

Estratto dal Vol. XXV, n. 1-2, 2001, serie IV, pp. 15-25

IL NATURALISTA SICILIANO

Organo della Società Siciliana di Scienze Naturali

FRANCO FORESTA MARTIN

EMISSIONI DI VAPORI D'ACQUA E DI GAS ENDOGENI
DA BOCCHE E FESSURE NEI TERRENI DELL'ISOLA DI USTICA





Matrice. A Ustica c'è una formazione geologica che rappresenta il lineamento genetico fondamentale dell'Isola. E' la *Faglia di Arso*, profonda frattura verticale che attraversa in diagonale tutta l'Isola, da Nord Ovest a Sud Est. Affiora in superficie e risulta ben visibile soltanto in Arso, dove si evidenzia prima come un canalone a ridosso della costa, poi come una scarpata che corre parallela alla strada vicinale. La *Faglia di Arso* è il residuo della frattura, sul fondo del Tirreno, da cui emerge il vulcano usticese. Merita di essere inserita nel repertorio dei siti geologi protetti, a cura del Ministero dell'Ambiente.

Cavità comunicanti. Le numerose bocche che presentano emissioni di aria e vapori caldi in contrada Arso, si distribuiscono lungo lo sviluppo della *Faglia di Arso* e delle sue diramazioni laterali. Sembrano costituire un reticolato di cavità in comunicazione con le antiche vie di flusso dei magmi e con le fratture crostali associate.



INTRODUZIONE

Il Centro Studi e Documentazione Isola di Ustica, nel quadro delle attività di valorizzazione del patrimonio naturalistico, archeologico e storico dell'Isola, ha iniziato nel 1997 una campagna per rintracciare e catalogare, nel contesto delle vulcaniti usticesi, i segni lasciati da una passata attività fumarolica che, stando a documenti e tradizioni orali, si sarebbe manifestata, probabilmente in maniera discontinua, almeno fino ai primi anni del 1900, e che poi sembrava essersi esaurita. In pratica, vengono raccolte testimonianze antiche e recenti, sia attraverso la consultazione di documenti, sia attraverso interviste alla popolazione residente; quindi si passa al riconoscimento diretto sul terreno, a opera di V. Ailara e F. Foresta Martin, i quali ricoprono, rispettivamente, le cariche di segretario e presidente del citato Centro Studi.

Negli ultimi decenni l'Isola di Ustica è stata oggetto di numerosi studi di carattere geologico e vulcanologico. Grazie ad essi è stato possibile stabilire che l'Isola rappresenta la cima di un esteso apparato vulcanico che si innalza per circa 2000 m sul fondo del Mar Tirreno Meridionale. L'attività vulcanica usticese è iniziata nel Pleistocene, oltre un milione di anni fa, con la risalita di magmi lungo alcuni punti di fratture distensive sul fondo del Tirreno, prevalentemente orientate E-W e NE-SW (BARBERI *et al.*, 1969; BARBERI & INNOCENTI, 1980; ROMANO & STURIALE, 1971). Queste originarie direttrici tettoniche sono ancora oggi riscontrabili in alcune caratteristiche morfologiche e strutturali di Ustica, come l'allineamento dei principali centri eruttivi e le orientazioni dell'asse di massima elongazione dell'isola, di alcune linee di costa e di alcune faglie (Fig. 1).

A partire da circa mezzo milione di anni fa, con l'accrescersi e l'emergere dell'edificio vulcanico, l'attività è passata da subacquea a subaerea, continuando attraverso numerosi centri eruttivi, la maggior parte dei quali oggi non facilmente riconoscibili; e concludendosi, circa 130.000 anni fa, con le ultime manifestazioni eruttive della Falconiera (DE VITA, 1993), unico vulcano usticese che ancora conserva intatta una parte del cratere.

I recenti studi geologici e vulcanologici sull'Isola non fanno cenno a emissioni da fumarole o da altre bocche e fessure. Per trovare, nella letteratura scientifica, segnalazioni di palese attività dalle fumarole usticesi, bisogna risalire a autori del 1800 o dei primi del 1900 (CALCARA, 1842; REVELLI, 1908). Se ne potrebbe dedurre che, nel corso del 1900, c'è stata una forte attenuazione, se non addirittura una scomparsa, di questi fenomeni. Sicché, quando, nel 1997, iniziammo le ricognizioni per la catalogazione delle fumarole, pensavamo di imbatterci in formazioni tutt'al più recanti i segni di un'attività passata, ma ormai prive di emanazioni.

