

I vulcani di fango di Paternò e Belpasso sul versante sud occidentale del Monte Etna (Sicilia)

*Mud volcanoes of Paternò and Belpasso
on the south western slope of Mount Etna (Sicily Italy)*

MAMMINO P. (*)

RIASSUNTO - I vulcani di fango sono strutture che si generano in seguito a fenomeni di vulcanesimo sedimentario caratterizzate dall'emissione di fango, salamoie e gas. La loro formazione è dovuta alla risalita di fluidi sottoposti a sovrappressione, lungo discontinuità nella crosta terrestre. I vulcani di fango mostrano diverse morfologie in funzione della viscosità del fango emesso. Le strutture che si generano sono instabili e possono trasformarsi in seguito a fenomeni eruttivi ed erosivi.

In questo lavoro verranno descritti tre vulcani di fango situati nel basso versante sud-occidentale del Monte Etna: le Salinelle dei Cappuccini, o dello Stadio, e le Salinelle del Fiume, che si trovano nel territorio di Paternò, e le Salinelle di San Biagio, o del Vallone Salato, che si trovano invece nel territorio di Belpasso.

PAROLE CHIAVE: Sicilia, Monte Etna, Vulcano di fango, Idrocarburi, Anidride carbonica, Metano

ABSTRACT - Mud volcanoes are geological structures formed as a result of the emission of mud, brines and gas on the Earth's surface. Their formation is due to the presence of deep over-pressured fluids that escape upward through discontinuities in the crust.

Mud volcanoes reveal different morphologies depending on the viscosity of the mud emitted. These structures are instable and can be modified by erupting activity and weathering. In this work three mud volcanoes are described. They are located on the low south-western flank of Mt Etna, in Sicily, in the area of Paternò ("Salinelle dei Cappuccini o dello Stadio" and "Salinelle del Fiume") and Belpasso ("Salinelle di San Biagio o del Vallone Salato").

KEY WORDS: Sicily Italy, Mount Etna, Mud volcanoes, Hydrocarbons, Carbon dioxide, Methane

1. - INTRODUZIONE

I vulcani di fango sono strutture geologiche che si formano in seguito all'emissione di materiale argilloso sulla superficie terrestre (KOPF, 2002). Essi rientrano nella categoria dei processi sedimentari in cui si verificano periodiche estrusioni in superficie di una miscela di idrocarburi liquidi e gassosi, acqua e materiale solido (generalmente fango) originatasi in profondità.

L'elemento principale, attraverso il quale avviene la fuoriuscita del maggior volume di sedimento, è il condotto di emissione centrale, che talora può presentare delle ramificazioni laterali secondarie (fig. 1). Il materiale emesso dai vulcani di fango prende generalmente il nome di breccia fangosa (DIMITROV, 2002), composta da una prevalente matrice argillosa mista ad una miscela di frammenti di roccia di varia natura e dimensioni.

Raggiunta la superficie, il materiale emesso dal condotto tende a fluire, seguendo la morfologia del terreno e formando delle colate di breccie fangose assimilabili alle colate laviche prodotte dai vulcani ignei. Si riscontrano talvolta strutture a corde molto regolari, simili a quelle osservabili sui campi di lava pahoehoe, e argini laterali creati dal fango stesso che rapprende ai bordi (MAMMINO, 2014).

(*) Geo Etna Explorer - Escursioni sull'Etna, Via Genova 49, 95127 Catania (Italia)

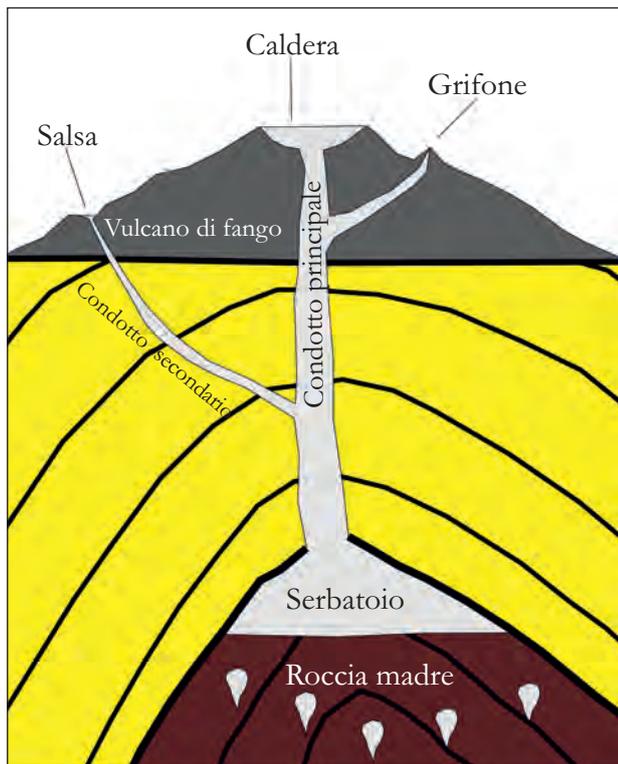


Fig. 1 - Sezione schematica di un vulcano di fango (da DIMITROV, 2002, modificato)
 - Schematic section of a mud volcano (from DIMITROV, 2002, modified).

La morfologia dei vulcani di fango dipende fortemente dalle caratteristiche della breccia fangosa emessa (DIMITROV, 2002). La sovrapposizione delle diverse colate dà generalmente luogo alla costruzione di un edificio conico con pareti laterali tanto più acclivi quanto più aumenta la viscosità del materiale eruttato.

Nel caso in cui la breccia fangosa sia particolarmente ricca in acqua, il cono tende ad assumere una forma poco inclinata, poiché le colate tendono a diffondersi su aree ampie e distanti dal punto di emissione. Il condotto di emissione, nella sua parte sommitale, dà di norma vita ad una struttura a caldera. Si tratta di una struttura depressa che si forma in seguito a eventi di emissione parossistica oppure per cedimento dovuto alla progressiva rimozione di materiale.

Talvolta l'attività eruttiva non è collegata ad un condotto ben definito (MAMMINO, 2014). In questo caso la fuoriuscita di sedimenti, acqua e gas avviene attraverso strutture differenti.

