolie, vulcani circumpacifici e quelli dei Caraibi, ma molto al di sotto, nel mantello terrestre a qualche centinaio di chilometri di profondità (come i vulcani hawaiani, per esempio) e sono totalmente indipendenti dal regime tettonico superficiale. Nessuno può negare che l'attività dell'Etna sia leggermente cambiata ma non dimentichiamo che anche in un passato non recentissimo l'attività esplosiva è stata notevole, come anche che all'inizio dell'attività il magma che ha costruito il grande vulcano a scudo di tipo hawaiano era ben più fluido e ancora meno esplosivo di quello "medio" attuale. Sulle variazioni nel chimismo dei magmi (che influenza enormemente il tipo di attività vulcanica!) ci possono essere due spiegazioni: la prima che il magma durante la risalita potrebbe avere subito dei processi di differenziazione: nel liquido, non certo omogeneo, si possono essere parzialmente distinte una frazione ferromagnesiaca più pesante e una silicoalluminosa più leggera (ed è questa che ha un indice di esplosività più alto). Per cui il magma, meno ricco in minerali di ferro e magnesio è più esplosivo. Ma riprendandoci è una spiegazione che mi convince poco e soprattutto non spiega l'aumento

di alcuni gas, compreso il vapore acqueo. Quindi sembra meglio pensare a un'altra sorgente che integra quella normale. Premettendo che non si può trattare di una sorgente di tipo orogenico semplicemente perchè non c'è sotto alla Sicilia occidentale una zolla in discesa (anche perchè se ci fosse non ci sarebbe l'Etna...), è possibile invece un altro fenomeno, ben documentato nei magmi toscani, ad esempio e cioè che il calore del magma in risalita fonda in parte le rocce cristalline che attraversa. Anche in questo caso si avrà un aumento della frazione silicoalluminosa, più esplosiva. Quindi che il magma originale sia stato contaminato da rocce cristalline. Veniamo a un secondo punto: se l'origine del magma etneo non ha motivazioni tettoniche superficiali, ci deve pur essere invece una relazione fra queste e la sua messa in posto: una particolare situazione del campo di sforzi regionale potrebbe infatti permettere o impedire la risalita del magma. Altrimenti sono difficilmente spiegabili (e vanno considerate delle pure coincidenze) le relazioni fra attività sismica e attività vulcanica. Eppure sono presenti casi in cui le coincidenze temporali fra eruzioni e terremoti sono quantomeno "sospette". Pochi anni fa l'inverno e la primavera 2002/2003 sono stati contrassegnati da forti eruzioni dell'Etna e dello Stromboli e dalle sequenze sismiche del Tirreno Meridionale e del versante orientale dell'Etna e dal terremoto di San Giuliano di Puglia. Alla fine ci fu un violento terremoto pure in Algeria Settentrionale. Saranno state proprio delle pure coincidenze? Attualmente la risposta dovrebbe essere "sì". Ma sarà quella giusta? Notiamo anche che l'attuale eruzione etnea (sicuramente di tono minore) sia stata preceduta da alcune scosse. Come Ignazio si ricorda bene, all'incirca una settimana prima dell'inizio dell'eruzione gli scrissi dicendogli che secondo me l'Etna si stava svegliando. Ma in questo caso i piccoli (qualcuno mica tanto) terremoti erano sicuramente locali e innescati dalla risalita del magma. Quindi stavolta non c'è almeno per adesso associazione fra eruzione e tettonica (è un momento abbastanza tranquillo sismicamente parlando)". Sito del dott. Piombino: [Scienze e dintorni](#)