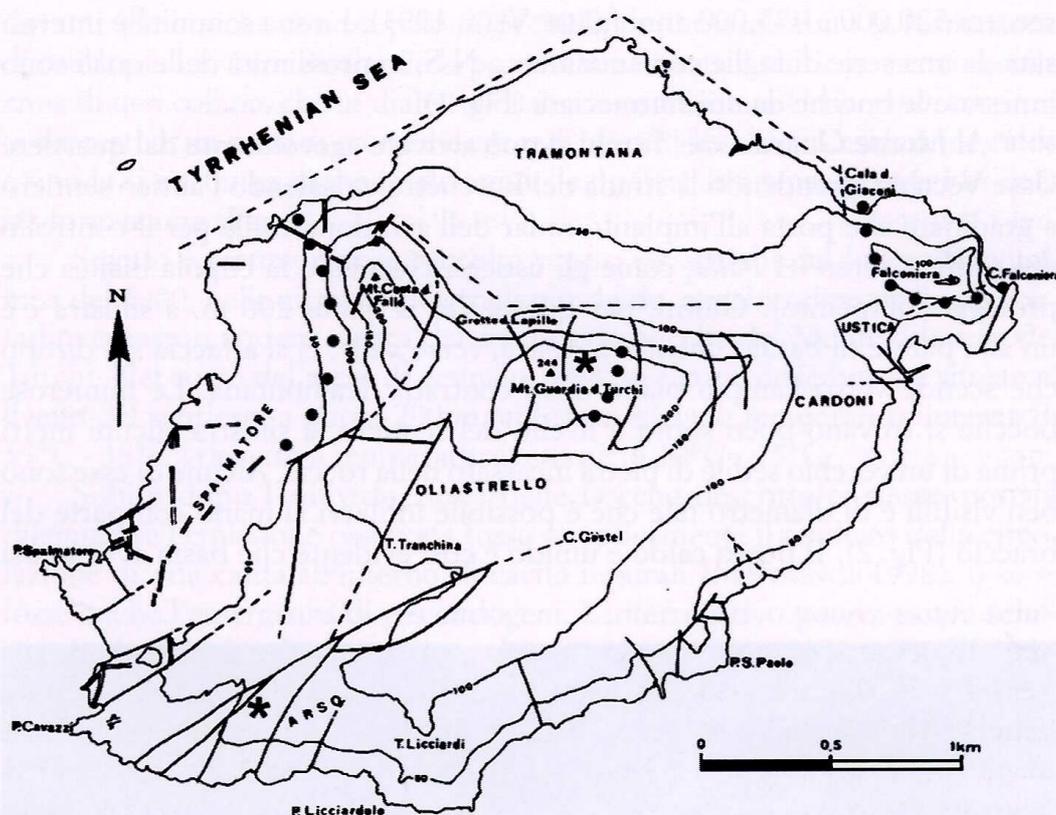


Fig. 1 — Mappa strutturale dell'Isola di Ustica. Linee continue: faglie. Linee tratteggiate: faglie presunte. Linee doppie: dicchi. Curve a pallini: orli craterici. Asterischi: bocche con emissioni di vapor d'acqua (Modificata da DE VITA *et al.*, 1995).

LE EMISSIONI DI MONTE GUARDIA DEI TURCHI

Per i motivi sopra esposti, ci è sembrato interessante, e da segnalare alla comunità scientifica, il risultato conseguito dal nostro Centro Studi nel 1997, in occasione di diverse ricognizioni sul versante settentrionale del Monte Guardia dei Turchi, quando localizzammo un gruppo di aperture, caratterizzate da evidenti flussi di aria e di vapore, con temperature, all'interno delle cavità, basse ma superiori a quelle ambientali, pure nel pieno della stagione estiva (FORESTA MARTIN, 1998). Alcune aperture hanno l'aspetto di piccole bocche rotondeggianti, altre di sottili fessure, probabilmente provocate dai collassi vulcano-tettonici che, a più riprese, hanno interessato l'edificio di Monte Guardia dei Turchi.

