



GREEN SALINA ENERGY DAYS

Auditorium di Malfa

“Transizione energetica: fonti rinnovabili e innovazione”

31 maggio 2023 – ore 9.00

TAVOLA ROTONDA: *La Geotermia e il Mare*

Coordina **Antonio MARTINI**

Bruno Della Vedova – *Unione Geotermica Italiana*
Risorse e sfide per la geotermia del futuro

Giampaolo Vecchieschi – *Enel Green Power Italia Srl*
Geotermia: indipendenza energetica e sviluppo sostenibile del territorio

Fausto Batini – *Presidente Rete Geotermica Italiana*
Impianti geotermici innovativi a “ciclo chiuso”: opportunità e criticità per lo sviluppo

Monia Procesi – *Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia*
Il progetto IRGIE, sviluppo di un inventario delle risorse geotermiche delle isole Eolie

Franco Italiano – *Athanor geotech Srls*
Il progetto Panarea, caso di studio applicato alla disponibilità energetica delle isole Eolie

Diego Paltrinieri – *Athanor geotech Srls*
Potenzialità della geotermia offshore per i mari italiani: dalla visione alla progettualità

Paolo Allara – *Saipem SpA*
Saipem per lo sviluppo della geotermia non convenzionale

Focus monografico

Ambrogio Alfieri - *Servizio Geologico del Corpo Regionale delle Miniere Siciliano*
Nearshore del Canale di Sicilia: Potenzialità geotermiche e minero-metallurgiche

INTRODUZIONE (Antonio Martini, *ingegnere minerario già direttore dell'UNMIG del Ministero dello sviluppo economico e del Dipartimento dell'Energia della Regione Siciliana*).

Con la Legge n. 896/1986 sulle attività geotermiche veniva completamente modificato il punto di vista sulla materia fino a quel momento gestita dai Distretti Minerari che ne avevano regolato l'operatività con il Regio Decreto n. 1443/1927 ed il Decreto del Presidente della Repubblica n. 128/1959, considerata pertanto alla stregua di tutte le altre attività minerarie tradizionali.

Il settore geotermico entrava infatti a pieno titolo nel più moderno approccio tecnico-amministrativo della normativa del settore idrocarburi: dove con la legge n. 6/1957 era già stata operata una rilettura del Regio Decreto n. 1443/1927 in termini procedurali ed era stato costituito un nuovo organismo tecnico per la vigilanza delle specifiche attività, l'UNMI, e con la legge n. 613/1967 erano altresì state regolate le specifiche attività di ricerca e coltivazione degli idrocarburi anche nel mare territoriale e nella piattaforma continentale, aprendo quindi la strada al successivo poderoso sviluppo delle attività off-shore degli ultimi decenni del secolo scorso.

In effetti, sebbene in presenza di sostanze minerali diverse, i due settori utilizzano le stesse tecnologie e metodiche per la ricerca e per la coltivazione, mantenendo al contempo nettamente diversificate le proprie peculiarità. Le attività geotermiche presuppongono, anche nelle condizioni più favorevoli di un campo ad alta temperatura (entalpia), la trasformazione in situ del calore estratto dal sottosuolo direttamente in elettricità al fine di poterlo utilizzare economicamente. Inoltre, le grandi portate di fluidi geotermici che vengono erogate dai pozzi produttivi portano in superficie, nella generalità dei casi, elevate quantità di gas che devono essere considerate nel progetto di sviluppo del giacimento per le rilevanti implicazioni ambientali. Infine, la tecnologia della reiniezione dei fluidi in giacimento (presente anche nella coltivazione degli idrocarburi per la gestione delle pressioni in giacimento) permette - se correttamente attuata - la ricarica idraulica del campo geotermico con la possibilità di attivare un processo di rinnovamento della risorsa energetica continuo nel tempo, questione che rende unico tale settore nel panorama delle risorse minerarie.

In quegli anni, inoltre, prendeva corpo in Italia la normativa comunitaria in materia di valutazione di impatto ambientale (VIA), introdotta con una Direttiva del Consiglio del 1985 (n. 337/85/CEE), recepita a livello nazionale con la Legge n. 349/1986, che istituiva anche il Ministero dell'ambiente, e resa operativa da due decreti del Presidente del Consiglio dei ministri del 1988 per la VIA dei progetti di interesse nazionale. In tale ambito non erano però ricomprese le attività minerarie mentre la nuova normativa sulle attività

geotermiche prevedeva espressamente l'applicazione dei principi comunitari in materia di tutela ambientale.