L'elemento principale è sicuramente rappresentato dai grifoni (KOPF, 2002), piccoli coni che sono responsabili dell'emissione del maggior volume di fango. Le polle, o *mud pools*, sono depressioni dove avviene la fuoriuscita di fango estremamente fluido. Esse possono raggiungere una elevazione dal livello del terreno non superiore a pochi centi-

metri. Le salse, invece, sono crateri secondari in cui gorgoglia acqua altamente salina, quasi sempre priva di elementi solidi in sospensione.

Le dimensioni dei vulcani di fango sono molto variabili: i coni eruttivi possono essere di pochi centimetri di altezza, così come possono essere alti diverse decine di metri, occupando, in questo caso, superfici a scala chilometrica (KOPF, 2002).

La maggior parte dei vulcani di fango è collocata in zone caratterizzate da una tettonica di tipo compressivo, laddove due placche tettoniche si scontrano. Tuttavia, si possono trovare esempi di vulcanismo di fango anche in bacini con elevati tassi di sedimentazione, come ad esempio grandi delta fluviali (DIMITROV, 2002).

Condizione essenziale affinché si sviluppino dei vulcani di fango è l'esistenza in profondità di un livello sorgente per i sedimenti in risalita. Tale livello è generalmente costituito da spesse successioni di sedimenti fini poco consolidati e relativamente fluidi, che presentano una densità minore rispetto alle rocce sovrastanti. Tali successioni si depositano quando la sedimentazione è rapida ed abbondante. In tali condizioni l'espulsione dei fluidi interstiziali non avviene in modo completo. Il forte carico litostatico, allorché ulteriori sedimenti vi si depositano sopra, dà luogo ad un incremento nella pressione che genera sovrappressioni e migrazione dei fluidi (KOPF, 2002).

Le spinte tettoniche, soprattutto quelle compressive, tendono a ridurre il volume interno dei pori, con conseguenti ulteriori incrementi di pressione. La pressione può essere inoltre incrementata dalla deidratazione della componente argillosa, come per esempio la trasformazione della montmorillonite o della smectite in illite.

Un'ulteriore condizione affinché i fluidi possano migrare è la formazione di idrocarburi. La loro genesi, infatti, dà un contributo importante all'aumento della pressione interstiziale all'interno dei sedimenti, favorendone di conseguenza la loro migrazione (KOPF, 2002). Gli idrocarburi gassosi, migrando dalla zona di produzione verso la superficie, sono sottoposti ad una separazione in funzione della massa molecolare. Il metano, essendo dotato di una massa molto minore rispetto agli altri idrocarburi, raggiunge la superficie più velocemente rispetto ai gas più pesanti.

Affinché si generi un serbatoio, dove i fluidi possano concentrarsi, è necessaria la presenza di strutture anticlinali. Spesso la presenza di fratturazioni e faglie alla culminazione delle anticlinali costituisce una via preferenziale per la migrazione e la fuoriuscita dei fluidi in superficie.

I più noti vulcani di fango si trovano nell'area mediterranea, in Asia meridionale, in Giappone, in America settentrionale e centrale, in Nigeria e in Australia e Nuova Zelanda (KOPF, 2002).

In Italia, tali manifestazioni, seppure meno evidenti, ma non per questo poco affascinanti, sono diffuse in particolare nei depositi argillosi dell'Appennino settentrionale: le più note sono quelle di Sassuolo e Nirano (BONINI, 2008).

In Sicilia, oltre alle Macalube di Aragona (Agrigento), le manifestazioni maggiormente conosciute si osservano a Monte Bissani nelle vicinanze di Cattolica Eraclea (Agrigento) e a Terra Pilata e Xirbi in territorio di Caltanissetta.

Nel presente articolo vengono studiati tre gruppi di vulcani di fango ubicati in Sicilia orientale, sul basso versante sud-occidentale dell'Etna: le Salinelle dei Cappuccini, o dello Stadio, e le Salinelle del Fiume, nel territorio di Paternò, e le Salinelle di San Biagio, o del Vallone Salato, nel territorio di Belpasso.

2. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'area in esame ricade tra il basso versante sud-occidentale dell'Etna e la porzione più esterna della Catena Appenninico-Maghrebide siciliana (fig. 2), organizzata secondo un sistema di falde e di scaglie tettoniche sud-vergenti, originatosi a partire dal Miocene inferiore e che investe vari domini paleogeografici già delineatisi a partire dal Mesozoico (MAMMINO, 1997).

L'Orogene Appenninico-Maghrebide converge verso l'Avampaese Ibleo, il quale è costituito da una potente successione prevalentemente carbonatica di età compresa tra il Trias e il Pleistocene

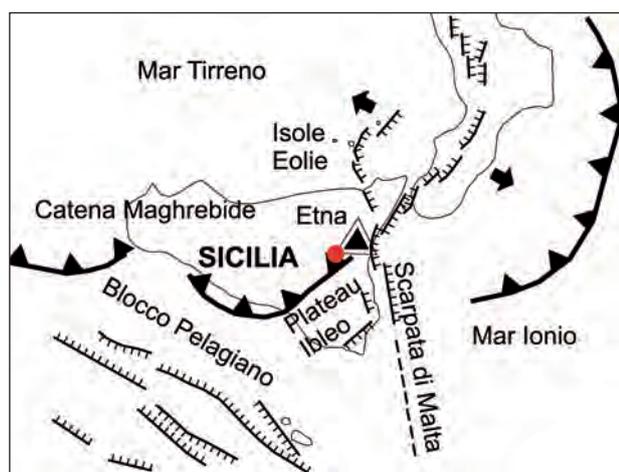


Fig. 2 - Area del Mediterraneo centrale e ubicazione dell'area in esame (cerchio rosso); le frecce indicano la direzione di estensione regionale media, le linee con i trattini le principali faglie normali quaternarie, le linee con i triangoli il fronte del sistema a thrust Siculo-Maghrebide (da MONACO *et alii*, 2010, modificato). - Central Mediterranean area and location of the studied area (red dot); large arrows indicate mean, regional extension direction; lines with bars correspond to main Quaternary normal faults, lines with triangles indicate the front of the Siculo-Maghrebide thrust system (from MONACO *et alii*, 2010, modified).

medio, con intercalazioni vulcaniche basiche a vari livelli (CARBONE *et alii*, 1982).