Il Monte Guardia dei Turchi, 244 m, è il maggiore rilievo dell'Isola, occupa una posizione centrale, e rappresenta il relitto di un vulcano composto la cui attività si è svolta prima in ambiente di mare basso, quindi subae-

reo, tra 520.000 e 475.000 anni fa (DE VITA, 1993). La sua sommità è interessata da una serie di faglie con andamento N-S, in prossimità delle quali sono innestate le bocche da noi rintracciate (Fig. 1).

Al Monte Guardia dei Turchi si può arrivare agevolmente dal quartiere Case Vecchie, prendendo la strada del Boschetto e risalendo l'antico sentiero a gradinate che porta all'impianto radar dell'aviazione civile per il controllo del traffico aereo (*A Palla*, come gli usticesi chiamano la cupola bianca che protegge l'impianto). Giunti, per questa via, a quota 200 m, a sinistra c'è un'alta parete di basalti, mentre a destra, verso valle, ci si affaccia sul dirupo che scende verso l'ampio piano della contrada Tramontana. Le numerose bocche si trovano poco sopra il livello del sentiero, a sinistra, alcuni metri prima di un vecchio sedile di pietra incassato nella roccia. Alcune di esse sono ben visibili e di diametro tale che è possibile infilarvi la mano con parte del braccio (Fig. 2). Il flusso caldo e umido è così evidente che basta avvicinarsi



Fig. 2 — Il sentiero a gradinate che porta a Monte Guardia dei Turchi e la parete di basalti (a sinistra) in cui sono state localizzate le bocche che emettono vapori caldi. Nel riquadro a destra in basso, primo piano di una delle cavità.

davanti alle bocche con un paio di occhiali, per notare subito la formazione di condensa sui vetri. Risalendo la parete che sovrasta il sentiero, si arriva sulla cima di una collina, che in dialetto locale viene chiamata *U Vurcano*, costituita dai resti di un cono di scorie e da grandi blocchi basaltici. L'esalazione calda e umida si riscontra anche in alcune delle numerose fessure presenti in questa formazione (Fig. 3).

Stando a testimonianze raccolte presso gli anziani del luogo, fino agli inizi del 1900, nelle giornate invernali più rigide, era abitudine di alcuni contadini e pastori andare a riscaldarsi presso le bocche del Monte Guardia dei Turchi. Nel corso del mese di gennaio 1998, in alcune delle bocche situate al livello del sentiero, a quota 200 m, abbiamo rilevato temperature interne di 35°C - 38°C, rispetto a temperature esterne di 10°C - 15°C.

Subito dopo l'individuazione delle bocche descritte ci siamo posti il dilemma se l'emissione osservata fosse semplicemente il risultato della circolazione di aria calda all'interno di cavità naturali (MANNINO, 1998), o se vi fosse anche l'emergenza di gas endogeni. L'interrogativo poteva essere sciolto solo da indagini di carattere geochimico che, di fatto, abbiamo sollecitato e che, in parte, sono state effettuate.



Fig. 3 — “U Vurcanu”, cono di scorie sul Monte Guardia dei Turchi caratterizzato da numerose fessure con emanazioni di aria e vapori.

Il primo risultato, in ordine cronologico, si riferisce alla presenza di elio magmatico, desunto dal rapporto $^3\text{He}/^4\text{He}$, in un campione analizzato presso il laboratorio dell'Istituto di Geochimica del Cnr di Palermo, dopo che il professor M. P. Nuccio, titolare della cattedra di Geochimica applicata all'Università di Palermo, aveva cortesemente raccolto un nostro invito a verificare di persona le emissioni di Monte Guardia dei Turchi. Il rapporto isotopico dell'elio, corretto per l'aria, è risultato: $2.48 \cdot R_a \pm 0.019$; dove $R_a = ^3\text{He}/^4\text{He} = 1.39 \cdot 10^{-6}$ (NUCCIO, 1998, comunicazione personale).

