

VITO NOTARNICOLA

LA REGIONE DEL MONTE PINATUBO (FILIPPINE) DOPO L'ERUZIONE DEL 1991

Premessa. – L'eruzione del Monte Pinatubo è stata definita come la calamità vulcanica più distruttiva che si sia verificata nelle Filippine durante gli ultimi cento anni. Le vittime sono state poco meno di 600 solo perché l'eruzione è stata efficacemente prevista e gli abitanti dell'area sono stati tempestivamente informati ed evacuati. Il bilancio delle vittime è andato man mano crescendo dall'inizio dell'episodio, ai primi di giugno 1991, fino al mese di dicembre 1991, a causa del perdurare dell'emergenza e, soprattutto, per il successivo verificarsi delle colate di fango, o *lahar*, innescate dalle copiose piogge monsoniche. Anche l'elevata mortalità, soprattutto infantile, verificatasi nei campi di raccolta dei profughi, ha contribuito ad aggravare questo già triste bilancio (1).

Lineamenti geologici e tettonici. – L'arcipelago delle Filippine è ubicato tra due fosse oceaniche, una ad oriente, la Fossa delle Filippine, ed una ad occidente, la Fossa di Manila, che prosegue verso sud nella Fossa di Negros e in quella di Cotabato (fig. 1). Com'è noto, esse corrispondono a dislocazioni lungo le quali avviene la subduzione della placca del Pacifico che si muove verso ovest e della placca eurasiatica che si sposta verso est, come se entrambe tendessero a distruggersi affondando progressivamente e con diverse modalità nell'astenosfera, in corrispondenza di due celle convettive contigue.

Tutto questo immane sforzo di compressione e di subduzione non può avvenire senza vistose conseguenze, come lacerazioni dei blocchi interessati, sollevamenti di sedimenti marini preesistenti, messa in posto di batoliti con aureole mineralizzate al contorno, formazione di rocce metamorfiche di vario tipo ed inglobamento di serie ofiolitiche derivanti da lembi dell'antica crosta oceanica.

(1) I dati riportati sono stati raccolti dall'autore durante una sua permanenza nelle Filippine all'epoca della eruzione. Trattandosi di un fenomeno in piena e rapida evoluzione, è probabile che il bilancio definitivo dei danni risulti assai più grave. Tali informazioni forniscono tuttavia l'idea dell'entità e dell'incontrollabilità di questa calamità naturale.

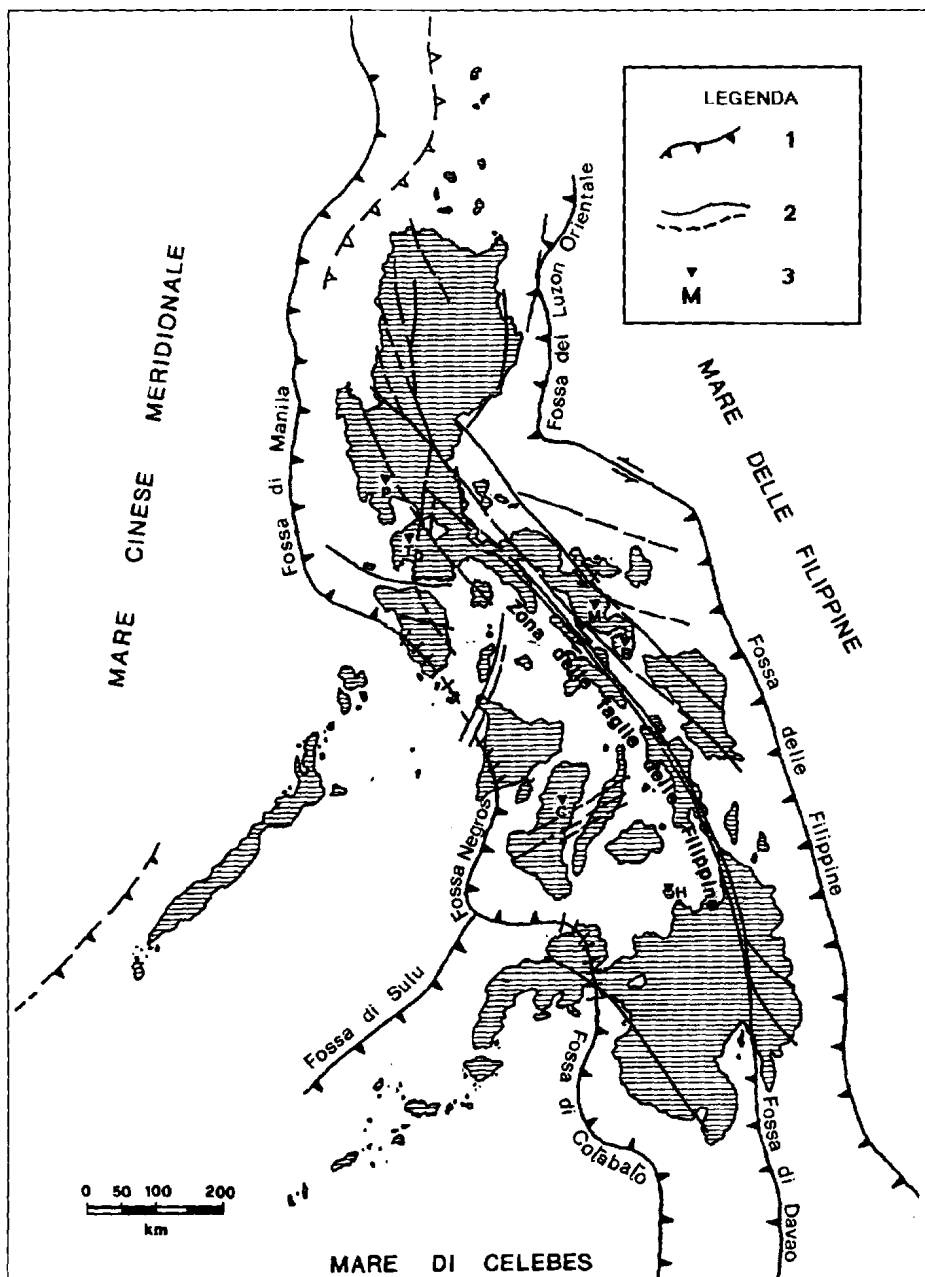


FIG. 1 - FOSSE TETTONICHE E PRINCIPALI VULCANI ATTIVI DELL'ARCIPELAGO FILIPPINO.