Nel corso del Pleistocene inferiore si originarono diversi sistemi di fratture con direzione NW-SE, NE-SW e E-W, alla cui intersezione si formò una zona di debolezza crostale che ha consentito la risalita di magmi dal mantello (MONACO & TORTORICI, 2000).

2.1. - GEOLOGIA DELL'AREA

L'area in esame si trova nel settore nord-orientale del Foglio 633 Paternò (CARBONE *et alii*, 2010). Le Unità Sicilidi occupano la posizione strutturale più elevata dell'edificio a thrust (MAMMINO, 1997) e sono rappresentate da due unità tettoniche sovrapposte. L'Unità di M. Salici è quella strutturalmente più bassa ed è costituita dall'alternanza argilloso-quarzarenitica del flysch numidico (Oligocene superiore - Burdigaliano) e da calcilutiti e calcari marnosi appartenenti alla formazione di Polizzi (Eocene inferiore); l'Unità di Nicosia, invece, costituita dalle Argille Varicolori Inferiori, della presumibile età Paleocene - Eocene, occupa la posizione superiore (CARBONE *et alii*, 2010).

In discordanza sui terreni descritti si ritrova la successione argilloso-sabbioso-conglomeratica della formazione Terravecchia (Tortoniano superiore), passante verso l'alto alla successione messiniana data dal Tripoli e dai terreni evaporitici della formazione di Cattolica (CARVENI *et alii*, 2001; CARBONE *et alii*, 2010).

Seguono in discordanza i Trubi, depositi infra-pleistocenici dati da una alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a globigerine.

In discordanza sui terreni del fronte esterno della catena si ritrovano i depositi marini e transizionali dell'avanfossa infra-mediopleistocenica. Essi sono costituiti, dal basso verso l'alto, dalla formazione delle argille grigio-azzurre, dalle sabbie e ghiaie di Villaggio S. Giorgio e dalle ghiaie di M. Tiriti (CARBONE *et alii*, 2010).

Al di sopra dei terreni terziari e del Pleistocene si rinvengono le vulcaniti del basso versante del Monte Etna e i depositi alluvionali della Piana di Catania. In particolare nell'area in cui si ergono i vulcani di fango, affiorano:

- i terreni vulcanici subalcalini della formazione S. Maria di Licodia (sintema Adrano);
- il membro Paternò della formazione Simeto (sintema Timpe);
- colate laviche della formazione Piano Provenzana (sintema Concazze), appartenenti all'attività eruttiva del Vulcano Ellittico;
- colate laviche, di età inferiore a 3,9 ka, della formazione Torre del Filosofo (sintema il Piano).

I depositi alluvionali appartengono sia al sistema Fiume Simeto (subsistema di Schettino, di età suprapleistocenica) che al sistema Piana di Catania, con i subsistemi Regalzie e Gerbini (Pleistocene superiore - Olocene). Chiudono la sequenza stratigrafica i depositi alluvionali recenti ed attuali della Piana di Catania e, in corrispondenza delle numerose sorgenti, piastroni di travertino spessi da 1 a 2 metri (CARBONE *et alii*, 2010).

Da un punto di vista strutturale, l'area in esame è caratterizzata da una brachianticlinale, il cui asse maggiore ha una direzione E-W, che potrebbe essere la struttura che ha permesso l'accumulo, all'interno della sequenza sedimentaria dell'avanfossa pleistocenica, dei fluidi emessi dai vulcani di fango del basso versante sud-occidentale del massiccio etneo (CARVENI *et alii*, 2001).

3. - DESCRIZIONE DEI VULCANI DI FANGO

3.1. - SALINELLE DEI CAPPUCCINI

Le Salinelle dei Cappuccini (o dello Stadio) manifestano la loro attività nella periferia occidentale di Paternò (fig. 3 a), alla base settentrionale di una collina nota con il nome di Conetto dei Cappuccini (CARVENI *et alii*, 2012), che rappresenta i resti di un cono di scorie di notevoli dimensioni appartenente al membro Paternò della formazione Simeto (CARBONE *et alii*, 2010). I fluidi risalirebbero sfruttando il condotto vulcanico (CARVENI *et alii*, 2001).

Da un punto di vista storico, le documentazioni sull'attività delle salinelle sono sporadiche. Nel XIX secolo le attività principali si sono avute nel 1818, 1832, 1848, 1866 e 1878 (CUMIN, 1954). In particolare durante l'eruzione del 1866, gas e fango creavano fontane alte quasi due metri, e le acque raggiungevano una temperatura di 46°C (S, 1866). Tra la fine del 2006 e l'inizio del 2007 l'area è stata interessata da una copiosa risalita di acque fangose (CARVENI & BENFATTO, 2008), mentre ad aprile 2013 si è assistito all'apertura di piccole bocche in punti molto distanti dall'area principale di emissione (MAMMINO, 2014), con la nascita di piccole salse sull'asfalto della strada che attraversa le salinelle nella porzione nord-orientale.

Il gas prevalentemente emesso dalle Salinelle dei Cappuccini è il diossido di carbonio (CO²), con concentrazioni talvolta superiori al 95%, seguito dal metano (CH⁴) intorno al 4% (ETIOPE *et alii*, 2002).

Le acque fangose emesse hanno una elevata salinità. Le salamoie, che possono raggiungere una

salinità di 70-75 g/l, sono di origine marina, anche se i rapporti anomali tra magnesio e cloro e tra litio e cloro inducono a pensare ad una forte interazione tra le acque e le rocce (CHIODINI *et alii*, 1996). Secondo AMICI *et alii* (2013), le temperature delle salamoie oscillano tra 20°C e 40°C.

3.2. - SALINELLE DI SAN BIAGIO

Le salinelle di San Biagio, dette anche Salinelle del Vallone Salato (fig. 3 b), si trovano in territorio di Belpasso e si impostano su un substrato costituito dalla formazione delle argille grigio azzurre (CARBONE *et alii*, 2010).

Le acque hanno una elevata salinità e temperature comprese tra 16°C e 19°C (CARVENI *et alii*, 2012).