Pertanto, con la Legge n. 896/1986, che costituiva peraltro una specifica Autorità mineraria di settore quale l'UNMIG, veniva assegnato alla regolamentazione del settore geotermico, anche per le attività in mare, il ruolo di apripista per la normativa ambientale nel settore minerario.

Iniziò quindi una nuova stagione per le attività di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche a seguito del Regolamento sulle attività emanato con il DPR n. 395/1991: la grande mole di dati accumulata in quegli anni e l'esperienza geologica maturata nel passato sul territorio permisero a ENEL, Agip, CNR ed Enea di elaborare i dati per l'Inventario delle risorse geotermiche nazionali che venne già al tempo implementato dal Ministero su GIS e reso pubblico per la consultazione entro la metà degli anni Novanta.

Sul finire di quel decennio però le attività del settore cominciarono ad essere gestite direttamente dalle regioni a seguito del trasferimento delle competenze in materia avvenuto con il Decreto legislativo n. 112/1998, in particolare dalla Regione Toscana nel cui organico era stato assorbito il personale del Corpo delle Miniere dei distretti di Grosseto e Firenze, che evidentemente apportarono un decisivo contributo di specifica competenza tecnica in ambito minerario. Mentre la Regione Siciliana, per le sue peculiarità statutarie, aveva già da tempo in operatività in questo settore uno specifico organismo (URIG) del proprio Corpo regionale delle Miniere.

In tale nuovo contesto di competenze concorrenti si colloca in modo innovativo la riforma della normativa di settore prevista dal Decreto legislativo n. 22/2010, che da un lato prevede un deciso indirizzo centrale sui principi comuni riferiti in particolare alla semplificazione delle procedure per la bassa entalpia (usi diretti del calore) ed alla apertura alla concorrenza per le risorse a media ed alta entalpia, dall'altro lato lascia la gestione e la relativa regolamentazione alla competenza regionale, mantenendo però la gestione delle attività geotermiche in mare in capo all'Autorità mineraria nazionale (UNMIG). Inoltre, con la normativa in questione vennero rielaborati i criteri per gli incentivi ai territori sede di attività geotermoelettrica, necessari per dare un adeguato riscontro economico alle esigenze delle popolazioni in termini di compensazioni ambientali e sociali.

Infine, nel 2011 tornarono all'UNMIG delle competenze gestionali anche in ambito onshore, a seguito dell'emanazione di una specifica norma che introduceva una misura volta a promuovere la realizzazione di impianti pilota di produzione di elettricità da fonte geotermica ad emissione nulla: un grande obiettivo di innovazione tecnologica per l'industria mineraria nazionale

di settore, che però oggi sembra fallita di fronte alla estenuante lunghezza delle procedure burocratiche ed ai veti incrociati delle amministrazioni locali interessate.

ABSTRACT

RISORSE E SFIDE PER LA GEOTERMIA DEL FUTURO (Bruno Della Vedova, *Presidente Unione Geotermica Italiana, Ente del Terzo Settore*)

Per raggiungere la carbon *neutrality* in Europa sarà necessario decarbonizzare entro il 2050 circa i due terzi del consumo energetico, che oggi è principalmente di origine fossile e importato da Paesi Terzi. La decarbonizzazione del calore costituisce una leva prioritaria, in quanto rappresenta circa il 50% dei consumi energetici, ed è prodotto per la massima parte da combustibili fossili. Per affrontare questa sfida è fondamentale il ricorso alla risorsa geotermica che nel nostro Paese riveste un'importanza strategica e la cui valorizzazione per la produzione di energia elettrica è iniziata agli inizi del '900 ed ha permesso lo sviluppo di una filiera industriale dedicata, che poi si è diffusa anche all'estero. Tuttavia, questa fonte resta ancora largamente sottoutilizzata: la produzione geotermoelettrica in Italia rappresenta solo il 2 % della produzione nazionale, mentre proviene dalla risorsa geotermica solo l'1,3 % del consumo di calore da FER, sebbene le sue potenzialità potrebbero offrire un contributo di gran lunga più rilevante.

La geotermia ha un ruolo fondamentale tra le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) in quanto è una fonte continua, programmabile ed a impatto minimo. Il sottosuolo della Penisola è caratterizzato da un inesauribile produzione di calore naturale che sostiene la sua giovane e vivace attività geodinamica. Questa risorsa può essere valorizzata per la produzione geotermoelettrica, ma anche e soprattutto per realizzare in modo diffuso e distribuito dei sistemi di Riscaldamento e Raffrescamento Rinnovabile (RHC) al servizio di quartieri, città, comunità energetiche e distretti industriali. La risorsa geotermica può essere valorizzata mediante diverse tecnologie e per molteplici utilizzi:

- Impianti per la produzione elettrica e di calore convenzionali, a re-immissione totale, impianti binari ORC, sostenuti da perforazioni profonde fino a circa 3-5 km;
- Impianti e infrastrutture di teleriscaldamento e teleraffrescamento (anche integrati) a servizio di quartieri, città, distretti industriali, comunità energetiche, sostenuti da perforazioni fino a circa 2 km;
- Impianti geotermici superficiali con pompe di calore (Geoscambio) per il riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, con perforazioni entro 200-400 m di profondità.