1, fosse tettoniche; 2, principali faglie attive e loro proseguimento; 3, vulcani attivi (P= Pinatubo; T= Taal; M= Mayong; B= Bulusan; H= Hibok-Hibok; C= Canlaon)

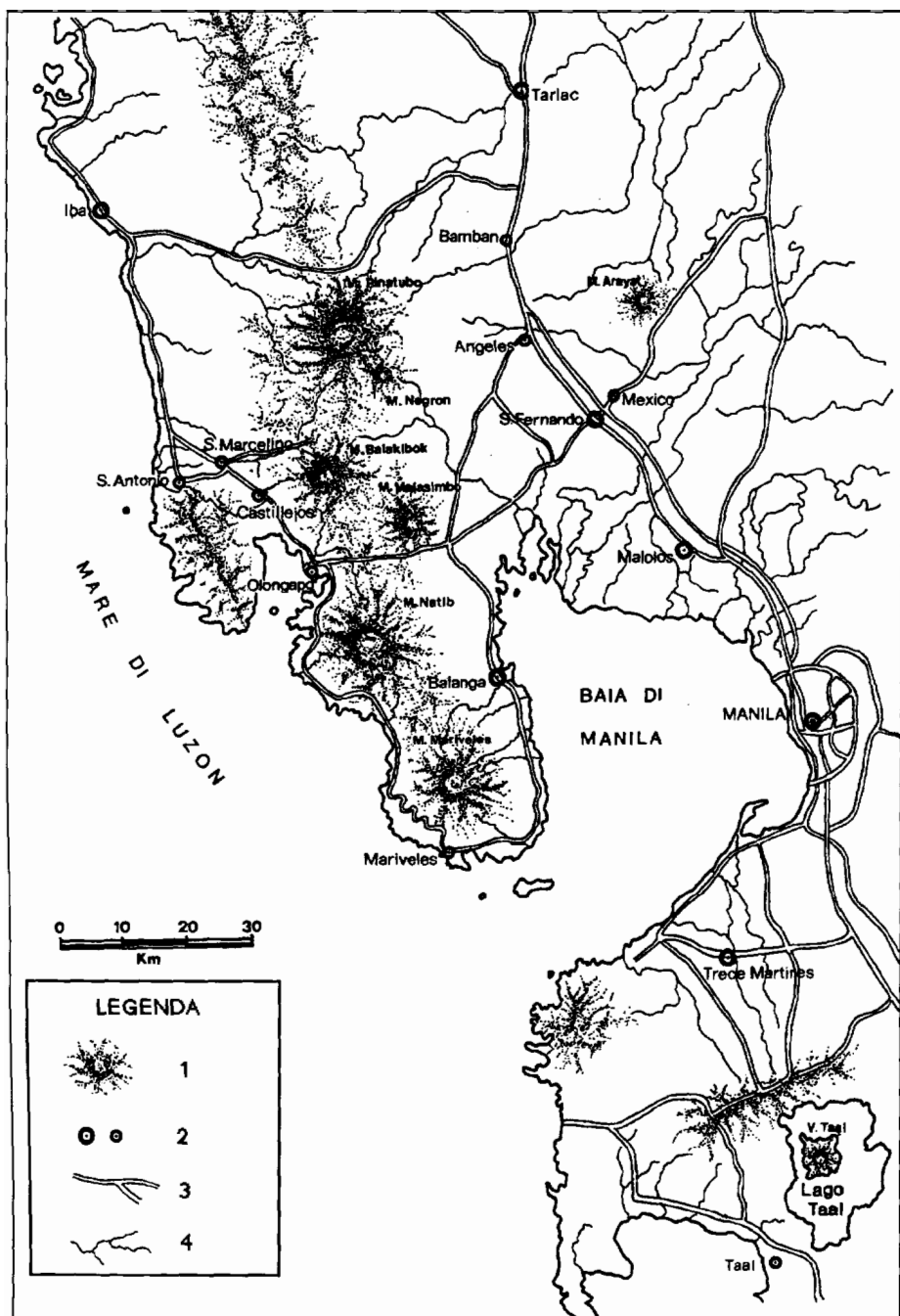


FIG. 2 - LA CATENA DEI MONTI ZAMBALES, DI CUI FA PARTE IL PINATUBO.
1, rilievi e coni vulcanici; 2, centri urbani; 3, rete stradale; 4, corsi d'acqua.

Il risultato di questa immane concentrazione di tensioni è verificabile appunto nell'arcipelago filippino, composto da più di 7000 isole dalla forma tormentata, emerse durante il Miocene superiore e tuttora in continua evoluzione. Infatti sono formate da sedimenti marini, come pure da rocce ignee e metamorfiche, in unità legate tra loro da complicati rapporti e soggette ad una tettonica fortemente dinamica. Abbondano i giacimenti minerali, legati al lento raffreddamento delle masse batolitiche; non mancano infine le faglie attive e le risalite di magmi verso la superficie, che fanno dell'arcipelago una delle terre più intensamente soggette alle calamità naturali di origine endogena, ossia all'attività sismica e vulcanica.