Il secondo risultato si ricava da un lavoro svolto, indipendentemente, da un gruppo di ricercatori dell'Istituto nazionale di Geofisica di Roma (ING), e finalizzato a misurare i flussi di CO_2 e CH_4 dai terreni dell'Isola di Ustica, dovuti sia alla normale respirazione del suolo che a contributi endogeni. Ebbene, per quanto riguarda la CO_2 , il flusso massimo è stato registrato proprio nei terreni in prossimità delle bocche di Monte Guardia dei Turchi, ed è risultato essere di $243.000 \text{ t km}^2 \text{ a}^{-1}$, da confrontare con un valore medio, relativo a tutta l'Isola, di $34.300 \text{ t km}^2 \text{ a}^{-1}$; e, ancora, da confrontare con un livello massimo della respirazione del suolo nei climi temperati di $26.100 \text{ t km}^2 \text{ a}^{-1}$ (ETIOPE *et al.*, 1999). Direttamente alle bocche di Monte Guardia dei Turchi non sono state ancora effettuate misurazioni di CO_2 , di CH_4 e di altre emissioni tipiche dell'attività fumarolica.

Pochi mesi dopo la nostra segnalazione, insomma, due indipendenti misurazioni hanno indicato che le emissioni da noi segnalate, pur essendo dominate da una circolazione di aria umida surriscaldata, sono associate a elementi e composti tipici delle attività vulcaniche e/o tettoniche.

È degno di nota il fatto che le esalazioni calde e sature di vapor d'acqua emergenti dalle bocche del Monte Guardia dei Turchi abbiano favorito l'insediamento di micro-comunità di piante igrofile nel contesto di una macro-comunità xerofitica, tipica di un clima e di un terreno tendenzialmente aridi. Dobbiamo la prima e sommaria descrizione di queste particolari nicchie ecologiche a un sopralluogo a Ustica del professor Silvano Riggio, titolare della cattedra di Ecologia all'Università di Palermo. Le parti più interne delle cavità sono rivestite da patine verde scuro di cianobatteri. I bordi esterni delle cavità sono incorniciati dai talli di licheni frondosi di color verde-azzurro, frammisti a selaginelle. In alcuni interstizi della roccia basaltica, a ridosso delle cavità, fanno capolino anche delle piccole felci (RIGGIO, 2001, comunicazione personale).

LE BOCHE E LE FESSURE DI ARSO

Proseguendo nella campagna di ricerca, il nostro Centro Studi, nei mesi di novembre e dicembre 1999, ha potuto localizzare diverse altre aperture,

caratterizzate da emissioni di aria e vapor d'acqua, nella parte sud-occidentale dell'Isola, sulle balze dell'Arso (FORESTA MARTIN, 1999), in una zona che presenta una particolare importanza da un punto di vista tettonico (Fig. 1). L'Arso, un rilievo che si sviluppa lungo la costa sud-occidentale dell'Isola, con quote medie di 80 m sul livello del mare, è costituito da un basamento di vulcaniti subacquee, con sovrapposti: colate laviche subaeree, piroclastiti e depositi sedimentari di una trasgressione marina. Da un punto di vista strutturale l'aspetto più interessante dell'Arso è dato dalla presenza di una faglia diretta, con orientamento NE-SW, più precisamente N60°E (DE VITA, 1993), che delimita il versante settentrionale del rilievo e si evidenzia come una scarpata che, per una lunghezza di circa 500 m, sovrasta la strada vicinale. Percorrendo questa strada, nel tratto che va dall'impianto di dissalazione al Faro di Punta Cavazzi, il blocco dell'Arso rimane sulla sinistra, dislocato in alto dalla faglia; mentre la strada stessa si svolge sul lembo ribassato della faglia.

Secondo i più recenti studi strutturali, la faglia di Arso sarebbe l'espressione locale dei grandi sforzi tettonici, a carattere transtensivo sinistro, associati all'apertura del Tirreno (DE VITA *et al.*, 1995). Per inciso, un movimento di transtensione è la combinazione di una trascorrenza con una distensione. In pratica, nella faglia di Arso, la trascorrenza fa sì che il lembo settentrionale, dove si trova la strada, scorra verso Sud-Ovest, e quello meridionale, dove c'è il rilievo, verso Nord-Est; mentre la distensione fa divaricare i due lembi della faglia.