Inoltre, si deve ricordare la possibilità di estrazione dai fluidi geotermici di minerali importanti quali Boro, Litio, Rubidio, Cesio, Potassio e terre rare, oltre che di CO₂.

I programmi dell'UE per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità e decarbonizzazione al 2030 e 2050 promuovono lo sviluppo della fonte geotermica per la generazione elettrica e per diffondere i sistemi di RHC e le comunità energetiche residenziali e industriali. Essi mirano a rimuovere gli ostacoli allo sviluppo delle FER e a incentivarne l'utilizzo mediante misure specifiche per le diverse aree di sviluppo con diversi orizzonti temporali. UGI-ETS, con il Tavolo Tecnico e la Piattaforma Nazionale Geotermia, hanno presentato al Ministero una proposta per un Piano Nazionale di Azione per la Geotermia. Le prospettive di sviluppo per il settore geotermoelettrico al 2030 prevedono un incremento di capacità netta installata di oltre il 50 % rispetto all'attuale, fornendo un contributo di circa il 3% dei 400 TWh di consumi attesi. Parallelamente è urgente sviluppare infrastrutture di teleriscaldamento e geoscambio con pompe di calore per dare un contributo rilevante alla sostituzione progressiva delle reti gas anche (e soprattutto) in aree urbane.

Riteniamo necessario che il Paese si impegni a rimuovere le barriere non tecniche che ne impediscono lo sviluppo e rivendichi la propria leadership in Europa, accelerando la produzione e l'utilizzo di calore geotermico le cui risorse sarebbero sufficienti, nei prossimi 15-20 anni, a ridurre le importazioni di combustibili di non meno di un terzo del loro valore attuale.

GEOTERMIA: INDIPENDENZA ENERGETICA E SVILUPPO SOSTENIBILE DEL TERRITORIO (Giampaolo Vecchieschi, *responsabile Permitting Geotermia e rapporti con Autorità di Controllo O&M GEO Italia - ENEL Green Power Italia s.r.l.*)

Parole chiave: *geotermia, indipendenza energetica, sostenibilità, leve di sviluppo.*

In un contesto che vede la geotermia come una risorsa strategica per la transizione energetica in Italia e come tassello importante per arrivare ad una indipendenza energetica del Paese si assiste ad una contraddizione di fondo: accanto a grandi potenziali stimati ci troviamo di fronte, in Italia, ad uno sviluppo effettivo maturato, ad oggi, solo in area toscana.

In realtà l'idea dell'utilizzo della geotermia e il primo sviluppo chimico e poi elettrico sono una prerogativa tutta italiana, si deve infatti a Francesco de Larderel, nel 1827, l'utilizzo industriale delle acque boriche, grazie alla geniale invenzione del Lagone coperto, che consentiva di utilizzare il vapore endogeno come agente termico in sostituzione della tradizionale legna da ardere e successivamente, nel 1904, al Principe Piero Ginori Conti che intuisce la possibilità di produrre energia elettrica da fonte geotermica e progetta il primo prototipo di sistema di produzione.

Nel mondo ad oggi ci sono oltre 15.600 MWe installati, in questo contesto Enel Green Power con 1069 MWe installati nel mondo di cui 916 MWe in Italia, rappresenta uno dei maggiori produttori mondiali di energia elettrica da fonte geotermica utilizzando le migliori tecnologie sia di produzione che ambientali.

Se consideriamo l'Unione Europea le centrali di EGP rappresentano oltre il 90% della potenza elettrica installata.

La geotermia è un'energia rinnovabile la cui produzione è costante per 24 ore al giorno, un'energia ideale che porta anche benefici importanti al territorio in termini di sostenibilità.

Nei territori geotermici, infatti, si è sviluppato il teleriscaldamento da fonte geotermica (10 Comuni sono teleriscaldati) oltre ad una importante filiera che utilizza il calore geotermico per florovivaismo, serricoltura e agroalimentare con eccellenze riconosciute nello slow food.

Complessivamente sono 480 i GWh termici forniti in un anno.