In questo contesto si inserisce il Monte Pinatubo, che è uno dei 21 vulcani attivi delle Filippine e si trova nella parte nord-occidentale dell'isola di Luzon, appena 80 km a NO di Manila, al confine delle province di Pampanga, Zambales e Tarlac.

Il Pinatubo fa parte di una serie di vulcani che si susseguono lungo il bordo occidentale dell'isola di Luzon e si trova al centro della catena dei monti Zambales che, con orientazione N-NO, si estende per 220 km dal Golfo di Lingayen a nord fino alla baia di Manila a sud. Alla stessa catena appartengono anche altri due grandi vulcani, e cioè il Natib ed il Mariveles. Apparati vulcanici minori, nelle immediate vicinanze del Pinatubo, sono invece rappresentati dai monti Malasimbo, Balakibok e Negron (fig. 2).

Tra i suddetti vulcani il Pinatubo è il più alto, con i suoi 1745 m di quota, mentre il Natib ed il Mariveles raggiungono rispettivamente 1278 e 1388 metri. Tutti e tre sono vulcani complessi, caratterizzati da diverse bocche e da coni avventizi nelle vicinanze del cratere principale e sui fianchi degli edifici stessi.

Il Pinatubo è costituito da andesiti e daciti formati durante il Quaternario in seguito a colate laviche, ad accumuli piroclastici e a colate piroclastiche, apparentemente emessi da diverse bocche vulcaniche in prossimità della cima.

Pare che l'attività eruttiva della catena dei Monti Zambales sia iniziata 7 milioni di anni fa. Per quanto riguarda il Pinatubo, la datazione radiometrica indica che è attivo solo da 1,1 milioni di anni. La precedente eruzione è avvenuta più di 600 anni fa ed a seguito di essa furono depositati materiali vulcanici per un volume totale di circa 1 km³. Eruzioni più antiche giunsero a depositare fino a 7 km³ di materiali sui versanti occidentali dell'edificio vulcanico.

Anche prima dell'eruzione i tre maggiori vulcani della catena dei Monti Zambales presentavano sorgenti termali in vicinanza del cratere principale; nel Pinatubo a queste si aggiungeva una consistente attività solfatarica, con temperatura di emissione di 89 °C ed abbondante deposizione di zolfo.

Dinamica dell'eruzione. – Dopo 611 anni di quiescenza il Pinatubo ha cominciato a manifestare i primi segni di risveglio il 2 aprile 1991, quando si è verificata un'esplosione idrotermale nel cratere del vulcano, proprio in corrispondenza delle sorgenti termali. L'esplosione è stata accompagnata

dall'emissione di una nuvola di vapore e da limitata quantità di ceneri che hanno raggiunto l'altezza di 500-800 m al di sopra del condotto vulcanico. Successivamente, sul versante NNO del vulcano, altre cinque bocche si sono improvvisamente attivate emettendo pennacchi di vapore bianco di intensità variabile.

Il 5 aprile l'Istituto Filippino di Vulcanologia e Sismologia (PHILVOLCS) ha installato una stazione temporanea a Sitio Yamut, a soli 12 km dal cratere, sul versante nord-occidentale del vulcano, e nel giro di 24 ore ha registrato 223 terremoti ad alta frequenza. Da allora fino all'inizio del mese di giugno il numero di terremoti registrati giornalmente si è mantenuto variabile tra 50 e 150. Il verificarsi di questi terremoti ad alta frequenza poteva indicare la formazione di nuove fratture nella roccia, come pure la ripresa del movimento relativo dei lembi di faglie preesistenti, dovuto alla pressione esercitata dal vapore alla ricerca di una via d'uscita o comunque di un nuovo equilibrio.

Il Pinatubo ha cominciato a emettere ceneri alle 7.30 del 3 giugno 1991. La prima emissione è durata 30 minuti ed è stata seguita da altre a breve intervallo di tempo fino al giorno seguente. Successivamente, alle 15.25 dell'8 giugno 1991, dopo alcuni giorni di riposo, ha ripreso la sua attività, con un improvviso lancio di ceneri che ha fatto registrare un terremoto ad alta frequenza. Il giorno seguente il vulcano ha continuato ad emettere nuvole di vapore e di ceneri dalle 6.00 alle 14.50; poi, alle 14.55, lungo il versante occidentale e nord-occidentale hanno preso a scendere colate di materiale piroclastico, o nubi ardenti, che si incanalavano lungo le valli dei fiumi Maraunot e Moraza e giungevano a una distanza di 4 o 5 km dalla bocca eruttiva.

Il verificarsi di queste piccole colate piroclastiche ha segnato l'inizio dell'attività eruttiva ed ha fatto sì che il PHILVOLCS dichiarasse il grado di emergenza n. 5, vale a dire «eruzione in corso».

Il 12 giugno, l'attività sismica si è intensificata per il verificarsi di numerose esplosioni, la più violenta delle quali, alle 8.51, è stata accompagnata da un forte boato e dall'emissione di ceneri, che hanno prodotto un'enorme nuvola grigia a forma di fungo che ha raggiunto i 20 km al di sopra della bocca eruttiva, ed è stata in parte presa in carico dai venti prevalenti ad alta quota. Ceneri, pomici ed elementi di dimensioni maggiori sono caduti sui versanti occidentali del vulcano. Colate di materiale piroclastico, sotto forma di nubi ardenti, si sono verificate lungo le maggiori incisioni dei corsi d'acqua che scendono sul versante occidentale del Pinatubo (Marella, Maraunot, O'Donnel). Una colata piroclastica più limitata si è sviluppata per un chilometro dalla bocca eruttiva anche nell'alto letto del fiume Sacobia, ossia lungo il versante nord-orientale del monte, il più intensamente popolato.