Pur avendo in Arso la massima evidenza, la faglia continuerebbe verso NE, attraversando tutta l'Isola, come è evidenziato dalla mappa dei flussi di CO₂ e CH₄ (Fig. 4), i cui picchi massimi risultano strettamente correlati con questo lineamento tettonico. In altri termini, la linea della faglia di Arso è individuabile, grazie all'abbondante risalita dei gas, anche laddove essa non risulta visibile in superficie (ETIOPE *et al.*, 1999). Inoltre, secondo i più recenti rilievi del fondo del Tirreno, effettuati con tecniche di riflessione di onde acustiche, la faglia di Arso continuerebbe pure su entrambi i versanti del grande edificio vulcanico sommerso di cui Ustica è la parte emersa. La faglia di Arso, insomma, sarebbe da considerare la controparte subaerea di una grande frattura crostale che interessa il fondo del Tirreno Meridionale (ETIOPE *et al.*, 1999).

Associato alla faglia di Arso c'è un sistema di faglie dirette minori *en échelon*, cioè a scalare, orientate N25°E, che si dipartono da essa come le spine di una lisca di pesce, interessando la parte sud-occidentale dell'Arso e suddividendola in gradinate discendenti verso occidente (DE VITA, 1993; DE VITA *et al.* 1995). Ebbene, alcune delle bocche individuate dal nostro Centro Studi si trovano proprio su queste gradinate, a quota circa 50-60 metri s.l.m., e circa 150 metri a Sud dell'impianto di dissalazione. La strada più agevole