Altro importante aspetto è il turismo sostenibile legato alla geotermia, un fenomeno in costante crescita anche a valle del periodo COVID, che ha visto nell'ultimo anno oltre 60.000 presenze nei siti geotermici che comprendono ben due musei oltre a percorsi di visita e parchi naturalistici con manifestazioni geotermiche che sono stati recentemente inseriti nel Geoparco Unesco delle Colline Metallifere in Toscana.

In questo contesto che delinea l'importanza e le potenzialità della geotermia è fondamentale analizzare le leve per il possibile e auspicato sviluppo nel medio e lungo termine ed approfondire le potenzialità anche attraverso il confronto con il panorama normativo e regolatorio internazionale.

Tutto questo al fine di definire gli strumenti che, accanto a sistemi di incentivazione come il FER2, sostengano lo sviluppo a lungo termine, come un quadro normativo stabile e iter amministrativi semplificati, chiari e con tempistiche certe.



IMPIANTI GEOTERMICI INNOVATIVI A “CICLO CHIUSO”: OPPORTUNITA’ E CRITICITA’ PER LO SVILUPPO (Fausto Batini, *Presidente di Rete Geotermica Italiana e Chief Technical Officer di MAGMA ENERGY ITALIA s.r.l.*, e Matteo Quaia, *STEAM s.r.l.*)

Parole chiave: geotermia, reiniezione totale, sostenibilità ambientale

Tra il 2010 ed il 2012 sono state introdotte modifiche normative (D. Lgs. n. 22,2010, D. Lgs. N.28, 2011 e legge 134) volte a promuovere lo sviluppo geotermoelettrico in Italia con:

- l’apertura del mercato a nuovi operatori;
- la realizzazione “impianti pilota” che impiegassero tecnologie innovative in grado di consentire la reiniezione totale di fluidi geotermici
- la semplificazione dei processi autorizzativi, classificando le risorse geotermiche come fonte energetica strategica di interesse nazionale

A seguito di queste modifiche normative, nel 2013, per iniziativa di alcuni operatori del settore geotermico italiano (titolari di permessi di ricerca, società di ingegneria, società di perforazione, costruttori di impianti geotermici, ecc.) è stata costituita la RETE GEOTERMICA con l’obiettivo di creare una filiera industriale in grado di sviluppare in modo ambientalmente, socialmente ed economicamente sostenibile le abbondanti risorse geotermiche presenti nel territorio nazionale, e soprattutto nella Regione Toscana.

Oltre ad accrescere la capacità innovativa necessaria per raggiungere una maggiore competitività di mercato, la Rete Geotermica è nata dalla ferma convinzione che le risorse geotermiche debbano essere valorizzate in modo che la produzione di energia elettrica, possibilmente combinata alla fornitura di energia termica, possa rappresentare un volano per lo sviluppo di altre iniziative afferenti ad altri settori produttivi (agricoltura, civile, industriale, turistico, ecc.).

La Rete Geotermica è impegnata affinché tutti i suoi associati realizzino impianti geotermici a reiniezione totale con emissioni aeriformi nulle nella fase di esercizio, tenendo conto che la risorsa geotermica è considerata strategica per il raggiungimento degli obiettivi comunitari fissati in materia energetica. I progetti attualmente in fase di sviluppo da parte degli associati a Rete Geotermica sono 18:

- 9 progetti, per complessivi 80 MW di potenza elettrica netta, in fase avanzata dell’iter autorizzativo per i quali si prevede la realizzazione di pozzi e centrali geotermoelettriche entro il 2027

- 9 progetti in attesa del rilascio dell'autorizzazione alla perforazione di circa 18 pozzi esplorativi

Lo sviluppo di questi progetti (dalle prime attività di esplorazione, alla perforazione dei pozzi ed alla realizzazione degli impianti) richiede l'impiego di competenze diversificate e di alto livello in ambito tecnico - scientifico ed industriale, in gran parte "made in Italy", ed un investimento complessivo di circa € 800 milioni, con significative ricadute socioeconomiche sui territori sede degli impianti nonché posti di lavoro.

Lo sviluppo dei progetti geotermici è "capital intensive" soprattutto a causa delle onerose attività di ricerca (incluse le perforazioni profonde) e comporta l'assunzione di rischi imprenditoriali (rischio d'esplorazione) decisamente superiori rispetto alla media delle altre FER. La fase di esplorazione e quella di perforazione richiedono investimenti elevati in funzione della profondità della risorsa. Inoltre, i progetti a reiniezione totale devono adottare soluzioni tecnologiche non ancora mature nel settore geotermico (reiniezione dei gas incondensabili) e scontare una minore resa energetica degli impianti a ciclo binario rispetto agli impianti "convenzionali".