Altre forti eruzioni, alcune ancora più violente di quella del 12 giugno, si sono verificate nel giro di 48 ore a partire dalle 13.09 del 14 giugno ed in questa fase è stato raggiunto l'apice del parossismo esplosivo. In particolare durante l'eruzione delle 15.20 del 14 giugno, la colonna di vapore e di



FIG. 3 – EFFETTI DELL'ERUZIONE DEL PINATUBO: LA STRADA TRA SAN ANTONIO E BOTALAN (5 luglio 1991).

Un ponte distrutto dal *labar*.

ceneri ha raggiunto i 30.000 m al di sopra della bocca eruttiva, e sono stati registrati forti terremoti, distintamente avvertiti anche a Manila.

La quantità di prodotti piroclastici eiettati è stata enorme. L'eiezione si è verificata attraverso un condotto attivo sul versante nord-occidentale del vulcano e da una frattura di recente formazione che si estende per 3 km a sud del condotto stesso.

Questa fase eruttiva del Pinatubo si è protratta per vari mesi, scemando gradualmente fino ad estinguersi completamente attorno alla fine dell'anno. Ma lo stato di emergenza permane, e non è facile fare previsioni riguardo alla sua durata futura, a causa della grande quantità di ceneri ed altri materiali depositati in equilibrio precario sulle pendici del vulcano, che vengono regolarmente mobilizzati in distruttive colate di fango, o *labar*, in occasione delle forti precipitazioni, regolarmente cadute a partire dalla metà di luglio (fig. 3).

La quantità dei depositi piroclastici sciolti, accumulati sulle pendici del vulcano è stata dapprima stimata attorno ai 2 km³ e poi valutata 5-6 o addirittura 7 km³. Per un confronto si può ricordare che le quantità di ceneri vulcaniche emesse dal Vesuvio nella famosa eruzione del 79 d.C. sono state stimate equivalenti a 3 km³, e quelle emesse dal vulcano nordamericano Saint Helens nel 1980 a meno di 1 km³.

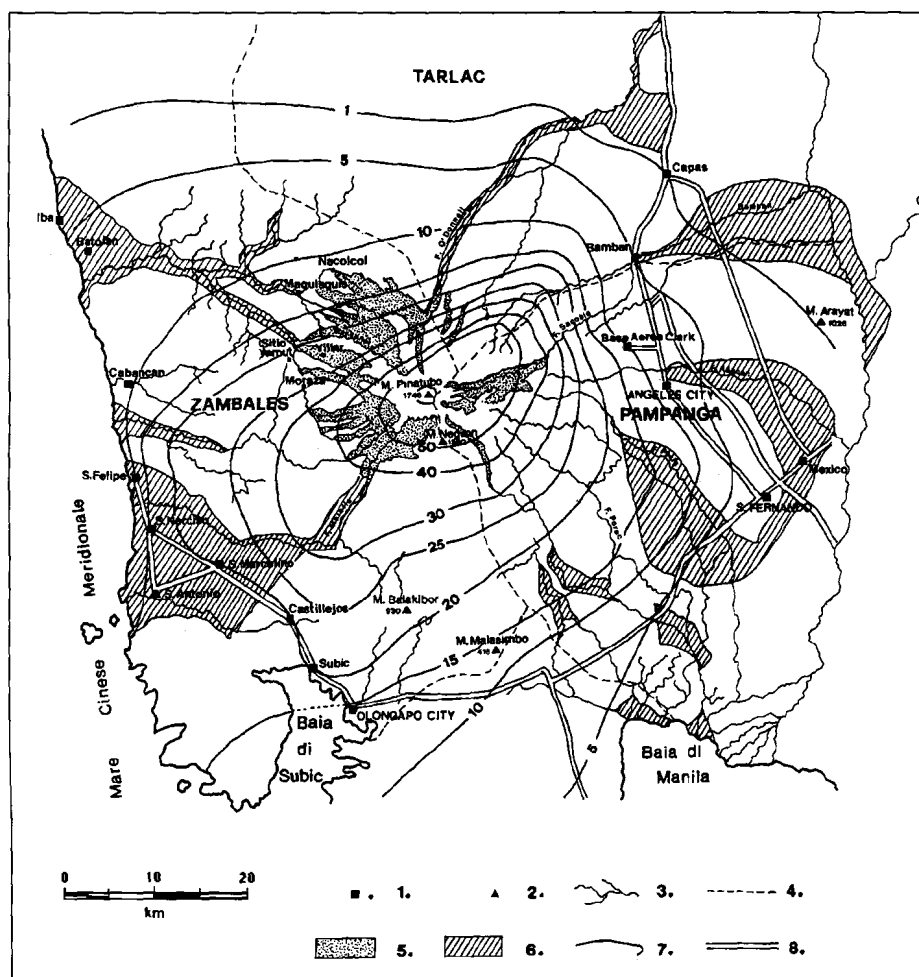


FIG. 4 – IL PINATUBO E LE SUE IMMEDIATE VICINANZE MAGGIORMENTE COLPITE DALL'ERUZIONE DEL 1991.

1, centri abitati; 2, cime di con vulcanici; 3, corsi d'acqua; 4, limite di provincia; 5, colate piroclastiche; 6, colate di fango; 7, isolinee dei punti ricoperti da uguale spessore di ceneri (in cm); 8, rete stradale.

Quindi i valori proposti per il Pinatubo, per quanto approssimativi, indicano l'eccezionale gravità della calamità, per di più verificatasi in un'area intensamente popolata; occorreranno molti anni prima che il fenomeno delle colate di fango diminuisca e permetta la normale ripresa della vita nella zona colpita. La fig. 4 mostra, nelle immediate vicinanze del Pinatubo, l'ubicazione delle colate piroclastiche e dei *lahar* e le isolinee dei punti ricoperti da un uguale spessore di ceneri.