La concentrazione di diossido di carbonio emesso corrisponde a circa 65%, mentre quella del metano è di circa il 35% (ETIOPE *et alii*, 2002).

La risalita dei fluidi sarebbe da collegare ad una struttura distensiva orientata N20E (CARVENI *et alii*, 2001).

Nei primi mesi del 2005 sono state registrate modeste emissioni di fango molto denso che hanno dato luogo a numerose colate la cui morfologia risultava essere molto simile alle strutture vulcaniche delle colate di lava pahoehoe: il fango, che scorreva tra due argini laterali alti pochi centimetri, generava infatti strutture a corde ben delineate (fig. 4).

3.3. - SALINELLE DEL FIUME

Il piccolo vulcano di fango delle Salinelle del Fiume (fig. 3 c), in territorio di Paternò, si trova in prossimità di un affioramento di rocce vulcaniche supra-pleistoceniche appartenenti alla formazione di Piano Provenzana (CARBONE *et alii*, 2010).

L'attività eruttiva è molto scarsa. Un evento importante è avvenuto nel periodo compreso tra novembre e dicembre 1999, quando il vulcano più occidentale ha emesso delle acque ricche in carbonati che hanno depositato incrostazioni di travertino (CARVENI *et alii*, 2001).

Sono state eseguite delle misurazioni del pH delle acque emesse. Il valore è prossimo a 6 (CHIODINI *et alii*, 1996). La salinità delle acque è molto simile a quella delle Salinelle dei Cappuccini.

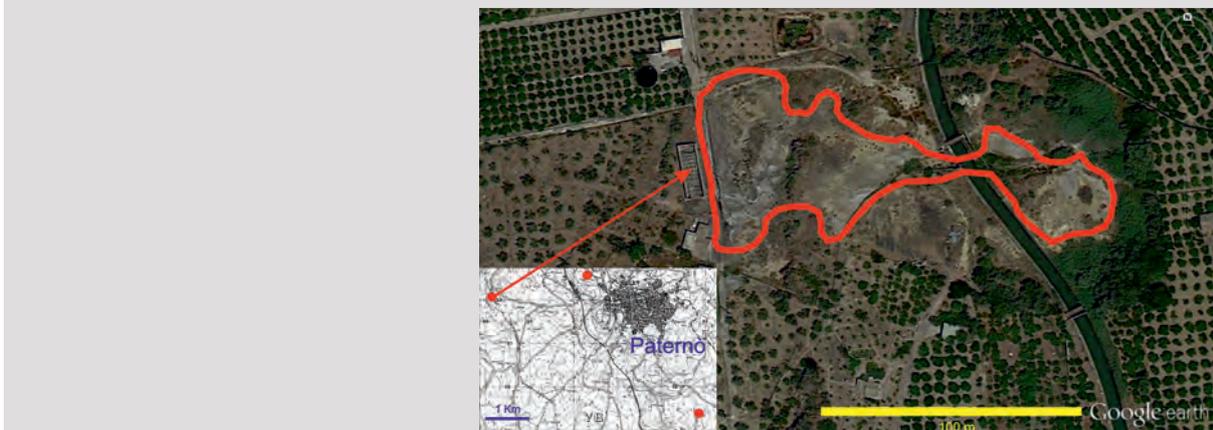
Analisi effettuate sulla CO² emessa in questa salinella, così come nelle altre salinelle precedentemente descritte, rivelano l'origine magmatica di questo gas, anche se non sono da escludere interazioni con le rocce carbonatiche del basamento (CHIODINI *et alii*, 1996). La via di risalita dei fluidi del vulcano di fango coincide con un preesistente condotto vulcanico (CARVENI *et alii*, 2001).



a



b



c

Fig. 3 - a: Localizzazione delle Salinelle dei Cappuccini o dello Stadio; b: Localizzazione delle Salinelle di San Biagio o del Vallone Salato; c: Localizzazione del Fiume. (Fonte Google Earth e IGM).
 - a: Localization of Salinelle dei Cappuccini o dello Stadio mud Volcano; b: Localization of Salinelle di San Biagio o del Vallone Salato mud volcano; c: Localization of Salinelle del Fiume mud volcano. (From Google Earth and IGM).

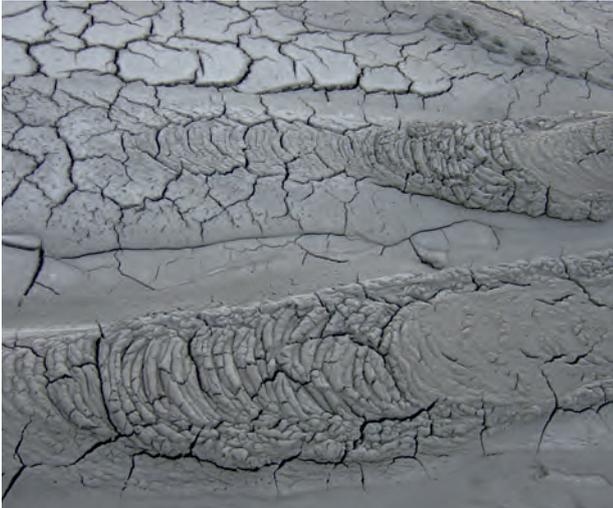


Fig. 4 - Colata di fango con strutture a corde (maggio 2005).
- Mud flow with cordate structure (May 2005).

4. - GUIDA ALL'ESCURSIONE

L'escursione proposta prevede la visita dei tre vulcani di fango che si ergono sul basso versante sud-occidentale del massiccio etneo (fig. 5). Il percorso sarà effettuato spostandosi con automezzi e, ove necessario, effettuando brevi tratti a piedi.

Percorrendo la SS 121, provenendo da Catania, si esce a Valcorrente-Motta Sant'Anastasia. Dopo 250 metri ci si immette in una rotatoria. Si esce alla

terza uscita e si prosegue per 1,3 km. Si svolta a sinistra e si prosegue per 2 km sulla SP 15. All'incrocio ci si sposta sulla destra sulla SS 135. Si procede per quasi 900 metri, fino a raggiungere, sulla sinistra, un cancello grigio. A questo punto si prosegue a piedi e, superato il cancello, si procede per circa 200 metri, attraversando un tratto di terreno, inizialmente spoglio e successivamente impiantato ad ulivi. Superato un piccolo filare di fichidindia ci si trova di fronte alle salinelle di San Biagio.

