



## **IL SISTEMA GROTTA DEL FUMO - MACCHIA GIALLA – GROTTA DELL'ARCO**

*Gaetano Giudice e Angela Privitera*

Centro Speleologico Etneo, via Cagliari 15 - 95127 Catania, Italia

### **Riassunto**

Questo lavoro descrive le esplorazioni effettuate all'interno delle gallerie formatesi nella zona sommitale dell'eruzione del 1991-93. Sono state scoperte nel 1994 tre grotte nel canale principale di scorrimento, la Grotta del Fumo (2375 m slm), la Macchia Gialla (2275 m slm) e la Grotta dell'Arco (2220 m slm), ma solo nella primavera del 1995 è stato possibile accedere alla galleria di scorrimento lavico dal pozzo della Macchia Gialla, a causa delle alte temperature e dei vapori presenti in gran quantità fino a quel momento. In seguito è stato possibile esplorare in parte anche la Grotta del Fumo, dove si è osservata la presenza di depositi salini sul pavimento e di un regolare flusso vaporoso sul soffitto della cavità, che ha impedito la prosecuzione verso monte a causa della sua elevata temperatura (circa 57°C). Infine è stata esplorata, sempre parzialmente, la Grotta dell'Arco, ancora invasa nella parte a valle da vapori caldi, ma percorsa fino ad un dislivello in cui le condizioni ambientali diventavano proibitive. Dei brevi lavori di scavo hanno permesso di collegare fra loro le cavità già nel 1995, ma il fondo del sistema è stato raggiunto solo nella primavera del 1997, dopo il superamento di un pozzo ancora saturo di vapore ad oltre 30°C. Più recentemente, nell'estate del 1999, è stato oltrepassato il limite superiore dell'esplorazione alla Grotta del Fumo, raggiungendo probabilmente la zona di innesto della galleria di scorrimento con la frattura eruttiva e addirittura effettuando una rapida discesa nei primi metri della stessa frattura. Avendo osservato durante questa ultima ricognizione, ad oltre 6 anni dalla fine dell'eruzione, sia la persistenza del flusso vaporoso, che l'incremento dei depositi salini, viene tentata una prima ipotesi sulla dinamica del fenomeno di concrezionamento.

### **Avvicinamento**

Seguendo lo sterrato della Forestale che partendo dalle vicinanze del bivio tra la S.P. 92 - Provinciale Zafferana-Rifugio Sapienza - e la strada per Tardaria (tale crocevia è situato un paio di chilometri ad est del rifugio Sapienza) si raggiunge la Schiena dell'Asino, sull'orlo SO della valle del Bove. Giunti alla Lapide Malerba s'inizia a costeggiare la valle seguendo, sulla sinistra, una traccia di sentiero che si mantiene in quota. Superato il Canalone della Montagnola si prosegue poi la marcia lungo un percorso con piccole salite e discese fino a giungere in vista della colata 1991-93. Si risale quindi su quest'ultima fino a quota 2400 dove si apre la voragine della Grotta del Fumo. Tempo di percorrenza circa 3 ore.

### **Storia delle esplorazioni e descrizione della cavità**

La frattura apertasi nel dicembre 1991 a quota 2400 nel versante occidentale della valle del Bove riversò una enorme quantità di lava nel ripido pendio sottostante, formando rapidamente un profondo canale di scorrimento; in breve tempo poi, la parte esterna del canale si consolidò chiudendosi a galleria. La saldatura del tubo lavico non fu però totale; nella volta del tunnel restarono infatti alcune fenditure, larghe soltanto pochi metri, da cui spesso fuoriuscivano spruzzi di lava incandescente. Al termine dell'eruzione, nel marzo 1993, sulla superficie del tubo lavico non saldatosi del tutto, apparivano ancora tre spaccature da cui usciva vapore in abbondanza.



Una prima prospezione nella zona per individuare i punti di accesso alla galleria che si sperava percorribile, è stata effettuata da tre speleologi del Centro Speleologico Etneo nel gennaio del '94, ed in quell'occasione si scoprirono gli accessi della *Grotta dell'Arco*, della *Macchia Gialla* e della *Grotta del Fumo*, valutandoli percorribili non appena la temperatura e le dense volute di vapore si fossero attenuate.

Nella primavera del 1995 il CSE ha portato avanti la campagna di esplorazione, nel corso della quale si è avuto modo di osservare fenomeni molto interessanti da diversi punti di vista.