La calamità e i suoi diversi aspetti. – Il rischio maggiore connesso con l'eruzione del Pinatubo è stato quello della caduta di ceneri, delle colate piroclastiche e delle colate di fango.

In generale, abbondanti cadute di ceneri vulcaniche possono causare danni alle persone, agli animali, ai raccolti, alle attrezzature e agli edifici.

In particolare le ceneri molto fini, delle dimensioni di un centesimo di millimetro, possono essere respirate e causare quindi seri danni all'uomo, tanto più perché spesso contengono sostanze tossiche che, respirate per lunghi periodi, seppure in piccola quantità, causano malattie polmonari e respiratorie.

Abbondanti cadute di ceneri possono provocare intenso oscuramento, danni ai raccolti, crollo di tetti se lasciate accumulare in grande quantità, danni ai motori degli aerei e corrosione dei metalli in genere, dovuta agli acidi contenuti.

In particolare, le ceneri emesse in grandi quantità durante le ripetute eruzioni esplosive del Pinatubo hanno raggiunto persino un'altezza di 30 km prima di espandersi verso ovest sul Mar Cinese Meridionale. Elementi di pomice di dimensioni variabili da 1 a 3 cm sono caduti in numerosi centri situati sulle pendici sud-occidentali del vulcano, come San Marcelino e Castillejos.

Spesse coltri di cenere hanno ripetutamente coperto ed oscurato diverse città della provincia di Zambales quando l'eiezione del Pinatubo si è diretta verso ovest e sud-ovest: Castillejos, San Marcelino, San Antonio, San Narciso, San Felipe, Cabangan, Botolan ed Iba sono stati i centri maggiormente colpiti.

Le ceneri e gli altri materiali eiettati durante le eruzioni del 14 e del 15 giugno sono state prese in carico dai venti del tifone «Diding» e trasportati verso sud, fino a Manila e Palawang. Il fenomeno ha prodotto durante le ore diurne un oscuramento simile alla notte e ha fatto depositare ceneri in ingenti quantità provocando la caduta dei tetti di molti edifici.

Le colate piroclastiche, dette anche ignimbriti o nubi ardenti, sono emissioni violente e spesso turbolente, estremamente calde e talvolta persino incandescenti (fino a 1000 °C) di frammenti vulcanici (blocchi, lapilli, sabbie, polveri) e gas che si propagano in prossimità del suolo a velocità molto elevata, fino a 500 km orari. Queste emissioni scendono sui fianchi del rilievo e normalmente seguono le depressioni e le valli che incontrano nel loro percorso.

A causa della elevata densità e mobilità, come pure dell'alta temperatura e dell'abbondante tenore in gas tossici, le colate piroclastiche sono letali praticamente per tutte le forme di vita che incontrano nel loro cammino. Anche gli oggetti inanimati che l'ostacolano vengono sepolti, o travolti dall'impatto, o cotti all'istante dall'elevata temperatura.

Le prime colate piroclastiche sono state segnalate sul Pinatubo dopo l'esplosione del pomeriggio del 9 giugno. Esse sono scivolte lungo i versanti settentrionali e nord-occidentali, seguendo le valli dei fiumi Maraunot



FIG. 5 – EFFETTI DELL'ERUZIONE DEL PINATUBO: UN PONTE SUL FIUME ABACAN, AD ANGELES CITY, DISTRUTTO DAL «LAHAR» (4 agosto 1991).

Le pile e l'impalcato sono letteralmente spariti. L'erosione del fiume ha scalzato le fondamenta, come si nota dai pali sottostanti alla spalla rimasta in piedi. Anche molte case sulla riva sono state spazzate via.

e Moraza. Come già osservato, queste colate sono state brevi, raggiungendo soltanto 4 o 5 km di distanza dal centro eruttivo. Altre, di maggiori dimensioni, si sono verificate successivamente, in seguito alle esplosioni del 12 e del 15 giugno. Queste si sono propagate ad altissima velocità lungo gli alvei dei maggiori corsi d'acqua che si irradiano dalla sommità del Pinatubo, propagandosi fino a 15 km dal condotto vulcanico. Una colata piroclastica corta e di dimensioni ridotte è scesa per 1 km dalla sommità anche lungo l'alto corso del fiume Sacobia, sul versante nord-orientale del monte.

Le colate di fango sono costituite da ceneri ed altri materiali piroclastici precedentemente depositati in equilibrio instabile lungo le pendici del vulcano, che vengono successivamente mobilizzati dalle forti piogge formando una miscela di acqua e detriti (con la consistenza di un calcestruzzo ricco in acqua) che scende rovinosamente a valle. Le colate di fango normalmente si incanalano nei letti dei corsi d'acqua aumentandone immensamente il potere erosivo nei tratti a pendenza sostenuta, ed alluvionandone gli alvei fino a far cambiare totalmente l'idrologia là dove la pendenza diminuisce.



FIG. 6 - EFFETTI DELL'ERUZIONE DEL PINATUBO. IL LETTO DEL BAMBAN RIVER COLMATO DAL-LAHAR- (15 agosto 1991).

Sono più lente delle colate piroclastiche, ma si propagano a maggiore distanza e ricoprono aree molto più vaste.

Le colate di fango possono seppellire aree topograficamente depresse ricoprendole di ciottoli, sabbia e fango; e possono distruggere ponti ed edifici (fig. 5), bloccare canali di drenaggio, alluvionare i letti dei fiumi e causare inondazioni di vaste aree (fig. 6).

Le forti piogge che hanno colpito l'area del Pinatubo il 12 giugno hanno innescato le prime colate di fango lungo il corso del fiume Marunot, depositando enormi blocchi e rendendo impraticabile a qualsiasi tipo di veicolo la strada per Moraza.