La visita di questo vulcano di fango (ma anche degli altri due) richiede l'uso di stivali impermeabili e di bastoncini da *trekking*. I primi sono indispensabili per accedere all'area interna alle salinelle, a causa della estesa presenza di fanghi melmosi; i secondi si rivelano molto utili per saggiare il terreno su cui si cammina, in quanto è talvolta così fluido da rischiare di sprofondare pericolosamente. Si consiglia inoltre, per lo stesso motivo, di non avventurarsi da soli nella visita dei vulcani di fango, ma in piccoli gruppi.

4.1. - STOP 1

Le Salinelle di San Biagio o del Vallone Salato occupano un'area di circa 5000 m² e sono caratterizzate da un numero variabile di grifoni (fig. 6 a), polle (fig. 6 b) e salse (fig. 6 c) su un unico edificio conico la cui altezza è di circa 10 metri rispetto al

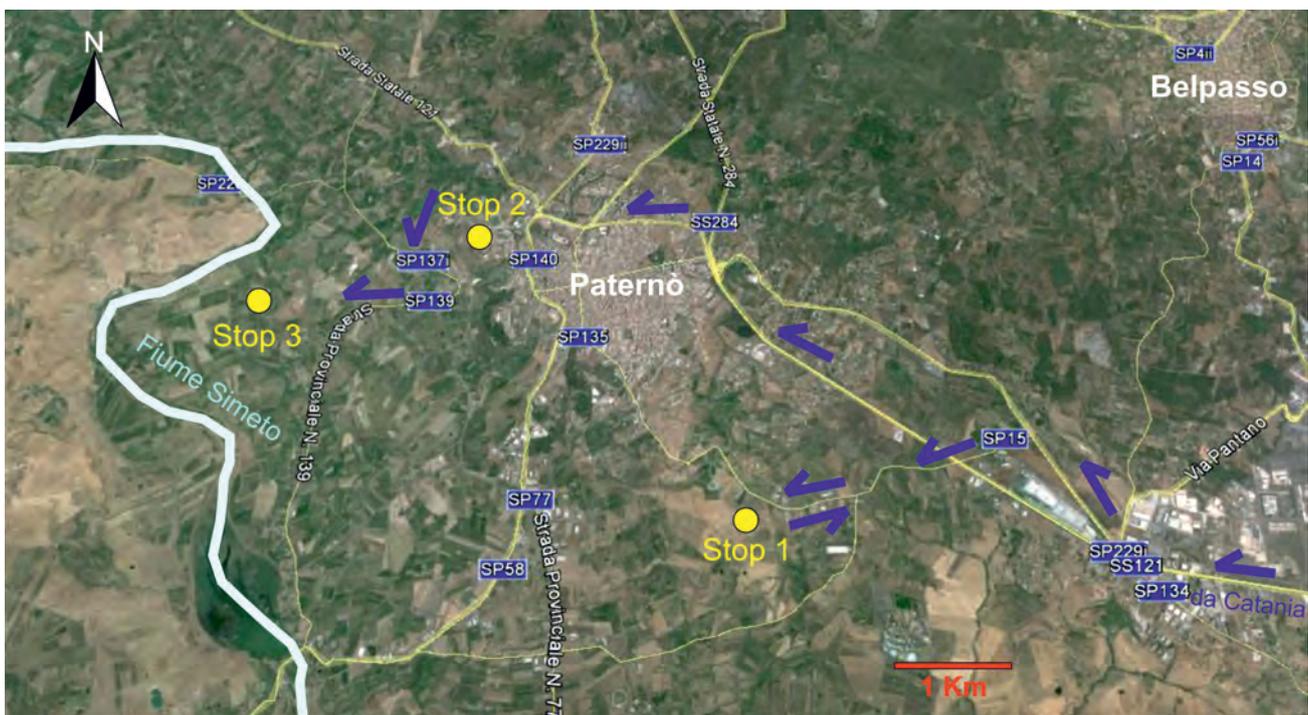


Fig. 5 - Ubicazione degli stop descritti nel testo (fonte Google Earth e IGM).
- Mud flow with cordate structure (from Google Earth, modified).



Fig. 6 - a: Grifoni sulla Salinella di San Biagio; b: Polla in attività sulla Salinella di San Biagio; c: Salsa sul fianco meridionale della Salinella di San Biagio.
 - a: *Gryphons on Salinelle di San Biagio mud volcano; b: Active mud pool on Salinelle di San Biagio mud volcano; c: Salsa lake on the southern slope of Salinelle di San Biagio mud volcano.*

preesistente piano di campagna (fig. 7). I diversi punti di emissione sono distribuiti lungo tre direzioni sui fianchi del vulcano di fango. In particolare, nel corso di un sopralluogo effettuato a fine 2014, è stato possibile osservare numerose piccole salse nel settore nord-orientale, delle salse di dimensioni variabili sul settore sud-orientale e grifoni e polle, che emettevano piccole quantità di bitume e di petrolio misto al fango, nel settore occidentale.

Le salamoie che fuoriescono dalle salse generano piccoli solchi dovuti all'erosione del materiale fangoso essiccato (fig. 8 a).

Il materiale fangoso delle colate, una volta consolidato, indurisce generando un vasto reticolo di fratture di contrazione (fig. 8 b).

Sono inoltre evidenti i fenomeni erosivi meteorici, che danno luogo a forme calanchive sui versanti del vulcano di fango, in particolare su quello settentrionale (fig. 8 c).

Delle incrostazioni saline consolidate, con tracce di ossidi di ferro, sono state osservate all'interno dell'incisione del vallone Salato, subito a sud delle Salinelle (fig. 8 d).

Ritornati in macchina, si torna indietro e, superato il ponte sulla SS121, si prosegue per 350 metri.