Dall'ingresso della *Macchia Gialla* si è potuta raggiungere una galleria di circa 450 metri di lunghezza, con dislivello complessivo di circa 200 metri, presentante 3 ingressi a pozzo alle quote di 2375 (ingresso della *Grotta del Fumo*), 2275 (ingresso della *Macchia Gialla*) e 2220 metri (ingresso della *Grotta dell'Arco*). Brevi disostruzioni hanno permesso di collegare tratti diversi di galleria e rendere del tutto percorribile dall'interno tale grotta. Le pendenze medie nella galleria sono elevatissime, sull'ordine dei 40 gradi. Dal punto di vista morfologico si tratta di una tipica galleria di scorrimento lavico da elevata pendenza, molto simile alla parte alta della galleria dei Tre Livelli (Corsaro et al., 1995), con sezione a tratti a forma di *pagoda*, larga in basso e stretta in alto.

La sua peculiarità risiede invece nei fenomeni osservati nella sua parte più sommitale. Subito a monte dell'ingresso più alto, la galleria cambia improvvisamente inclinazione, e la pendenza si attesta al di sotto di 5 gradi. Procedendo verso monte, lasciandosi alle spalle la voragine di ingresso, si accede ad una ampia galleria lunga una trentina di metri dalle morfologie ancora di scorrimento, come testimoniano i doppi balconcini di lava alle pareti, segno inequivocabile della presenza di un livello abbastanza costante di lava che deve aver riempito parzialmente la galleria per un tempo abbastanza lungo. Il soffitto di questa galleria è stato trovato nel '95 saturo di vapore caldo, a partire da poco più di 2 metri da terra. Tale vapore scorre lentamente sullo stesso soffitto fino a raggiungere all'esterno la voragine, da cui fuoriesce lentamente. Ancora più a monte la galleria si innesta in un cunicolo di circa un metro di diametro, sul soffitto del quale scorre, quasi in guisa di ruscello a gravità invertita, il vapore descritto prima, mentre subito al di sotto del livello di scorrimento medesimo, sono presenti abbondanti segni di concrezionamento del tutto simili a quelli osservati nel 1994 alla *Grotta Cutrona* (Giudice e Leotta, 1995; Forti et al., 1995). La composizione di questo vapore sembra principalmente caratterizzata da vapore d'acqua e CO<sub>2</sub> (il campionatore Draeger impiegato ha fornito concentrazioni dell'ordine dell'1% vol. di CO<sub>2</sub> e tracce di CO), comunque immergendovi una fiamma essa si spegne quasi immediatamente con la produzione di un curioso rumore di sfrigolio. All'interno del cunicolo, nella primavera del '95, la temperatura superava i 40°C al di sotto del limite del vapore, mentre all'interno di esso sono stati misurati fino a 58°. Nella galleria più larga è stata rilevata una temperatura di circa 25° con Rh pari al 73% al di sotto della zona satura di vapore. Non si è potuta proseguire l'esplorazione a monte del cunicolo poiché a circa 10 metri dal suo imbocco il vapore saturava interamente l'ambiente, anche se si intuiva, sbirciando oltre il fumo, che la grotta continuava allargandosi a dimensioni forse transitabili in piedi.

In effetti soltanto nel corso di una ricognizione svolta all'inizio dell'estate del 1999 si è riusciti a superare il cunicolo. In quella occasione è risultato problematico anche l'accesso alla galleria di ingresso della stessa *Grotta del Fumo*.

- |  |  |
|--|--|
| - Sigla catastale: SICT 1236   | - Comune: Zafferana Etnea              |
| - Sinonimi: della <i>Macchia Gialla</i> , dell' <i>Arco</i>                      | - Anno Eruzione: 1991-93               |
| - Località: Sasso del Goliardo   | - Sviluppo: 450 m                      |
| - Dati Carta I.G.M.: Serie 25, Foglio 625,<br>Sezione IV, Sant'Alfio, Ediz. 1993 | - Dislivello totale: 200 m             |
| - <b>Fumo</b> Longitudine: 15° 00' 52" E   | - Quota s.l.m.: 2375 m, 2275 m, 2220 m |
| - <b>Macchia Gialla</b> Longitudine: 15° 00' 57" E                               | - Latitudine: 37° 43' 40" N            |
| - <b>Arco</b> Longitudine: 15° 01' 01" E   | - Latitudine: 37° 43' 39" N            |
| - Rilievo: (1999) G.Garozzo, G.Giudice, A.Marino,<br>A.Privitera, G.Tomasello    | - Latitudine: 37° 43' 38" N            |
|  | - Zona Parco: A                        |