Tuttavia non si era che all'inizio di quella che si è rivelata una calamità naturale di enormi proporzioni. Durante i successivi mesi di luglio e, soprattutto, agosto, le piogge monsoniche si sono abbattute con la consueta nota violenza sulle pendici del monte dove centinaia di milioni di metri cubi di ceneri si trovavano, e si trovano ancora, in stato di precario equilibrio, sconvolgendo il paesaggio sottostante. I fiumi, in piena, hanno distrutto la maggioranza dei ponti che li attraversavano mettendo in crisi la viabilità. Centinaia di piccoli villaggi sorti spontaneamente lungo i fiumi sono

stati spazzati via lasciando senza tetto decine di migliaia di persone. Inoltre i fiumi, che già avevano un letto pensile rispetto alle campagne circostanti, coltivate prevalentemente a risaie, con l'apporto dei nuovi sedimenti hanno rotto definitivamente gli argini distruggendo coltivazioni, abitazioni sparse e villaggi.

E non è pensabile che la calamità si esaurisca in un solo anno; saranno necessarie varie stagioni piovose prima di poter pensare seriamente a riorganizzare l'attività umana nell'area, sempre ammesso che il Pinatubo ritorni alla quiescenza dalla quale così improvvisamente è uscito, seminando la morte, il panico, la distruzione e la miseria in un'area fino a pochi giorni prima verdeggiante, ricca di colture, di popolazione e di attività.

Controllo dell'eruzione. – Il Pinatubo non rientrava nella regolare rete di controllo mantenuta dal PHILVOLCS, istituto governativo per il controllo dell'attività sismica e vulcanica, la cui attenzione si limitava ai cinque vulcani permanentemente attivi delle Filippine, e cioè il Taal, il Mayong, il Bulusan, il Hibok-Hibok ed il Canlaon (fig. 1).

Quando anche il Pinatubo ha cominciato a dare segni di un probabile risveglio, nell'aprile 1991 (il primo allarme è stato lanciato da una suora missionaria che lavora in mezzo agli aborigeni Aeta), il PHILVOLCS ha inviato dapprima una commissione per un rapido sopralluogo e, quindi, prolungandosi lo stato di anormalità, ha installato stazioni temporanee di controllo a Sitio Yamut, Barangay Maquisuquis e Barangay Toac, sul versante nord-occidentale del Pinatubo. Altri sismografi sono stati installati successivamente a Nacolcol, Moraza e Villar per allargare la zona sotto controllo.

Anche il Geological Survey statunitense (USGS) ha inviato una commissione per assistere l'istituto locale. Tale commissione ha portato ulteriori e più sofisticate attrezzature ed ha stabilito la sua base di controllo presso la base aerea di Clark.

I tecnici filippini e statunitensi sono stati in grado di prevedere l'attività del vulcano e di informare tempestivamente le competenti autorità ed il pubblico in generale.

Per diramare le informazioni sulle condizioni del vulcano e sullo sviluppo della sua attività, affinché venissero prese appropriate precauzioni e misure di sicurezza, il PHILVOLCS ha stabilito la seguente scala di emergenza:

Per cautelarsi contro eventuali fenomeni di «calma prima della tempesta», i vari stadi di emergenza sono stati mantenuti anche dopo che l'attività del vulcano è scesa ad un livello più basso, seguendo un criterio temporale, vale a dire che dallo stadio 4 al 3 deve intercorrere una settimana e dallo stadio 3 al 2 almeno 72 ore.

Da quando il vulcano ha cominciato a mostrare segni di irrequietezza nell'aprile 1991, fino ad una settimana prima della dichiarazione dello stato di emergenza numero 5, un'area circolare di 10 km di raggio, con il centro

STADIO DI EMERGENZA	CRITERIO	SIGNIFICATO
0	Situazione tranquilla.	Nessuna eruzione prevedibile.
1	Basso livello di sismicità; attività fumarolica; altri segni di irrequietezza.	Anomalie magmatiche, tettoniche o idrotermali. Nessuna eruzione prevedibile a breve scadenza.
2	Moderato livello di sismicità; altri segni di irrequietezza ed evidenti movimenti di magma.	Probabile intrusione magmatica che potrebbe portare all'eruzione.
3	Segni di irrequietezza piuttosto forti ed in aumento; numerosi terremoti che portano a deformazioni del suolo; aumento dell'attività fumarolica e dell'emissione di gas.	Se l'irrequietezza continua ad aumentare, eruzione possibile entro due settimane.
4	Forte irrequietezza con terremoti di tipo armonico e/o a lungo periodo (ossia bassa frequenza).	Eruzione possibile nel giro di 24 ore.
5	Eruzione in atto.	Eruzione in atto.

coincidente con la sommità del vulcano, è stata dichiarata zona a rischio. La popolazione è stata avvisata di mantenersi lontano da tale zona, dato che era probabile che fosse interessata dall'attività distruttiva del vulcano.

Non appena è stato dichiarato lo stato di emergenza numero 5, la zona a rischio è stata allargata portando il raggio a 20 km e, dopo le esplosioni del 12 e del 15 giugno, fino a 30 e 40 km rispettivamente. Tale zona a rischio interessava diverse città delle province di Zambales, Tarlac e Pampanga.

Valutazione dei danni e problemi di geografia umana relativi all'eruzione. – Non è facile quantificare il danno subito dalle Filippine in seguito alla calamità vulcanica del Pinatubo.

E' ovvio che, anche se il costo della ricostruzione delle infrastrutture e delle opere pubbliche verrà in un certo qual modo ripartito tra tutta la popolazione, i danni maggiori, ossia le perdite ben più gravi della proprietà privata, della fonte diretta di guadagno, della salute e nei casi estremi anche della vita, ricadono interamente sulle sole famiglie residenti nell'area colpita.