Lo sviluppo dei progetti geotermici ha dinamiche e tempistiche completamente diverse dalle altre fonti. Nel caso in cui l'iter burocratico amministrativo che regola la realizzazione degli impianti geotermici, si espleti nei tempi indicati dalla legislazione attualmente in vigore (di fatto non avviene mai!) il tempo di completamento di un progetto è 82 mesi (dei quali 35 mesi sono richiesti dalle varie fasi dell'iter autorizzativo), un lasso di tempo non compatibile con quello richiesto dagli investitori e per il raggiungimento degli obiettivi EU per la transizione energetica.

Dal 2010 quando è avvenuta la liberalizzazione del mercato geotermoelettrico, non è stato installato alcun impianto da parte dei nuovi operatori che si sono affacciati su questo mercato e non si è quindi potuta sviluppare una specifica economia di apprendimento per il settore.

Per accelerare la realizzazione dei progetti geotermici, in particolare quelli a reiniezione totale, si rende necessario l'implementazione di adeguate misure normative ed economiche:

- Adottare una normativa per la semplificazione degli iter autorizzativi ("one shop stop") e tempistiche brevi (<150 gg) e certe affidando ad un Organo Centrale la formulazione di regolamenti che vengano automaticamente ed uniformemente recepiti dalle Regioni, alle quali dovrebbero rimanere le competenze amministrative per l'espletamento delle procedure autorizzative.

- Istituire un tavolo tecnico di monitoraggio presso l'Organo Centrale allo scopo di verificare il rispetto delle tempistiche e l'uniformità delle procedure adottate dalle Regioni.
- Rilasciare un Titolo Concessorio Unico, nel cui ambito possa essere presentato un Procedimento Autorizzativo Unico Regionale per realizzare tutte le attività d'esplorazione di superficie, perforazione dei pozzi, realizzazione ed esercizio degli impianti.
- Le attività d'esplorazione di superficie dovrebbero essere escluse da qualsiasi procedura autorizzativa, fatta eccezione per l'autorizzazione dell'Autorità di Vigilanza, (in analogia a quanto avviene per le indagini geognostiche, considerate attività libere che non richiedono pronunce di compatibilità ambientale o autorizzazioni da parte di enti locali, come stabilito dal Testo Unico Edilizia - D.P.R. n. 380 del 06 giugno 2001, art. 6(L), punto 1, lettera (d)).
- Definire in piano pluriennale (di almeno 5 anni) per incentivare la realizzazione degli impianti tecnologicamente avanzati a re-iniezione totale, allocando un contingente di potenza elettrica dedicato alle tecnologie innovative di almeno 150 MWe.
- Introdurre misure finalizzate al "de-risking" della perforazione dei pozzi esplorativi (es. 75 - 80% dei costi del primo pozzo esplorativo a carico dello stato se risultasse sterile), come già previsto in Francia.

IL PROGETTO IRGIE, SVILUPPO DI UN INVENTARIO DELLE RISORSE GEOTERMICHE DELLE ISOLE EOLIE (Monia Procesi, *Ricercatrice presso Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV*)

La maggior parte delle isole minori italiane, incluse le isole Eolie, non sono connesse alla rete nazionale di distribuzione dell'energia elettrica, questo vuol dire soddisfare la richiesta energetica principalmente attraverso piccoli impianti a gasolio, soluzioni poco sostenibili a livello ambientale, economico e sociale.

Una delle possibili soluzioni, per migliorare l'autonomia di questi territori attraverso scelte a favore della transizione energetica, è sviluppare piani energetici che prevedano di affiancare a fonti rinnovabili come fotovoltaico ed eolico anche la geotermia. La geotermia è una fonte rinnovabile e risorsa strategica ricavabile dal calore della Terra sia per la produzione di energia elettrica sia per utilizzi termici. Le risorse geotermiche, in particolar modo quelle convenzionali o idrotermali, si trovano solitamente in aree vulcaniche attive e non, come l'arcipelago eoliano, caratterizzato da gradienti geotermici elevati

(>30°C/km) e manifestazioni in superficie come acque termali, degassamento diffuso, polle gorgoglianti e fumarole, segno di un'intensa attività di risalita di calore e fluidi.

Da una sinergia tra Regione Siciliana e Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è nato recentemente il progetto triennale IRGIE che ha come obiettivo quello di sviluppare l'Inventario delle Risorse Geotermiche delle Isole Eolie e di stimarne il potenziale, avanzando proposte di utilizzo del calore sia diretto sia indiretto.