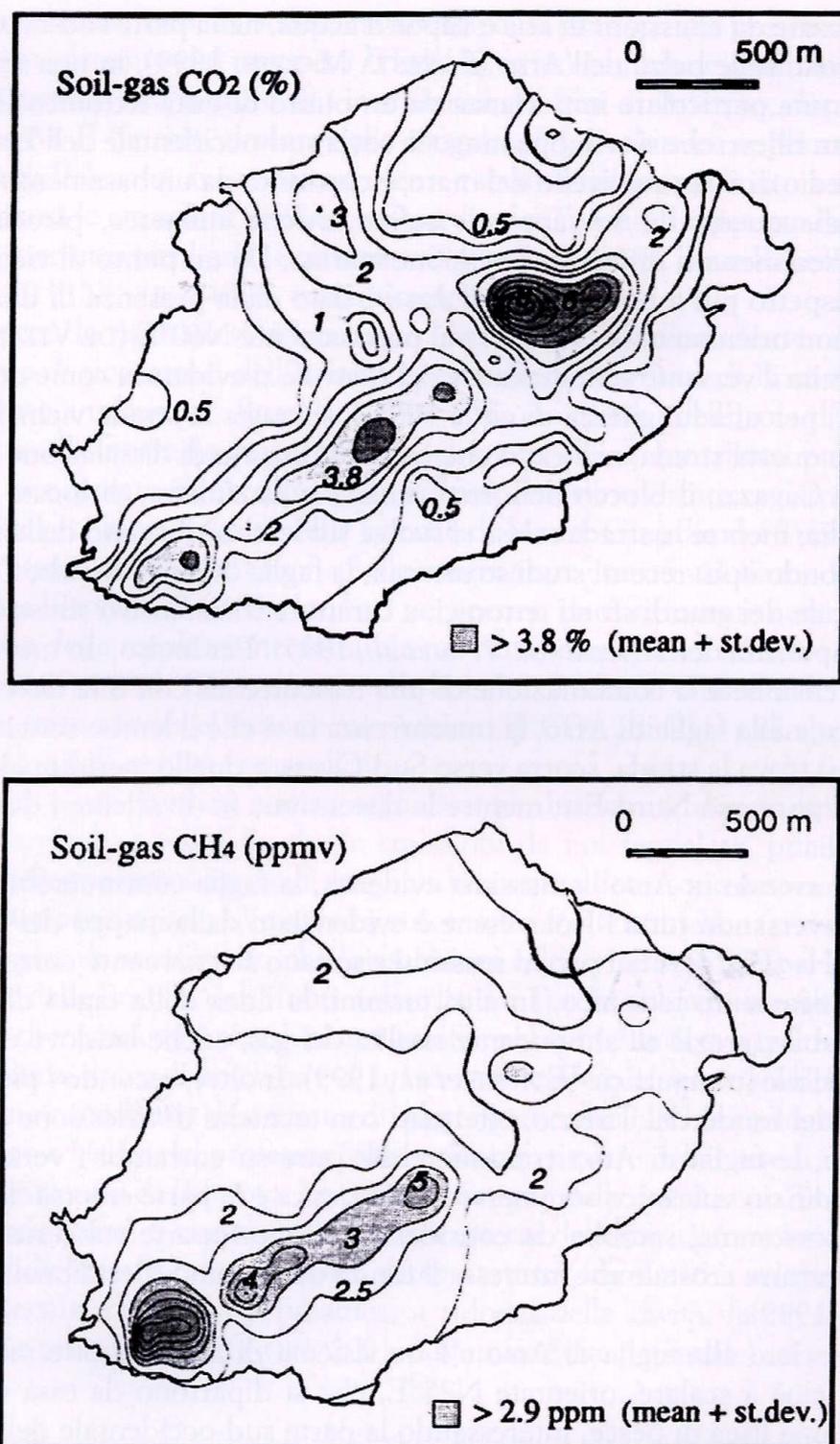


Fig. 4 — Distribuzione areale, rilevata al suolo di Ustica, di CO₂ e di CH₄. Entrambi i gas mostrano le massime concentrazioni non solo lungo il lineamento visibile della faglia di Arso, ma anche oltre, lungo il suo presumibile prolungamento, suggerendo un meccanismo di consistente risalita dal profondo (da ETIOPE *et al.*, 1999).

per raggiungerle, partendo dal dissalatore, è individuata da una colata di basalti che forma un sentiero digradante verso la costa occidentale (Fig. 5). La località è chiamata *Vurniredda*, cioè piccoli *vurni*, espressione dialettale locale con cui vengono indicate le antiche vasche di raccolta dell'acqua piovana. In questo caso i *vurniredda* sono assolutamente naturali, formati dalle concavità di alcuni dei maggiori blocchi di basalto che, dopo le piogge, si riempiono di acqua ristagnante.

Dalle bocche di Arso, che si presentano come fessure piuttosto irregolari, incassate nei blocchi di basalto, emergono flussi di aria e di vapore più consistenti rispetto a quelli delle analoghe formazioni di Monte Guardia dei Turchi. Le temperature interne alle cavità, da noi rilevate nei corso dei mesi di novembre e dicembre 1999, sono risultate di 35°C - 40°C, a fronte di temperature esterne di 15°C - 18°C. Una prima serie di analisi geochimiche, effettuate dall'ING subito dopo la nostra segnalazione, ha rilevato, alla bocca posta alla quota più alta, un'emissione di aria che raggiunge flussi di 30-40 litri al secondo, ma nessuna anomalia né di CO₂ né di CH₄, malgrado ai piedi



Fig. 5 — Il sentiero di basalti dei "Vurniredda", in contrada Arso, dove sono state localizzate le altre bocche che emettono aria e vapori caldi. Nel riquadro a destra in basso, primo piano di una delle cavità.

della scarpata i valori di entrambi questi gas accumulati nel suolo presentino vistosi eccessi rispetto ai valori medi calcolati per i terreni dell'isola (già precedentemente riportati). Evidentemente i flussi di aria canalizzati alla bocca esaminata sono talmente forti da diluire del tutto la segnatura dei gas endogeni (ETIOPE, 2000, comunicazione personale).

Anche alle bocche dell'Arso si sono sviluppate *enclaves* igrofile del tutto simili a quelle presenti nelle analoghe formazioni del Monte Guardia dei Turchi che, tuttavia, qui appaiono più povere per l'esposizione ai fattori ambientali dominanti, quali i venti salmastri e la maggiore insolazione.

CONCLUSIONI

Nell'Isola di Ustica esiste un vasto e capillare reticolato di canali sotterranei intercomunicanti che, con ogni probabilità, comprende antiche vie di flusso dei magmi e dei gas vulcanici, cunicoli e grotte di erosione marina, eccetera, e che risulta interconnesso con le grandi e piccole faglie di natura tettonica. Come si evince dalle prime analisi effettuate nei punti di comunicazione con la superficie, questo sistema, pur essendo attraversato, in alcuni segmenti, da consistenti flussi di aria, rappresenta una via di emergenza di gas endogeni di origine profonda (elio magmatico). La presenza di numerose bocche e fessure immediatamente a ridosso delle faglie di Monte Guardia dei Turchi e di Arso offre, a nostro parere, l'opportunità di effettuare ricerche coordinate di carattere geochimico e geofisico. Per esempio, lo studio sulle correlazioni tra i picchi di CO₂ e di CH₄ e i lineamenti strutturali dell'Isola, condotto dai ricercatori dell'ING (ETIOPE *et al.*, 1999), potrebbe ora includere misure da effettuare alle bocche in cui l'emergenza di questi gas non è disturbata dai flussi di aria.

