

Emissioni gassose sottomarine nel tratto costiero prospiciente Tor Caldara (Lazio meridionale, Italia)

Submarine shallow-water gas vents facing Tor Caldara (Southern Latium, Italy)

MANCINELLA D.(*), MANTERO D.(*), TESTARDI M.(*)

RIASSUNTO - L'area di Tor Caldara è interessata dalla diffusa presenza di manifestazioni gassose legate all'attività secondaria del Vulcano Laziale, che si impostano in corrispondenza di faglie di estensione regionale. Alcune emissioni gassose si trovano anche sui fondali antistanti la falesia. I punti di emissione gassosa sottomarina presentano caratteristiche differenti a seconda della natura del substrato geologico. Le emissioni impostate su fondo sabbioso sono infatti caratterizzate dalla presenza di ossidi metallici precipitati, che formano un deposito di forma subcircolare centrato sul punto di emissione. Le emissioni impostate su substrato coerente, invece, ospitano colonie filamentose di solfobatteri appartenenti ad un nuovo genere e ad una nuova specie qui identificati.

PAROLE CHIAVE: fondale marino, emissione fluida, vulcanismo, acque costiere, solfatara, solfobatteri

ABSTRACT - The Tor Caldara area is affected by the widespread rising of endogenous gases, linked to the secondary activity of the Vulcano Laziale, which are set in connection with regional faults. Some gaseous emissions are also found on the seabed facing the cliffs. Submarine gas vents have different characteristics depending on the nature of the geological substrate. Gas vents set on the sandy bottom are characterized by the presence of precipitated metal oxides, making a sub-circular shaped deposit centered on the emission point. Gas vents set on a coherent substrate, on the other hand, host filamentous colonies of sulphobacteria belonging to a new genus and to a new species, identified here.

KEY WORDS: volcanism, shallow-water, solfataras, sulphobacteria, fluid emission, ocean floors

1. - INTRODUZIONE

L'area di Tor Caldara, tutelata da una Riserva Naturale Regionale, è interessata da numerose ed estese emissioni gassose legate all'attività secondaria del distretto vulcanico Albano. Alcune emissioni gassose sono situate anche nel tratto di mare prospiciente la falesia, ad una profondità non superiore ai 3,5 metri e ad una distanza di qualche centinaio di metri dalla costa (fig. 1).

Le caratteristiche mineralogiche ed ecologiche dell'ambiente circostante i punti di emissione gassosa sono condizionate dalla natura incoerente oppure coerente del fondale.

2. - L'AREA DI TOR CALDARA: BREVE INQUADRAMENTO GENERALE

Istituita con la legge n. 50 del 1988 dalla Regione Lazio, la Riserva Naturale Regionale Tor Caldara custodisce, tra le altre, alcune valenze di notevole rilevanza per ciò che riguarda il patrimonio geologico. L'area è sede di manifestazioni tardive con venute gassose, connotate da forti contrasti cromatici.

In un habitat fitoforestale di tipo xerico prevalente si aprono antiche aree estrattive legate allo sfruttamento dei minerali contenuti nei sedimenti della duna antica e delle argille e ghiaie plio-plei-

(*) Regione Lazio – Direzione Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette Via del Pescaccio 96-98, 00166 - Roma



Fig. 1 - Ubicazione delle emissioni gassose sottomarine.
- Location of the submarine gas vents.

stoceniche, livelli permeati dalla risalita di gas ricchi, tra gli altri, in zolfo (fig. 2).

Lo zolfo, impiegato nell'ambito dello Stato Pontificio per la produzione di coloranti tessili, veniva estratto dai sedimenti tramite processi di riscaldamento/decantazione che venivano attuati tramite la realizzazione di forni e l'utilizzo di appositi contenitori fittili detti "caldane", da cui il toponimo Torre delle Caldane mutato successivamente in Tor Caldara (MANTERO, 1995).

L'attività idrotermale ha favorito con tutta probabilità, congiuntamente ai sistemi di riscaldamento delle acque tramite combustione di prodotti vegetali, il funzionamento delle terme di pertinenza di una villa costiera di età imperiale indagata nei decenni scorsi e localizzata proprio al di sotto ed in prossimità della Torre cinquecentesca (GIACOPINI, 2003).