In particolare, i ricercatori e le ricercatrici coinvolti nel progetto IRGIE cercheranno di individuare e caratterizzare le potenziali risorse geotermiche coprendo le primissime fasi esplorative di un programma di ricerca geotermica con l'obiettivo di facilitare e accelerare eventuali processi realizzativi. Svolgeranno inoltre un'ampia attività di disseminazione e informazione sull'arcipelago, con stakeholder di diversa natura, al fine di aumentare la consapevolezza e la conoscenza riguardo la geotermia e gli usi che se ne possono fare, fornendo in questo modo utili strumenti per favorire scelte consapevoli e un futuro più sostenibile.



IL PROGETTO PANAREA: CASO DI STUDIO APPLICATO ALLA DISPONIBILITÀ ENERGETICA DELLE ISOLE EOLIE (Francesco Italiano, Athanor s.r.l.s., e Carmelo Prestipino, ENERStudio)

Un sistema vulcanico è una sorgente di energia termica (il magma) che talvolta si trasforma in energia meccanica (esplosioni ed eruzioni), ma che può essere trasformata in altre forme di energia utilizzabili. Tutte le Isole Eolie, indipendentemente dal loro stato di attività vulcanica, hanno disponibilità di energia termica da magmi attivi o in raffreddamento, e in ogni isola esistono reservoir geotermici legati anche a sistemi idrotermali sottomarini.

Indagini precedenti hanno mostrato disponibilità di energia geotermica in tutte le Isole Eolie, nonostante in alcune di esse non ci siano tracce evidenti della risorsa nella parte emersa. Tutte le esplorazioni in ambiente sottomarino hanno mostrato la presenza di reservoir offshore con temperature di equilibrio stimate fino ad oltre 300°C.

L'isola di Panarea mostra chiarissime evidenze di disponibilità di energia per la presenza di una falda di acqua termale sotto tutta l'isola alla temperatura di circa 70°C, aree fumaroliche nel settore nord-orientale ed emissioni idrotermali sottomarine con temperature fino oltre 140°C a soli 20m di profondità.

Su tale base è stato progettato l'utilizzo dell'energia trasportata dai fluidi geotermici per la conversione in energia elettrica tramite sistemi O.R.C (Organic Rankine Cycle) che utilizzano un fluido che vaporizza a temperature $\geq 95^{\circ}\text{C}$ e un rendimento fortemente legato alla temperatura del fluido termovettore disponibile. Per l'isola di Panarea, nell'ipotesi di avere disponibile fluido geotermico ad almeno 95°C, è possibile realizzare un impianto in grado di produrre 100kW di potenza elettrica che, per un funzionamento di 8000 ore/anno produrrebbe 800.000 kWh/anno di energia elettrica pari a circa il 36% del fabbisogno energetico medio annuale dell'Isola.

L'impianto di dimensioni molto contenute (circa 150m²) ha un impatto praticamente nullo, poiché utilizza la tecnica dell'anello chiuso coassiale che non prevede prelievo diretto di fluido geotermico ma semplice scambio termico tra fluido geotermico e fluido termovettore. L'impianto geotermico progettato per Panarea rientra tra le "piccole utilizzazioni locali" ai sensi dell'Art. 10 D.L. 22/2010 (profondità del pozzo minore di 400m con potenza termica prelevata minore di 2MW) con iter autorizzativo semplificato.

POTENZIALITÀ DELLA GEOTERMIA OFFSHORE PER I MARI ITALIANI: DALLA VISIONE ALLA PROGETTUALITÀ (Diego Paltrinieri, *Athamor geotech s.r.l.s*)

Negli ultimi anni ricerche e progetti di geotermia offshore a livello globale, ad esempio nel Golfo di California (USA e Messico), Mar del Giappone, Oceano Indiano (Indonesia, India), Atlantico settentrionale (Azzorre, Islanda), hanno reso sempre più evidente la grande potenzialità di questa risorsa in termini sia geotermoelettrici sia minerali.

Teniamo conto che la superficie oceanica rappresentano il 75% della superficie terrestre e recenti studi hanno individuato oltre 43.000 seamounts. Anche nel mar Mediterraneo vi è una notevole presenza di aree geotermiche marine tra la Spagna, il canale di Sicilia, la Grecia e la Turchia. L'area del Tirreno

meridionale, tettonicamente un'area in distensione e con formazione di nuova crosta oceanica, è senza dubbio una delle aree geotermiche più importanti nel contesto europeo.