Tabella 1: Dati catastali

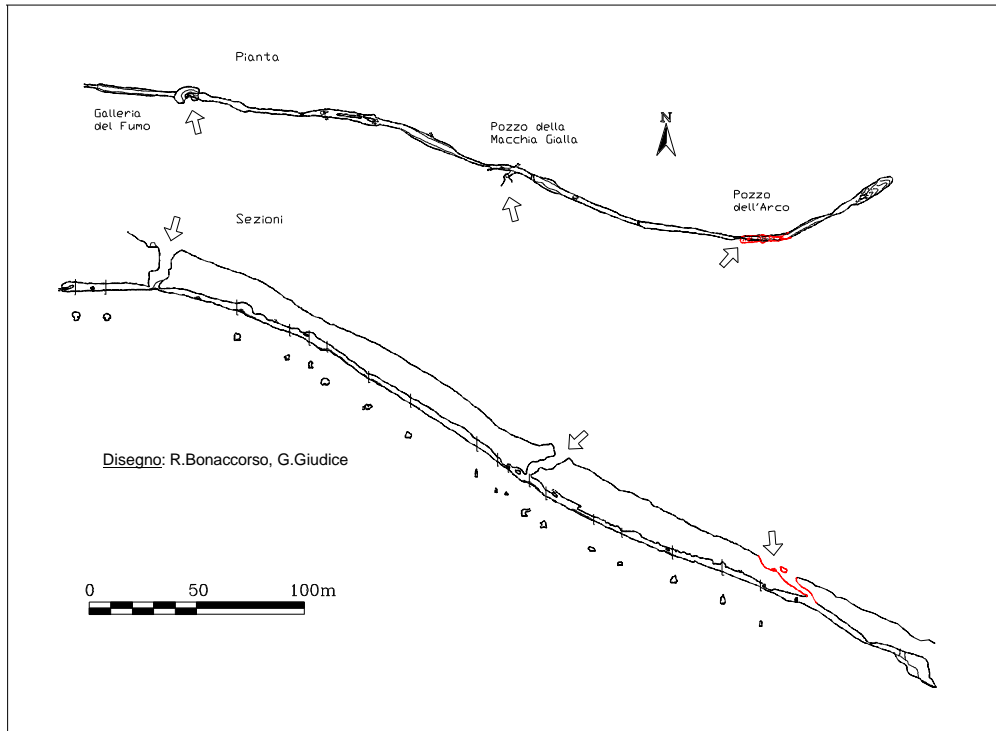


Fig. 1

Infatti si è osservato alla base del pozzo di ingresso un ingente accumulo di detriti, provenienti sia da crolli delle pareti del pozzo, sia da frane generate dal disgelo nei pendii acclivi a monte dello stesso ingresso. L'accumulo ha reso impossibile il transito verso valle, cioè nella direzione della Macchia Gialla: la cavità quindi risulta attualmente da questo punto divisa in due tronconi. Il transito verso monte è stato comunque ripristinato dopo una breve disostruzione. Raggiunto il cunicolo limite delle esplorazioni del 95, esso risultava ancora invaso da vapore, la cui temperatura si era però abbassata fino a circa 40°C, mentre al suolo sotto il limite del vapore sono stati misurati circa 23°. Nella galleria ampia che riporta all'ingresso la temperatura rilevata si aggirava ora sui 13°C. Proseguendo oltre il cunicolo si è sbucati in una sala alta e larga oltre 3 metri, satura di vapore ad oltre 42°C di temperatura, tanto che la respirazione risultava difficoltosa. Più oltre è stata eseguita solo una rapida ricognizione, superando un pianerottolo lungo circa 3 metri, un dislivello in discesa di circa 1.5 metri e quindi un tratto di galleria in discesa con pendenza di circa 40 gradi, per non più di 5 metri. Alcuni metri più in basso si è notato che la galleria precipita in un ambiente decisamente verticale, restringendosi fino ad un diametro di circa un metro. Una forte corrente di aria torrida e satura di vapore proviene dal pozzo, di cui è risultato impossibile stimare la profondità. La ulteriore progressione comunque dovrà avvenire con l'ausilio di una corda.