Definire tale area non è facile perché gli effetti dell'eruzione non sono distribuiti uniformemente ed interessano territori anche molto distanti (per esempio anche a Manila è caduta cenere in grande quantità, rendendo irrespirabile l'aria e inagibile l'aeroporto e ostruendo gran parte dei drenaggi).

Tuttavia, volendo definire l'area mediamente più colpita con un criterio accettabile, è possibile considerare il cerchio di 30 km di raggio con centro sulla vetta del Pinatubo.

Suddivisa in tre settori circolari approssimativamente di uguale estensione

e corrispondenti alle tre province di Zambales (a sud-ovest), Pampanga (a sud-est, la più popolosa), e Tarlac (a nord), l'area suddetta ospitava all'incirca 850.000 persone, con una densità media di 300 ab./km². Tuttavia si deve tener presente che le alte pendici del Pinatubo erano popolate quasi esclusivamente da pochi indigeni, gli Aeta, mentre la stragrande maggioranza della popolazione era concentrata nei centri abitati, lungo i fiumi e nelle zone pianeggianti, più facilmente coltivabili e meglio fornite dalla rete stradale.

L'agricoltura costituiva l'attività principale dell'area ed era rivolta soprattutto verso la coltivazione del riso, della canna da zucchero e della frutta. In seguito all'eruzione sono andati perduti – ricoperti dal *labar*, erosi dai fiumi, o comunque resi inagibili per il mutato drenaggio – ben 22.500 ha di ottima terra intensamente coltivata.

Altre attività umane, già altamente sviluppate nell'area in esame ed ora pesantemente compromesse sono la piscicoltura, attivamente praticata in bacini ricavati lungo i fiumi a breve distanza dalla foce, l'allevamento del bestiame e l'avicoltura. Tutte queste attività sono improvvisamente cessate per l'interramento dei vivai e per la mancanza di foraggio e mangimi.

Altro polo di attrazione dell'area era costituito dalle basi militari americane di Clark, presso Angeles City, e Subic, nell'omonima baia vicino ad Olongapo City, che, indipendentemente dalle calamità naturali, di recente hanno bruscamente cessato la loro attività, lasciando tuttavia nelle vicinanze delle aree di operazione una complessa struttura commerciale e di supporto completamente inutilizzata. Su di essa si è abbattuta la calamità vulcanica in un momento già di per sé critico, senza permettere una riconversione anche parziale della concentrazione delle risorse presenti.

Anche la distruzione delle infrastrutture della zona colpita (per esempio strade, acqua potabile, fognature, ospedali, scuole, edifici pubblici) va annoverata tra gli effetti devastanti dell'eruzione vulcanica. Prima fra tutte va menzionata la rete stradale, messa completamente fuori uso dal crollo della totalità dei ponti e dal mutato assetto di tutto il reticolo drenante dell'area. Tale mancanza di comunicazioni ostacola la distribuzione dei soccorsi nell'area ed il recupero economico di quelle poche plaghe fortunate che in mezzo a tanta distruzione sono state parzialmente risparmiate.

Si calcola che degli 850.000 abitanti dell'area menzionata, ben 527.000 fossero concentrati nella provincia di Pampanga (in maggioranza nella capitale, San Fernando, e ad Angeles City), 255.000 nella provincia di Zambales ed i rimanenti 68.000 nella provincia di Tarlac.

Secondo i dati forniti dal Regional Disaster Coordinating Council, ben 325.000 persone sono state duramente colpite dalla calamità e precisamente 253.000 nella provincia di Pampanga, 30.000 in quella di Zambales e 42.000 in quella di Tarlac. Di esse 120.000 hanno abbandonato la zona colpita per trasferirsi nell'isola meridionale di Mindanao, dove indubbiamente hanno dovuto affrontare problemi di inserimento in un contesto culturale tradizionalmente diverso, mentre 144.000 hanno trovato una sistemazione nelle aree adiacenti a quella colpita dalla calamità.

Nel frattempo un totale di quasi 100.000 persone permane sistemato provvisoriamente, ed in condizioni estremamente precarie, in circa trecento campi di prima accoglienza (*evacuation centers*), gestiti dal Department of Social Welfare and Development, in attesa di una sistemazione definitiva.

La tragedia degli Aeta. – Le alte pendici del Pinatubo, appartenenti alle tre province di Zambales, Tarlac e Pampanga, erano abitate dagli Aeta, tribù di Negritos, fortemente discriminati nel contesto del paese stesso. Secondo l'ultimo censimento del 1989 oltre 500 famiglie aeta abitavano nell'area. Ma i dati non sono sicuri perché queste comunità sono ancora molto arcaiche e tradizionalmente nomadi.

La loro economia si basava su un tipo di agricoltura itinerante che produceva principalmente caffè, tapioca e banane. Alcuni coltivavano rattan, orchidee ed altri prodotti che commerciavano per mezzo di intermediari.

Gli Aeta sono stati costretti ad abbandonare le pendici e i corsi d'acqua del Pinatubo dai quali ricavano il cibo, l'acqua ed i generi di prima necessità. Sebbene i più ostinati si siano rifiutati di lasciare le proprie abitazioni e siano spariti con esse, la maggioranza (circa 38.000) è stata trasferita negli *evacuation centers*, dove però essi si sentono prigionieri ed infelici e dove la mortalità, soprattutto infantile, è altissima, anche a causa della malnutrizione e delle scarse condizioni igieniche.

La sistemazione a lungo termine degli Aeta rappresenta un grosso e scomodo problema che il governo filippino dovrà affrontare, dato che il Pinatubo non tornerà più ad essere lo stesso dopo l'eruzione.