Le ghiaie di origine fluviale presenti nei sedimenti pleistocenici, spesso utilizzate quali materia prima nelle diffuse attestazioni delle industrie litiche di modo 1, 2, e 3 e tardo preistoriche (Paleolitico inferiore, medio e superiore e Oloceniche), presentano il cortice e le superfici di distacco ricoperti da una caratteristica patina bruna dovuta a processi di mineralizzazione dello zolfo. I suoli de-

terminano localmente l'esistenza di specie legate alle emissioni gassose come le praterie ad *Agrostis albula* e i popolamenti del rarissimo zigolo termale (*Cyperus polystachyos*), la cui presenza a Tor Caldara costituisce, unitamente alla stazione di Ischia, l'unica attestazione in ambito mediterraneo.

3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Lungo il margine tirrenico il vulcanismo Laziale, appartenente alla Provincia Comagmatica Romana, è attivo dal Pleistocene superiore, con carattere alcalino-potassico ed eruzioni prevalentemente esplosive (DE RITA *et alii*, 1995).

Dal Messiniano superiore al Pliocene inferiore, successivamente alla fase di raccorciamento crostale coincidente con la formazione della catena appenninica, si verifica una fase distensiva che riutilizza in parte le stesse discontinuità tettoniche originatesi durante la fase compressiva (SALVINI, 1991; FACCENNA *et alii*, 1994).

Questi lineamenti tettonici, rimasti attivi dal Pleistocene superiore sino al limite con l'Olocene (FUNICIELLO *et alii*, 1992), sono tuttora da con-



Fig. 2 - Rigonfiamento del terreno causato dalla risalita di gas endogeni nella Riserva Naturale Regionale Tor Caldara.
- Ground swelling caused by the rise of endogenous gases in Tor Caldara Regional Natural Reserve.

siderarsi sistemi capaci di riattivazione con generazione di terremoti che possono risentirsi anche nell'area romana (GASPARINI *et alii*, 1991; PANTOSTI & VELONÀ, 1991).

La complessa rete di lineamenti strutturali a prevalente carattere distensivo costituisce una via preferenziale di risalita di fluidi profondi (TARCHINI, 2009), con risorgenze termali, manifestazioni gassose, deposizione locale di travertini e sviluppo di *sinkhole*.

Le manifestazioni gassose sottomarine situate nel tratto di mare prospiciente la falesia di Tor Caldara (fig. 3), sono quindi inquadrabili all'interno dell'esteso circuito idrogeologico costituito da zone di risalita di fluidi endogeni allineati lungo direttrici tettoniche che, attraverso la Solforata di Pozzania, giungono fino ad Ardea.

4. - LE EMISSIONI GASSOSE SOTTOMARINE DI TOR CALDARA

La presenza di emissioni gassose sottomarine nei pressi di Tor Caldara (fig. 4) è nota da tempo presso la popolazione locale, a causa anche della facilità d'individuazione dovuta alla modesta profondità del fondale ed alla vicinanza alla riva. Ad esempio ANTONELLI *et alii* (2010), in una pubbli-

cazione divulgativa riguardante le solfatare del Lazio, ne segnalano la presenza nei fondali antistanti la Riserva Naturale.

Sono state individuate due distinte zone di emissione gassosa: la prima su substrato sabbioso, indicata in figura 1 come punto 1 e avente coordinate Lat.: 45°57'20.57" N - Long.: 231°88'68.17" E; la seconda su substrato roccioso, indicata in figura 1 come punto 2 e avente coordinate: Lat. 45°57'68.9" N - Long. 231°88'41.92" E.



Fig. 3 - Falesia antistante le emissioni sottomarine.
- Cliff facing submarine gas vents.



Fig. 4 - Emissione gassosa sottomarina in risalita.
- Rising submarine gas vent.

Non sono state effettuate analisi della composizione dei gas sottomarini emessi ma, vista la loro evidente appartenenza all'ampio areale compreso tra Lavinio e Anzio (ANTONELLI *et alii*, 2010), con ottimo livello di confidenza è possibile ipotizzare che essi presentino CO₂ come gas principale ed un contenuto minore di altre sostanze come H₂S, N₂, CH₄ e ²²²Rn, come evidenziato da molti autori (CHIODINI & FRONDINI, 2001; ANNUNZIATELLIS *et alii*, 2003; CARAPEZZA *et alii*, 2003; TUCCIMEI *et alii*, 2006).