La morfologia descritta di questa zona sommitale della grotta e la quota raggiunta, pari a quella in cui sono state indicate dagli studiosi le bocche effusive, almeno nella fase centrale e terminale della eruzione, fanno ritenere plausibile l'ipotesi di avere raggiunto la zona di innesto tra la galleria di scorrimento lavico e la frattura eruttiva, e di avere forse percorsa in parte la zona sommitale della stessa frattura. Una morfologia simile del resto la si può osservare anche nella zona sommitale della Grotta dei Tre Livelli (Corsaro et al., 1995), dove tuttavia la frattura eruttiva non risulta percorribile perché occlusa.

Sono state eseguite altre interessanti osservazioni nel corso dell'esplorazione descritta, è stata infatti notata la presenza di suggestive mineralizzazioni, depositate in particolare nella zona del cunicolo, in cui il pavimento assume a tratti un intenso colore blu cobalto, che spicca nel candore delle mineralizzazioni circostanti. Tali depositi sono stati riscontrati solo al di sotto del limite visibile del vapore. A valle della voragine dell'ingresso alto, a cui attualmente si può accedere

solo dall'ingresso della Macchia Gialla, dato la presenza dell'accumulo detritico descritto, la galleria si sviluppa con una morfologia particolare: il tunnel scende infatti rapidamente diventando non solo molto stretto, ma anche notevolmente alto ed ondulato, con le pareti finemente striate dal passaggio della lava che tendeva ad approfondire per erosione il fondo costituito da materiali piroclastici fini.

Il superamento di una delle due strettoie disostruite nel 1995 consente il passaggio nella *Galleria della Macchia Gialla* che presenta, nel suo tratto centrale, il pozzo da cui si entrò nella cavità per effettuarne la prima esplorazione.

Qualche decina di metri oltre, si raggiunge la seconda delle strettoie a suo tempo stasate che immette nella *Galleria dell'Arco*; alta un paio di metri essa scende comodamente fino al pozzo omonimo. Poco più a valle di quest'ultima verticale, il condotto di scorrimento diventa molto ripido. Anche in questa zona, la parte più a valle della grotta, a quota inferiore ai 2000 m, l'esplorazione si è arrestata inizialmente (1995) alla sommità di un dislivello valutato sui 15 metri, di percorribilità impossibile a causa delle condizioni avverse di umidità (100%RH) e di temperatura (oltre 50°C).

Soltanto nella primavera del 1997 si è potuto raggiungere il fondo attuale della grotta, in un ambiente ancora saturo di vapori ad oltre 30°C, caratterizzato dalla presenza di due scivoli paralleli molto inclinati, dal dislivello di oltre 10 metri, superabili solo in corda, che si ricongiungono nella sala finale chiusa verso il basso da scorie saldate.

Un dato curioso: a questa quota era situata la zona che fu teatro delle operazioni di deviazione (e di *trombosi* con i blocchi di calcestruzzo...) nella primavera del 1992. Chissà che il futuro non ci riservi l'esplorazione della prima grotta nel calcestruzzo rifuso, in tal caso la cavità si chiamerà certamente *Grotta della Trombosi*...

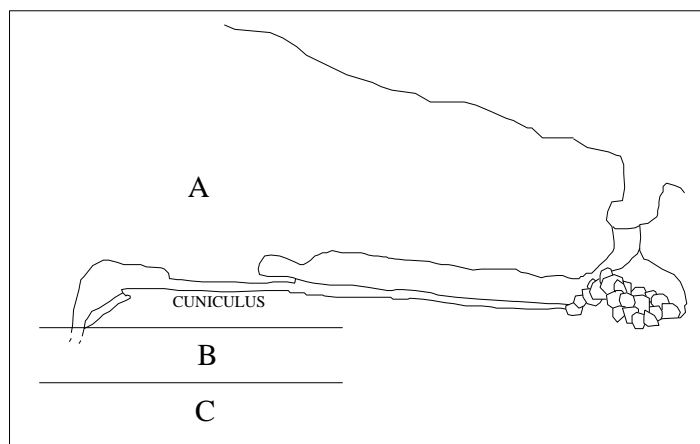


Fig. 2

### Osservazioni e prime ipotesi sulla evoluzione del concrezionamento

Le visite effettuate dal 1995 al 1999 alla Grotta del Fumo ci hanno permesso di effettuare alcune interessanti osservazioni sulla dinamica del concrezionamento in tale cavità. Ci limitiamo a riportare la situazione relativa al cunicolo evidenziato in Figura 2.