La disponibilità di energia termica nell'offshore italiano era già stata messa in evidenza dalle misure del flusso di calore tra gli anni '70-'80 del secolo scorso. Le indagini svolte negli anni '80-'90 per la ricerca di depositi di minerali idrotermali coltivabili, hanno rivelato l'esistenza di numerosi depositi a solfuri in corrispondenza di edifici vulcanici sottomarini del Tirreno e del Canale di Sicilia, la cui presenza è legata all'attività idrotermale, cioè all'emissione di fluidi a temperature elevate e ricchi di elementi chimici disciolti. Le campagne a mare dei primi anni duemila hanno mostrato che quasi tutti i seamount del Tirreno hanno sistemi idrotermali attivi che attualmente rilasciano fluidi con caratteristiche chimico-fisiche che indicano un forte contributo magmatico. I fluidi rilasciati sono costituiti da acqua di mare che penetrando in profondità negli edifici dei seamount, interagisce con le rocce magmatiche calde, riscaldandosi fino a temperature ipercritiche. Tali sistemi, qualora caratterizzati in modo adeguato, individuando i reservoir geotermici di fluidi ad alta entalpia realmente coltivabili, rappresentano una riserva di energia termica molto superiore a qualsiasi altra fonte rinnovabile.

La produzione di energia geotermica come noto avviene in modo continuo (e non intermittente come il fotovoltaico e l'eolico) e questo rappresenta un elemento di grande rilevanza nel bilancio energetico complessivo. Il contesto marino inoltre evita problematiche di re-iniezione di fluidi.

Per avere un ordine di grandezza delle energie in gioco nei contesti geotermici, si consideri che l'energia che serve per portare a fusione 1 km³ di basalto (un volume indicativo di una colata lavica importante dell'Etna ad esempio) è circa di un migliaio di TWh (3 volte l'intera produzione elettrica italiana). Vi sono evidenze storiche (in Italia, nell'area geotermica toscana) che l'estrazione di energia da un campo geotermico diminuisce il rischio sismico e vulcanico del territorio.

Occorre un cambio di paradigma: la geotermia e quella offshore in particolare, va considerata una risorsa e non una minaccia. A questo proposito lo studio e la coltivazione di risorse geotermiche comporta un monitoraggio mirato del territorio, valido a fini sia civili sia produttivi. Una valutazione più approfondita della disponibilità di energia coltivabile è stata condotta per il seamount Marsili (Tirreno meridionale), mediante studi e ricerche che hanno già delineato la presenza di un reservoir di fluidi supercritici dell'ordine di 100 km³, la cui coltivazione aprirebbe scenari produttivi di grande portata. La validazione di un modello geotermico replicabile e lo sviluppo di una rete di monitoraggio in

tempo reale. Una sfida importante proprio all'inizio della decade delle Nazioni Unite sulle scienze marine per uno sviluppo sostenibile (2021-2030).

SAIPEM PER LO SVILUPPO DELLA GEOTERMIA NON CONVENZIONALE (Paolo Allara, *Responsabile della Trasformazione Digitale – Saipem S.p.A.; già responsabile Ufficio Tecnico e R&D della Business Unit Drilling*)

La geotermia è una dote che si trova nel bagaglio culturale e tecnologico italiano da oltre cento anni, passando dagli Etruschi a Larderello. La guerra in Ucraina, la crisi climatica e il post-pandemia hanno spinto i governi a cercare fonti di energia locali, diversificate e sostenibili. L'energia geotermica è verde e infinita: un report del Massachusetts Institute of Technology evidenzia come il potenziale geotermico presente sulla Terra potrebbe fornire energia verde al pianeta per 4000 anni mentre secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) il potenziale geotermico mondiale viaria nel range da 35GW a 2TW. Le ultime edizioni di analisi strategiche quali il World Energy Outlook dell'agenzia internazionale dell'energia (IEA) e il World Energy Transitions Outlook dell'agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA) riconoscono il contributo strategico che l'energia geotermica può costituire nel mix-energetico necessario alla transizione ecologica. Lo studio condotto da Enel Foundation dimostra che, per raggiungere per il 2030 gli obiettivi prefissati dal pacchetto legislativo per la neutralità climatica "Fit for 55" promulgato dalla Comunità Europea, l'Italia ha bisogno di aggiungere 200 MW di capacità di energia geotermica alle altre fonti rinnovabili. Il bacino del Mediterraneo e in special modo l'Italia sono aree particolarmente ricche di risorse geotermiche ma a oggi risultano marginalmente utilizzate nonostante le grandi potenzialità.