I punti di emissione gassosa presentano caratteristiche differenti a seconda della natura del substrato geologico. Le emissioni su fondo sabbioso sono infatti caratterizzate dalla presenza di ossidi metallici precipitati, che formano un deposito di forma subcircolare centrato sul punto di emissione e di colore nettamente più scuro rispetto alle sabbie circostanti (figg. 5, 6). Tali punti di emissione appaiono grossomodo allineati lungo un tratto di circa 10 m di lunghezza, a testimonianza della loro probabile origine in corrispondenza di un lineamento tettonico.



Fig. 5 - Depositi mineralizzati di forma sub-circolare.
- Sub-circular shaped mineral deposits.



Fig. 6 - Emissioni gassose su fondo sabbioso. Profondità: circa 3 metri.
- Gas vents on the sandy bottom. Depth: approximately 3 meters.

Le emissioni su fondo roccioso sono caratterizzate dalla presenza di colonie bentoniche filamentose di solfobatteri (fig. 7). PATWARDHAN & VETRIANI (2016), hanno identificato questi organismi come batteri mesotermi, anaerobi facoltativi e chemiolitoautotrofi facoltativi e, dopo aver effettuato un'analisi genetica, hanno istituito un nuovo genere ed una nuova specie: *Varunaivibrio sulfuroxidans*.

Il substrato roccioso su cui si impostano tali colonie batteriche è costituito prevalentemente da argille sabbiose del Pliocene, le stesse che affiorano alla base della falesia di Tor Caldara. In alcuni casi, però, esse si impostano su biocostruzioni litoidi derivanti dalla giustapposizione dei tubuli di *Sabellaria alveolata*, un verme polichete.

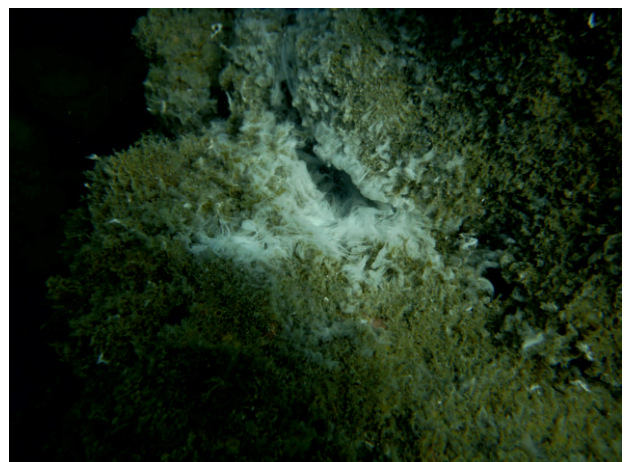


Fig. 7 - Colonie bentoniche filamentose di solfobatteri.
- Benthic filamentous colonies of Sulfobacteria.

5. - CONCLUSIONI

L'area di Tor Caldara è interessata dalla diffusa presenza di manifestazioni gassose legate all'attività secondaria del Vulcano Laziale che si impostano

in corrispondenza di faglie. Alcune emissioni gassose sono presenti anche nel tratto di mare antistante la falesia. Le emissioni impostate su substrato incoerente presentano un deposito di forma circolare centrato nel punto di emissione e costituito da solfuri e ossidi metallici. Le emissioni impostate su substrato coerente, in alcuni casi di origine biotica (*Sabellaria alveolata*), ospitano colonie filamentose di solfobatteri (fig. 7), appartenenti ad un nuovo genere e ad una nuova specie identificati in questo sito.

Ringraziamenti

Si ringraziano per il supporto fornito Vittorio Castellana e Damiano Antonelli (Riserva Naturale Regionale Tor Caldara).