In tutte le visite di cui è stata fatta oggetto la cavità, si è riscontrata in prossimità del soffitto del cunicolo la presenza di un flusso vaporoso diretto verso l'esterno della cavità, inoltre in tale settore non è mai stata notata una significativa presenza di concrezioni. Invece nella zona sottostante al vapore, presso il pavimento del cunicolo, sin dalla prima ricognizione si sono potuti osservare notevoli depositi di concrezioni.

La temperatura media nelle varie sezioni della grotta è diminuita di circa 15-20 gradi centigradi dal '95 al '99. Ciò ha causato il regresso quasi totale del concrezionamento nelle parti più esterne



mentre i cambiamenti all'interno del cunicolo sono stati veramente minimi (vapore sul soffitto, concrezioni sul pavimento).

Relativamente alle parti più interne della cavità non sono purtroppo disponibili osservazioni precedenti al 99.

La presenza costante delle concrezioni e del flusso vaporoso nel cunicolo, mentre altrove il concrezionamento regrediva, ci ha stimolato a formulare delle ipotesi sulle possibili cause del fenomeno stesso.

Partiamo dall'ipotesi che inizialmente, subito dopo la fine dell'eruzione, l'intera massa della colata sia molto ricca di sali (P.Forti et al., 1994), e l'acqua piovana non riesce a penetrare a causa della temperatura ancora molto elevata della roccia.

Il raffreddamento superficiale permette con l'andar del tempo all'acqua di penetrare fino ad una certa profondità (limite tra zona A e zona B), portando in soluzione i sali. Se lungo la discesa è presente una cavità con opportune condizioni di umidità e temperatura, i sali si possono depositare così da formare le concrezioni. Tale situazione rende bene conto di quanto riscontrato nella zona A di Figura 2 nel 1995.

È ipotizzabile che le infiltrazioni di acqua piovana facciano diminuire con il tempo la concentrazione dei sali a partire dalle zone più superficiali, fino a rendere irrilevante in tali settori il contributo al concrezionamento di eventuali cavità sottostanti, anzi l'acqua riporterebbe in soluzione i sali precedentemente depositati, facendo regredire rapidamente il concrezionamento stesso. Questo fenomeno è stato ampiamente osservato alla grotta Cutrona (G.Giudice e A.Leotta, 1995) e alla Grotta del Salto della Giumenta. Sarebbe il caso della zona A (Fig.2) nel 1999, ma secondo questo semplice meccanismo nel cunicolo sotto esame il concrezionamento nel 99 dovrebbe essere assente o in via di regressione. Le osservazioni rendono conto invece di un concrezionamento ancora attivo nel 99.

Di seguito proponiamo una possibile spiegazione di tale incongruenza ("Ipotesi di concrezionamento da aerosol").

Dopo la prima fase in cui supponiamo che la zona A di Figura 2 si sia impoverita di sali, l'acqua, continuerebbe il suo moto verso il basso, portando in soluzione i sali presenti in zone (zona B di Figura 2) che in precedenza non erano state coinvolte dal fenomeno descritto, e che sono praticamente "vergini". Le zone ancora più profonde (zona C, Figura 2) non verrebbero coinvolte nel fenomeno, restando a maggior ragione "vergini". Con il solito meccanismo, incontrando altre zone di cavità con umidità e temperatura opportune, l'acqua "arricchita" potrebbe depositare concrezioni, ma anche trasformarsi in vapore, che continuerebbe a trasportare una certa quantità di sali (sotto forma di aerosol), i quali verrebbero così veicolati di nuovo verso l'alto. Infatti la densità dell'aria scaldata dalle pareti di roccia ancora molto calda, risulterebbe molto inferiore di quella presente all'esterno, pertanto si innescerebbe un moto ascendente nella galleria (effettivamente osservato), e spostandosi un certo volume d'aria calda, una uguale quantità di aria più fredda la rimpiazzerebbe, venendo risucchiata dall'esterno tramite il reticolo di fratture di cui è disseminata la colata. A questo punto l'aerosol, nel suo moto ascendente potrebbe incontrare delle zone relativamente più fredde, ma non tanto da impedire uno stabile concrezionamento, e depositare sulle pareti o sul pavimento della cavità una parte di quei sali che trasportava, contribuendo così ad un concrezionamento da aerosol (P.Forti et al., 1994), diverso da quello che potremmo definire "gravitativo" della prima fase.

Diversamente da quanto ipotizzato da Forti nel 1994, e cioè che la genesi dell'aerosol fosse di origine primaria (vapori fumarolici), noi riteniamo invece che sia determinato dall'infiltrazione di acqua piovana arricchita di sali e quindi vaporizzata in ambiente ipogeo.