Un'altra affascinante possibilità di studio, che ci permettiamo di sottoporre all'attenzione dei gruppi di ricerca interessati, sarebbe quella di installare sulle faglie di Monte Guardia dei Turchi e di Arso un sistema di monitoraggio geofisico, e di effettuare periodici campionamenti di carattere geochimico in corrispondenza delle bocche. In questo modo si potrebbe dare un contributo più organico alle ricerche di geodinamica e si potrebbero seguire con maggiore efficacia le ricorrenti sequenze sismiche che hanno luogo nel Tirreno Meridionale e che vengono risentite con particolare efficacia nell'Isola, talvolta provocando rilevanti problemi di protezione civile, com'è successo agli inizi del 1900 (MARTINELLI, 1910).

Un'attenzione di questo tipo sarebbe ampiamente giustificata dalla convinzione di molti studiosi che Ustica è l'unico lembo di terra emersa in cui si possono rintracciare e studiare i lineamenti tettonici presenti nel bacino tir-

renico meridionale: un laboratorio naturale ideale per comprendere l'evoluzione geodinamica dell'intera regione.

BIBLIOGRAFIA

- BARBERI F., BORSI S., FERRARA G. & INNOCENTI F., 1969 — Strontium isotopic composition of some recent basaltic volcanites from southern Tyrrhenian sea and Sicily Channel. — *Contr. Mineral. and Petrol.*, 23, 157-172.
- BARBERI F. & INNOCENTI F., 1980 — Volcanisme Neogene et Quaternaire. Guide a l'escursion 122A. — *Soc. It. Miner. Petrol.*, 99-104.
- CALCARA P., 1842 — Descrizione dell'isola di Ustica. — *Giorn. Lett.* N. 299. Palermo.
- DE VITA S., 1993. — Assetto geologico - strutturale ed evoluzione vulcanologica dell'isola di Ustica. (Stratigrafia, tettonica e meccanismi eruttivi). — *Tesi di dottorato, Università degli Studi 'Federico II'*, Napoli, 162 pp.
- DE VITA S., GUZZETTA G. & ORSI G., 1995 — Deformational features of the Ustica volcanic island in the Southern Tyrrhenian Sea (Italy). — *Terra Nova* 7, 623-629.
- ETIOPE G., BENEDEUCE P., CALCARA M., FAVALI P., FRUGONI F., SCHIATTARELLA & M., SMRIGLIO G., 1999 — Structural pattern and CO₂-CH₄ degassing of Ustica Island, Southern Tyrrhenian basin. — *Journal of volcanology and Geothermal Research.*, 88, 291-304.
- FORESTA MARTIN F., 1998 — Il respiro dell'antico vulcano. — *Newsletter del Centro Studi e Documentazione Isola di Ustica*, n. 2, 1-4.
- FORESTA MARTIN F., 1999 — Il respiro dell'antico vulcano, atto II. — *Lettera del Centro Studi e documentazione Isola di Ustica*, n. 4, 30-32.
- MANNINO G., 1998 — La Grotta del fumo e i Vuccaroli di Ustica. — *Lettera del Centro Studi e documentazione Isola di Ustica*, n. 4, 21-23.
- MARTINELLI G., 1910 — La sismicità all'isola di Ustica. Il periodo marzo-aprile 1906. — *Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano*. Vol XXX, Parte I., 1-16.
- REVELLI P., 1908 — Contributo alla terminologia geografica siciliana.
- ROMANO R. & STURIALE C., 1971 — L'isola di Ustica. Studio geo-vulcanologico e magmatologico. — *Riv. Min. Sic.*, Palermo, Anno XXII, n. 127-129, Pubblicazione 31.

Indirizzo dell'autore — F. FORESTA MARTIN, Centro Studi e Documentazione Isola di Ustica, via Calderaro, 1 - 90010 Ustica (Palermo).