Fig. 7 - Il cono principale della Salinella di San Biagio.
- *Main cone of Salinelle di San Biagio mud volcano.*

Si svolta a destra e, dopo aver percorso circa 700 metri, ci si immette nuovamente sulla SS121. Si prosegue per 4 km in direzione Paternò, uscendo a Paternò nord. Si passa al di sotto della SS 121 e all'incrocio si svolta a destra. Si prosegue per 2 km, dopodiché, giunti ad una rotonda, si imbecca la quarta uscita. Si percorre Via Nazario Sauro per 300 metri. Alla rotonda si esce alla prima uscita percorrendo Via Acque Grasse per quasi 400 metri. Ci si trova, a questo punto, di fronte alla Salinella dei Cappuccini.

4.2. - STOP 2

Le Salinelle dei Cappuccini sono facilmente individuabili in quanto ubicate in prossimità dello stadio comunale di Paternò. In alcuni punti, l'accumulo delle emissioni delle bocche eruttive produce zone paludose in cui è facile sprofondare per decine di centimetri. Si ribadisce pertanto la necessità di indossare gli stivali di gomma per ovviare a qualsiasi inconveniente connesso all'attraversamento dell'area. La zona interessata dalle salinelle si presenta come un campo molto ampio, completamente inondato da un sottile velo di acqua gal-

leggiante su uno strato più spesso di fango chiaro. I depositi fangosi ricoprono un'area allungata in direzione est-ovest di quasi 400 metri per 100 - 200 metri. L'area ricoperta dai depositi fangosi è di circa 35000 m². Il campo in questione è attiguo alla strada comunale che serve la zona e spesso le acque delle salinelle interessano anche la zona asfaltata. Il terreno si presenta otticamente brillante, come una superficie ben verniciata, per effetto del sottile velo di acqua che lo ricopre. In esso, a causa della forte salinità delle emissioni, non sono presenti essenze vegetali.

Il settore sud-orientale è più rialzato di circa 4 metri rispetto alle aree circostanti più pianeggianti (fig. 9). La sommità di questa parte di salinella è inattiva dal 1991 (CARVENI *et alii*, 2001). L'attività principale attualmente si manifesta nella parte centrale dell'area ricoperta di fango, con numerose salse e polle (fig. 10 a), il cui numero varia continuamente in funzione dell'attività eruttiva più o meno intensa.

La presenza di solfuri e di ossidi di ferro produce colorazioni a volte intense in prossimità dei punti di emissione (fig. 10 b).

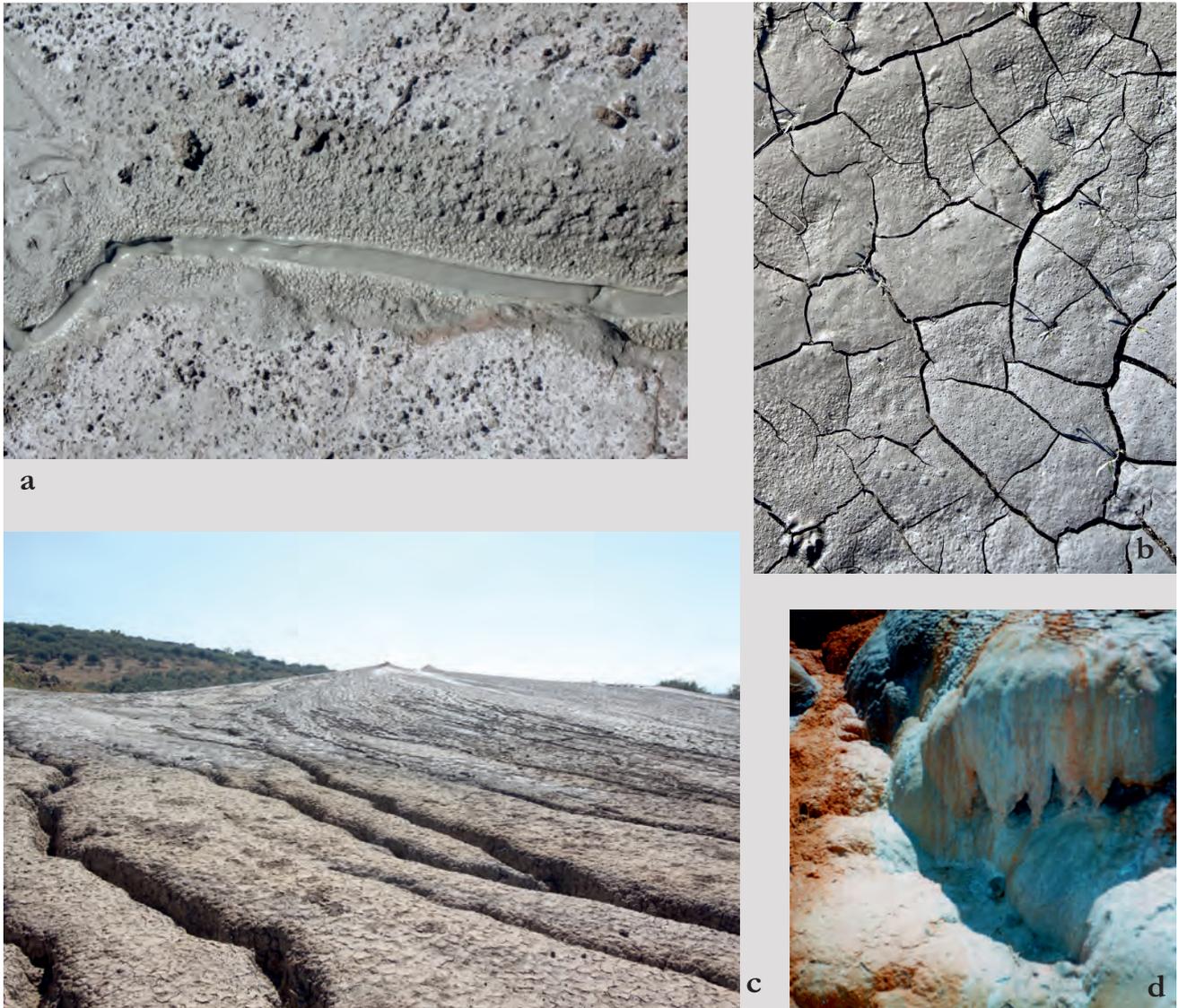


Fig. 8 - a: Solco erosivo creato dalla salamoia che sgorga da una salsa; b: Fratture di contrazione nel fango consolidato; c: Forme erosive sul versante settentrionale della Salinella di San Biagio; d: Incrostazioni saline.
 - a: Gully created by brine gushing from a salsa lake; b: Mud cracks on consolidated mud; c: Erosive shapes on the northern slope of Salinella di San Biagio mud volcano; d: Salt incrustations.