La forte corrente d'aria presente nelle zone di strettoia, ed è proprio il caso del cunicolo in esame, contribuirebbe al concrezionamento da aerosol, favorendolo e velocizzandolo. Un apporto ulteriore alla formazione delle concrezioni sul pavimento del cunicolo, potrebbe essere dovuto allo stillicidio proveniente dal vapore condensato sul soffitto, che non avrebbe le condizioni necessarie a formare stalattiti, a causa della umidità sopra il limite di condensazione (il che spiegherebbe





l'assenza di concrezioni sul soffitto), ma che, precipitando sulle stalagmiti sottostanti, troverebbe condizioni favorevoli al concrezionamento.

Un'altra spiegazione potrebbe essere basata sull'ipotesi che anche nel 1999 la zona A contribuisca significativamente all'arricchimento dell'acqua di infiltrazione, continuando a conservare una sufficiente concentrazione di sali. In tal modo la presenza del concrezionamento dipenderebbe unicamente dalle condizioni di umidità e temperatura presenti nei vari tratti di galleria. Così mentre nella zona di ingresso ci sarebbero state nel '99 le condizioni per il dilavamento e la regressione delle concrezioni, nella zona del cunicolo, sotto il limite del vapore, ci sarebbe stata ancora la possibilità di avere deposizione. Il meccanismo fondamentale di deposizione sarebbe quindi quello "gravitativo".

In realtà si ritiene che entrambi i meccanismi, quello gravitativo e quello da aerosol, contribuiscano alla deposizione delle concrezioni. Nelle fasi iniziali il primo avrebbe certamente un ruolo preponderante essendo le condizioni più favorevoli, mentre col passare del tempo e con l'alternarsi delle stagioni piovose invece aumenterebbe l'importanza del secondo meccanismo, sino a costituire probabilmente l'unico fattore di incremento delle concrezioni.

Per concludere descriviamo un semplice dispositivo sperimentale, consistente in un tubo disposto sul pavimento del cunicolo con asse parallelo allo stesso e contenente un piccolo ostacolo in guisa di stalattite, che consentirebbe di verificare il reale contributo del solo effetto dell'aerosol, in quanto il tubo stesso impedirebbe allo stillicidio di raggiungere l'ostacolo posto al suo interno. Purtroppo è quasi certo che in futuro sarà impossibile raggiungere la galleria di accesso alla cavità, a causa dei frequenti crolli e del materiale trasportato in seguito al disgelo. Sarebbe necessario un lungo lavoro di scavo e di consolidamento per rendere accessibile senza problemi la cavità, ma la grande distanza dalla strada e l'impervio itinerario di avvicinamento renderebbero quasi proibitiva l'impresa.



3

Fig. 3 - Grotta del Fumo:  
Pozzo d'ingresso.



4

Fig. 4 - Grotta del Fumo:  
Concrezioni all'ingresso  
del cunicolo.



5



6



7



8



9



10

Fig. 5 – Bocca e colata lavica 1991-93: 1-Grotta del Fumo 2-Macchia Gialla 3-Grotta dell’Arco  
 Fig. 6 - Grotta del Fumo: Concrezioni e vapore nel cunicolo nel 1995  
 Fig. 7 - Grotta del Fumo: Galleria nel 1999  
 Fig. 8 - Grotta del Fumo: Concrezioni e vapore nel cunicolo nel 1999  
 Fig. 9 - Grotta del Fumo: Vapore nella galleria nel 1995  
 Fig. 10 - La Macchia Gialla: Pozzo d’ingresso nel 1999



## Bibliografia

- CORSARO, R., GIUDICE, G., PUGLISI, G, 1995, *Il sistema Tre Livelli Ktm: Studio comparato di una colata con gallerie di scorrimento lavico*; Atti del I convegno regionale di speleologia della Sicilia; Ragusa, Italy 1990; vol. II, pp. 66-76.
- GIUDICE, G., LEOTTA, A.,1995, *La Grotta Cutrona (MC1)*; Atti del II Convegno Regionale Siciliano di Speleologia, Catania, Italy, 1994, Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Catania; vol.27, # 348, pp. 213-230;
- FORTI, P., GIUDICE, G., MARINO, A., ROSSI, A.,1995, *La Grotta Cutrona (MC1) sul Monte Etna e le sue concrezioni metastabili*; Atti del II Convegno Regionale Siciliano di Speleologia, Catania, Italy, 1994, Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Catania, Italy; vol.27, # 348, pp. 125-151;