Conclusioni. – L'eruzione del Pinatubo è stata definita come la più grave calamità naturale vulcanica degli ultimi cento anni avvenuta nelle Filippine.

Immediatamente dopo l'evento, ed ancor prima che l'episodio vulcanico fosse concluso, valutato e definito, è scattata l'operazione di recupero, con scarsi mezzi e con molta disorganizzazione, nonostante l'intervento congiunto e l'impegno di diverse organizzazioni come l'Asian Development Bank, la Banca Mondiale e numerose altre, con il proposito di soccorrere le popolazioni colpite.

Qualsiasi intervento risulta però difficile per i seguenti motivi:

- anche se il parossismo esplosivo è finito, non è cessato il fenomeno delle colate di fango, e quindi il territorio rimane in fase di rapida evoluzione, che non si esaurirà per molti anni ancora;

- l'area è intensamente abitata; quindi qualsiasi decisione necessaria a ristabilire gli equilibri naturali (per esempio il tentativo di regolare i nuovi corsi d'acqua e la conseguente deposizione delle colate di fango) finisce inevitabilmente con il danneggiare gli interessi di qualcuno;

- la popolazione si aspetta soluzioni rapide e definitive per poter riprendere il normale ritmo della vita.

Un razionale programma di interventi deve necessariamente prendere le mosse da una carta che preveda come si evolverà il paesaggio, che indichi

cioè il percorso probabile delle colate di fango e le aree che naturalmente saranno invase dai sedimenti relativi.

Bisogna realisticamente ammettere che è impossibile modificare, se non in qualche dettaglio, la naturale tendenza a scendere a valle di una massa di sedimenti di qualche miliardo di metri cubi. Ben poco possono fare le opere di difesa costruite in tutta fretta per tentar di salvare qualche villaggio o le trincee scavate per mantenere funzionante qualche ponte particolarmente importante.

Occorre quindi realisticamente definire quali aree saranno risparmiate sia dalla deposizione eccezionale dei sedimenti, sia dall'erosione dei corsi d'acqua, tenendo bene a mente che sono soggetti agli eccessi delle piene monsoniche ed ai tifoni. Solo in tali aree potrà riprendere la vita normale e potranno essere fatti investimenti a carattere definitivo.

Per quanto riguarda la viabilità, occorre mantenere in servizio la rete stradale preesistente con interventi solo provvisori, non investendo capitali nella costruzione di costose strutture (che potrebbero in breve tempo risultare inadeguate o mal ubicate per via della rapida evoluzione dell'idrografia dell'area), e rimandando a tempi migliori la sistemazione definitiva della rete stessa.

Il trasferimento di parte della popolazione è certamente un provvedimento che facilita qualsiasi tipo di intervento nell'area colpita, ma che comporta notevoli difficoltà da non sottovalutare. Il proposto trasferimento a Mindanao, in un ambiente culturalmente molto diverso e fisicamente lontano dal luogo di origine, presuppone un distacco definitivo. Un trasferimento in aree adiacenti può apparire meno drammatico e può far conservare la speranza di un ritorno alla terra di origine, una volta compiuto il miracolo del ripristino delle condizioni perdute.

Ma in un paese sostanzialmente povero e sovrappopolato come le Filippine qualsiasi spostamento della popolazione risulta carico di incognite e di rischi, non ultimo quello di veder aumentare la migrazione verso Manila da parte di masse senza lavoro e senza casa, destinate alla fame ed alla disperazione.

BIBLIOGRAFIA

- ASIAN DEVELOPMENT BANK, *Report of the Task Force on the Damage Caused by the Eruption of the Mt. Pinatubo and Proposed Rehabilitation/Reconstruction Measures*, Agricultural Department, Asian Development Bank, 1991.
- CABURIAN G.J., *Last Year's Quake Roused Pinatubo from 649-Year Sleep*, in «Manila Bull.», Manila, 1991, pp. 7-12.
- DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS, *Assessment of Damages to Infrastructure Caused by the June 1991 Eruption of Mount Pinatubo*, Manila, 1991.
- GERVASIO F.C. e MORALES L.L., *Regional Geology and Engineering Geological*

Studies for Slope Protection of Kennon Road, Manila, F.C. Gervasio and Associates, 1991.

PHILVOLCS, *Earthquake and Tsunami*, Quezon City, 1990.

PHILVOLCS, *Mt. Pinatubo Wakes from 600 Years Slumber*, Quezon City, 1991.

PUNONGBAYAN S.R., *Removing the Sting From Those Deadly Volcanic Eruptions And Earthquakes*, Folio: PHILVOLCS Vs. Nature's Terrors, Philippine Magazine, vol. V n° 4, Manila, 1990, pp. 10-22.

TUYAY E., *Nature's Blow-up*, in «Asiaweek», Hong Kong, 1991, pp. 42-49.

THE REGION OF MOUNT PINATUBO AFTER THE 1991 ERUPTION. – Mt. Pinatubo, the highest volcano in the Zambales Range extending from Lingayen Gulf to Manila Bay, after 611 years of quiescence, early in April 1991 showed signs of restiveness, culminating in June 1991 with strong tremors, ejection of huge quantities of steam and ashes as gray mushroom-shaped clouds up to 30 km high, and pyroclastic flows extending along the stream valleys up to 15 km from the vent. The total quantity of ashes ejected was estimated up to 7 km³.

The surrounding highly populated area within a radius of 30 km from the crater was seriously affected mainly by the ashfall and subsequently by the mudflows, mobilized by the heavy monsoon rains, which caused the destruction of villages, of the road network and other facilities, and the collapse of agriculture and breeding activities, demolishing the economy of the area.

In the article a close view of the human and economical aspects of the calamity affected area is presented.

Università di Urbino, Istituto di Geografia Interfacoltà.