Tornando indietro di 600 metri, giunti alla rotonda si esce alla quarta uscita (Via delle Gemme) e si prosegue per 1,7 km. Si svolta a sinistra sulla SP 139 e si prosegue per 1 km. A questo punto si svolta a destra, procedendo per 1,3 km. Quasi alla fine del tratto asfaltato, si imbecca una stradina sulla sinistra e ci si ferma dopo pochi metri. In prossimità di una sbarra rossa, si prosegue a piedi lungo un sentiero lungo 200 metri e ci si trova davanti alla porzione occidentale delle Salinelle del Fiume.

4.3. - STOP 3

Le zone interessate dai fenomeni di vulcanesimo sedimentario si sviluppano lungo una direzione est-ovest per quasi 200 metri e sono

caratterizzate dall'esistenza di due condotti, che generano due zone eruttive separate da un canale artificiale.

In tempi passati l'attività delle Salinelle del Fiume doveva essere più intensa, poiché è possibile osservare, nelle zone periferiche dei vulcani di fango, depositi travertinosi contenenti abbondanti tracce di idrocarburi.

Attualmente l'attività consiste di piccole emissioni di salamoie da salse il cui diametro è sempre inferiore a 5 cm (fig. 11 a). Queste sono principalmente distribuite nelle porzioni periferiche della salinella occidentale, dove sono inoltre visibili emissioni di fluidi ricchi in ossidi di ferro (fig. 11 b). Sul fianco ovest il deposito travertinoso è più spesso e consistente (fig. 11 c), mentre su quello est le salse sono attualmente più attive. Superato



Fig. 9 - Cono principale delle Salinelle dei Cappuccini.
- *Main cone of Salinelle dei Cappuccini mud volcano.*

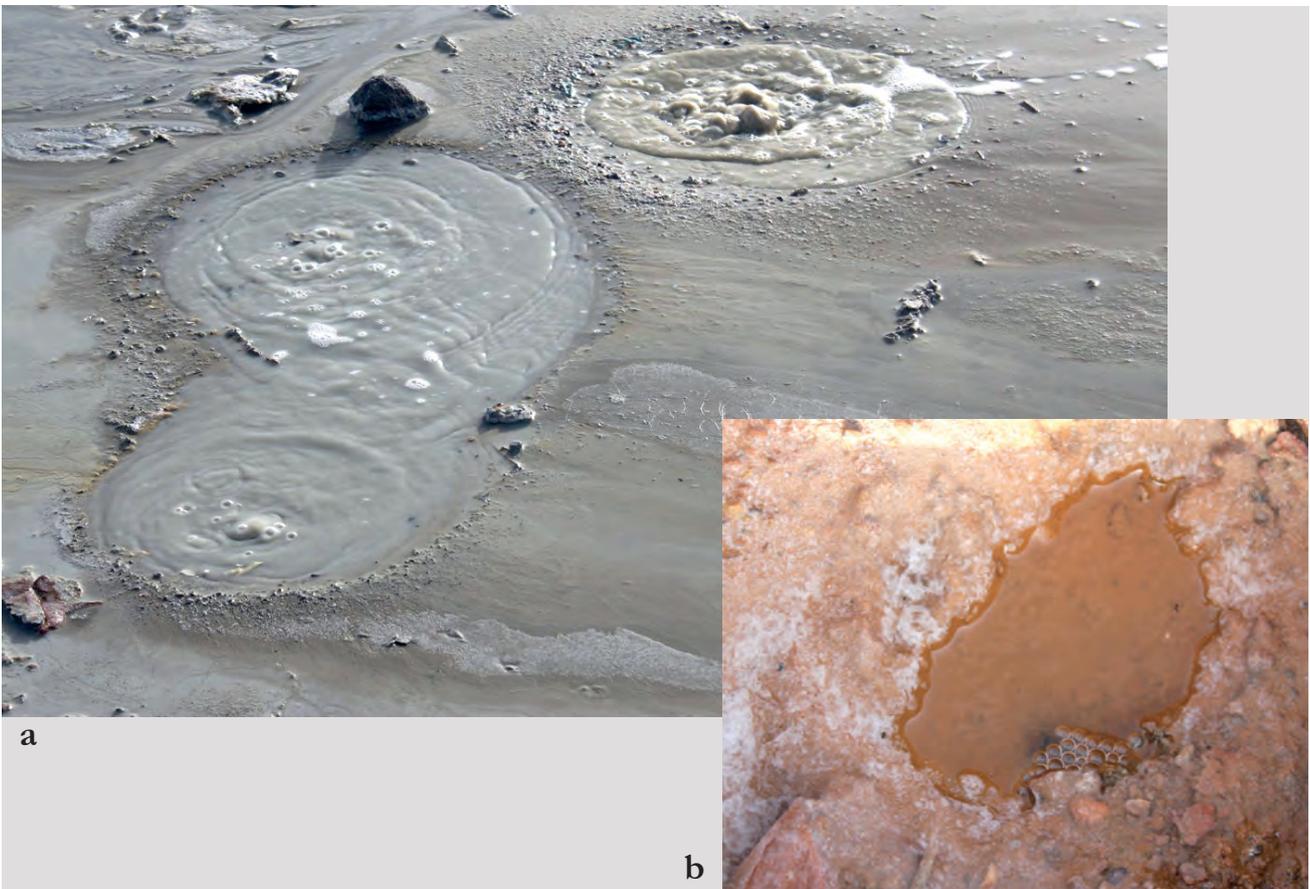


Fig. 10 - a: Salse gorgoglianti delle Salinelle dei Cappuccini; b: Salamoia ricca in ossidi di ferro in una salsa delle Salinelle dei Cappuccini.
- *a: Gushing salsa lake on Cappuccini mud volcano; b: Brine rich in iron oxides in a salsa lake on Salinelle dei Cappuccini mud volcano.*



Fig. 11 - a: Salamoia, emessa da piccole polle che scorre lungo i fianchi della Salinella del Fiume; b: Salamoia ricca di ossidi di ferro che scorre sul pendio occidentale delle Salinelle del Fiume; c: Deposito di travertino sulla Salinella del Fiume.
 - a: Brine rich in iron oxides on Salinelle del Fiume mud volcano; b: Brine, gushing from small salsa lake, flows along the sides of the Salinelle del Fiume mud volcano; c: Deposits of travertine on Salinelle del Fiume mud volcano

un ponte metallico su un canale si possono visitare le salinelle orientali. Queste sono meno attive delle precedenti. Anche qui sono comunque visibili alcune piccole salse e depositi di travertino.