BIBLIOGRAFIA

- ANNUNZIATELLIS A., CIOTOLI G., LOMBARDI S. & NOLASCO F. (2003) - *Short and long-term gas hazard: the release of toxic gases in the Alban Hills volcanic area*. Journ. of Geochem. Exploration, **77**: 93-108.
- ANTONELLI D., ARGENTI E., FATTORI C., MANCINELLA D., MANTERO D., MASTRANDREA N., ORLANDINI R. & TUFANO M. (2010) - *Indagine e ricerca sulla pericolosità connessa all'emissione di gas endogeni nel territorio della Regione Lazio*. INGV - Reg. Lazio, Relazione finale, Parte I: 82-101.
- ANTONELLI D., MANTERO D. & MASTRANDREA N. (2010) - *Tor Caldara*. In: BARBERI F., CARAPEZZA M.L., DE SIMONE G., DIANO G., FISHER C., LELLI M., LUCCHETTI C., MELIAN G., PAGLIUCA N., PEREZ N., RANALDI M., RICCI T., SOLIGO M., TARCHINI L., TUCCIMEI P., VOGEL A. & WEBER K.: "Percorsi geologici nel Lazio - le Solfatare", pp. 49, Ed. Regione Lazio - ARP, Roma.
- CARAPEZZA M.L., BADALAMENTI B., CAVARRA R. & SCALZO A. (2003) - *Gas hazard assessment in a densely inhabited area of Colli Albani volcano (Cava de' Selci, Roma)*. J. Volc. Geoth. Res., **23**: 81-94.
- CHIODINI G. & FRONDINI F. (2001) - *Carbon dioxide degassing from the Alban Hills volcanic region, central Italy*. Chem. Geol., **177**: 67-83.
- DE RITA D., FACCENNA C., FUNICIELLO R. & ROSA C. (1995) - *Stratigraphy and volcano-tectonics*. In: TRIGILA R. (Ed.): "The volcano of the Alban Hills", 33-71, Roma.
- FACCENNA C., FUNICIELLO R. & MARRA F. (1994) - *Inquadramento geologico-strutturale dell'area romana*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **50**: 32-47.
- FUNICIELLO R., MATTEI M. & VOLTAGGIO M. (1992) - *Recent strike-slip faulting and problems of possible reactivation in Rome area*. In: BOSCHI E. & DRAGONI M. (Eds): "Earthquake prediction": 225-236.
- GASPARINI C., FUNICIELLO R., MONTONE P., PAROTTO M. & SALVINI F. (1991) - *Il campo di fratturazione superficiale dei Colli Albani (Roma): implicazioni per un modello sismotettonico dell'area*. In: BOSCHI E. & DRAGONI M. (Eds): "Aree sismogenetiche e rischio sismico in Italia IP", Il Cigno, Roma, 251-258.
- GIACOPINI L. (2003) - *Riserva Naturale Tor Caldara. La villa romana*. In: CANEVA G. & TRAVAGLINI C.M. (Eds): "Atlante storico - Ambientale Anzio e Nettuno", Prov. Roma, Univ. Roma Tre: 336-341.
- MANTERO F.M. (1995) - *Lo zolfo, i chirografi e i boschi*. In: BONIFAZI L., GIACOPINI L., MANTERO D. & MANTERO F.M.: "Tor Caldara. Dalla selva al bosco. Un ambiente, la sua storia, i suoi abitanti", Città di Anzio, RNR Tor Caldara, Reg. Lazio, Prov. Roma, WWF, pp. 198, Viella Ed., Roma.
- PANTOSTI D. & VELONÀ M. (1991) - *Parametri geologici di input per la microzonazione: i caratteri della fratturazione superficiale della città di Roma*. In: BOSCHI E. & DRAGONI M. (Eds): "Aree sismogenetiche e rischio sismico in Italia IP", Il Cigno, Roma: 237-249.
- PATWARDHAN S. & VETRIANI C. (2016) - *Varunaivibrio sulfuroxidans gen. Nov., sp. Nov., a facultatively chemolithoautotrophic, mesophilic alphaproteobacterium from a shallow-water gas vent at Tor Caldara, Tyrrhenian Sea*. Int. Journ. of Syst. and Evol. Microb., **66**: 3579-3584.
- SALVINI F. (1991) - *Tettonica a blocchi in settori crostali superficiali: modellizzazione ed esempi di dati strutturali in Appennino centrale*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1991/2, CRÖP 11: 237-247.
- TARCHINI L. (2009) - *Le emissioni di gas endogeno dei Colli Albani e dell'Isola di Vulcano e valutazione della loro pericolosità*. Tesi di dottorato, Univ. Roma Tre, pp. 155.
- TUCCIMEI P., MORONI M. & NORCIA D. (2006) - *Simultaneous determination of ^{222}Rn ^{220}Rn exhalation rates from building materials used in Central Italy with accumulation chambers and a continuous solid state alpha detector: influence of particle size, humidity and precursors concentration*. Applied Radiation and Isotopes, **64**: 254-263.