A differenza degli altri siti visitati, le Salinelle del Fiume sono debolmente colonizzate da una comunque scarsa vegetazione arbustiva; inoltre sulla parte sommitale della salinella occidentale, in cui affiorano le lave della formazione Piano Provenzana, crescono spontaneamente delle piante di ficodindia.

5. - CONCLUSIONI

Nell'area compresa tra i territori di Paternò e Belpasso, sul basso versante sud-occidentale del Monte Etna, sono ubicati tre vulcani di fango denominati Salinelle di San Biagio, o del Vallone Salato, Salinelle dei Cappuccini, o dello Stadio, e Salinelle del Fiume. I primi due vulcani sono più estesi e presentano un'attività pressoché costante, anche se periodicamente si osserva una intensificazione dei fenomeni eruttivi. Sono presenti numerosi punti di emissione, sotto forma di grifoni, polle e salse. Il terzo vulcano di fango mostra una debole attività ed è il meno esteso. La caratteristica principale di quest'ultimo vulcano è la presenza di strati travertinosi con tracce di idrocarburi.

BIBLIOGRAFIA

- AMICI S., TURCI M., GIAMMANCO S., SPAMPINATO L. & GIULIETTI F. (2013) - *UAV Thermal Infrared Remote Sensing of an Italia Mud Volcano*. *Advances in Remote Sensing*, **2** (4): 358-364, 7 figg., Amsterdam.
- BIANCA M., MONACO C., TORTORICI L. & CERNOBORI L. (1999) - *Quaternary normal faulting in southeastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake*. *Geophys. J. Int.*, **139**: 370-394, 21 figg., 2 tabb., Oxford.
- BONINI M. (2008) - *I vulcani di fango Emiliani: retrospettiva e prospettive*. *Geoitalia*, **22**: 12-21, 7 figg., Roma.
- CARBONE S., GRASSO M. & LENTINI F. (1982) - *Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal Cretaceo al Quaternario*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **24**: 367-386, 9 figg., Roma.
- CARBONE S., LENTINI F. & BRANCA S. (2010) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50000 - Foglio 633 Paternò*. ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, 160 pagg., 44 figg., 11 tabb., Roma.
- CARVENI P., BARONE F., BENFATTO S., IMPOSA S. & MELE G. (2012) - *Mud volcano fields in the Mt. Etna area (eastern Sicily)*. In: C. GIUSTI (Ed.), *Geomorphosites 2009: raising the profile of geomorphological heritage through iconography, inventory and promotion*, Paris Sorbonne Université, 54-60, 5 figg., Parigi.
- CARVENI P., BENFATTO S. & STURIALE G. (2001) - *Aspetti geologici e geomorfologici dei vulcani di fango del basso versante sud-occidentale etneo ed ipotesi sulla loro genesi*. *Il Quaternario*, **14** (2): 117-130, 17 figg., 3 tabb., Roma.
- CARVENI P. & BENFATTO S. (2008) - *I vulcani di fango di Paternò e Belpasso, sul basso versante sud-occidentale dell'Etna*. *Geoitalia*, **22**: 8-11, 10 figg., Roma.
- CHIODINI G., D'ALESSANDRO W. & PARELLO F. (1996) - *Geochemistry of gases and waters discharged by mud volcanoes at Paternò, Mt. Etna (Italy)*. *Bull. Volcanol.*, **58**: 51-58, 6 figg., 4 tabb., Berlino.
- CUMIN G. (1954) - *Le Salinelle di Paternò e la loro attuale attività*. *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali*. Ser. 4, **2** (9): 515-528, 5 figg., 2 tabb., Catania.
- DIMITROV L.I. (2002) - *Mud volcanoes - the most important pathway for degassing deeply buried sediments*. *Earth-Science Reviews*, **59**: 49-76, 13 figg., 2 tabb., Amsterdam.
- ETIOPE G., CARACAUSI A., FAVARA R., ITALIANO F. & BACIU C. (2002) - *Methane emission from mud volcanoes of Sicily (Italy)*. *Geophysical Research Letters*, **29** (8): 1-4, 2 figg., 2 tabb., Hoboken.
- KOPF A.J. (2002) - *Significance of mud volcanism*. *Reviews of Geophysics*, **40**: 1-52, 10 figg., 3 tabb., Hoboken.
- LENTINI F. (1982) - *The geology of the Mt. Etna basement*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **23**: 7-25, 11 figg., Roma.
- MAMMINO P. (1997) - *Rilevamento del settore occidentale della Tavolera Paternò (F° 269 I SE)*. Tesina sperimentale di laurea, 52 pagg., 28 figg., 1 tav., Catania.
- MAMMINO P. (2014) - *I vulcani di fango della Sicilia*. *Agorà*, **50**: 90-95, 13 figg., Catania.
- MONACO C., DE GUIDI G. & FERLITO C. (2010) - *The Morphotectonic map of Mt. Etna*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **129** (3), 408-428, Roma.
- MONACO C. & TORTORICI L. (2000) - *Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily*. *Journal of Geodynamics*, **29**: 407-424, 3 figg., 2 tabb., Amsterdam.
- SILVESTRI O. (1866) - *Le salse e la eruzione fangosa di Paternò (Sicilia); Osservazioni e ricerche*. Stabilimento tipografico C. Galatola, 30 pagg., Catania.