Saipem ha da tempo avviato un programma di costante aggiornamento delle proprie competenze e di rinnovamento dei propri asset di progettazione e di sviluppo allo scopo di diventare sempre più un attore significativo nel campo delle energie rinnovabili e nel mix-energetico con una strategia focalizzata su decarbonizzazione, transizione energetica e diversificazione. La valorizzazione su larga scala e lo sfruttamento dell'energia geotermica rappresentano campi di naturale interesse per Saipem in quanto prevedono l'impiego di tecnologie vicine al core business: il know-how e lo sviluppo di tecnologie che hanno reso Saipem leader nelle attività di perforazione e di costruzione di impianti Oil & Gas in tutto il mondo hanno portato anche allo sviluppo di progetti legati allo sfruttamento di energia geotermica convenzionale, in Italia, Africa e America del Sud, con capacità di offrire progetti completi dalla perforazione all'EPCI di impianti per la produzione di energia.

Ma il campo della geotermia sta affrontando un nuovo paradigma e Saipem con esso: estendere le risorse geotermiche ben oltre l'uso convenzionale

utilizzando metodi non convenzionali di esplorazione e perforazione, sviluppando e sfruttando risorse geotermiche non economicamente vantaggiose con metodi convenzionali spostandosi anche verso risorse geotermiche “non convenzionali”. Nel contesto della geotermia non convenzionale, nella sua accezione scientifica del termine, Saipem sta sfruttando la propria esperienza nel settore Drilling, Engineering & Construction Offshore per affrontare un nuovo approccio allo sfruttamento dell’energia geotermica per la generazione di energia elettrica tramite nuove tecnologie che permettano di superare i limiti che finora ne hanno impedito lo sfruttamento con particolare focus all’energia geotermica marina (incluso il recupero di materiali critici come il litio da geothermal brines). E, parlando di “La Geotermia e il Mare”, sicuramente lo sviluppo di campi geotermici offshore gioca un ruolo chiave. Innanzitutto, perché il mare? La prima risposta sta, da un punto di vista di risorse disponibili, nella ricchezza di molti fondali marini, quale ad esempio quello del Tirreno sud-orientale, di importanti giacimenti di fluidi geotermici ad alta temperatura dovuta alla vivace attività vulcanica. La maggior parte delle aree a maggior potenziale geotermico è infatti localizzata a mare dove le condizioni geologiche favoriscono alti gradienti geotermici ($>100^{\circ}\text{C}/\text{Km}$).

Oltre a questo aspetto fondamentale, assieme ad altri vantaggi di carattere fisico e geologico ed economici, esistono anche altri importanti vantaggi che caratterizzerebbero giacimenti geotermici offshore quali: il non sfruttamento di territorio (soprattutto in zone dedite al turismo), il possibile trasferimento tecnologico dal mondo offshore Oil & Gas, il supporto alla crescita della Blue Economy, la possibilità di sfruttare l’energia verde prodotta per alimentare sistemi quali dissalatori per la produzione di acqua potabile o elettrolizzatori per la produzione di idrogeno verde. È di sole due settimane fa la notizia che il Governo italiano guarda ai dissalatori per gestire l’emergenza idrica e prepara la nascita di una filiera italiana sulla dissalazione, tecnologia idonea oltretutto a gestire picchi di consumo, ad esempio, in alcuni territori turistici come le Isole.

Nonostante allo sfruttamento di geotermia offshore stiano guardando (e investendo) vari Paesi (ad esempio è dello scorso anno la notizia che la società islandese North Tech Energy sta investendo sulla geotermia offshore vedendola come una soluzione per l’Islanda di sviluppare le proprie risorse per l’esportazione di energia, aggirando l’opposizione allo sviluppo onshore), l’Italia disporrebbe non solo delle risorse geotermiche in mare ma anche del know-how tecnico, tecnologico e scientifico per essere leader in questo settore. E nel bacino del Mediterraneo l’Italia può e deve essere leader.

Focus monografico

NEARSHORE DEL CANALE DI SICILIA: POTENZIALITA' GEOTERMICHE E MINERO-METALLURGICHE (Ambrogio Alfieri, *Servizio Geologico del Corpo Regionale delle Miniere Siciliano*)

L'isola Ferdinandea, emersa dalle acque del Mediterraneo nel luglio 1831 tra Sciacca (circa 50 km a SO) e Pantelleria, è stata una manifestazione effimera del campo vulcanico sottomarino presente al largo della costa siciliana nel Canale di Sicilia.

Nel periodo di massima crescita misurò circa 4 kmq di superficie e 65 m di altezza; scomparve nel gennaio 1932, a causa dell'erosione marina sulle rocce del vulcano, lasciando un banco sottomarino a circa 8 m di profondità.



L'Isola Ferdinandea è soltanto uno dei numerosi vulcani sottomarini della zona, posto al limite occidentale del campo vulcanico.

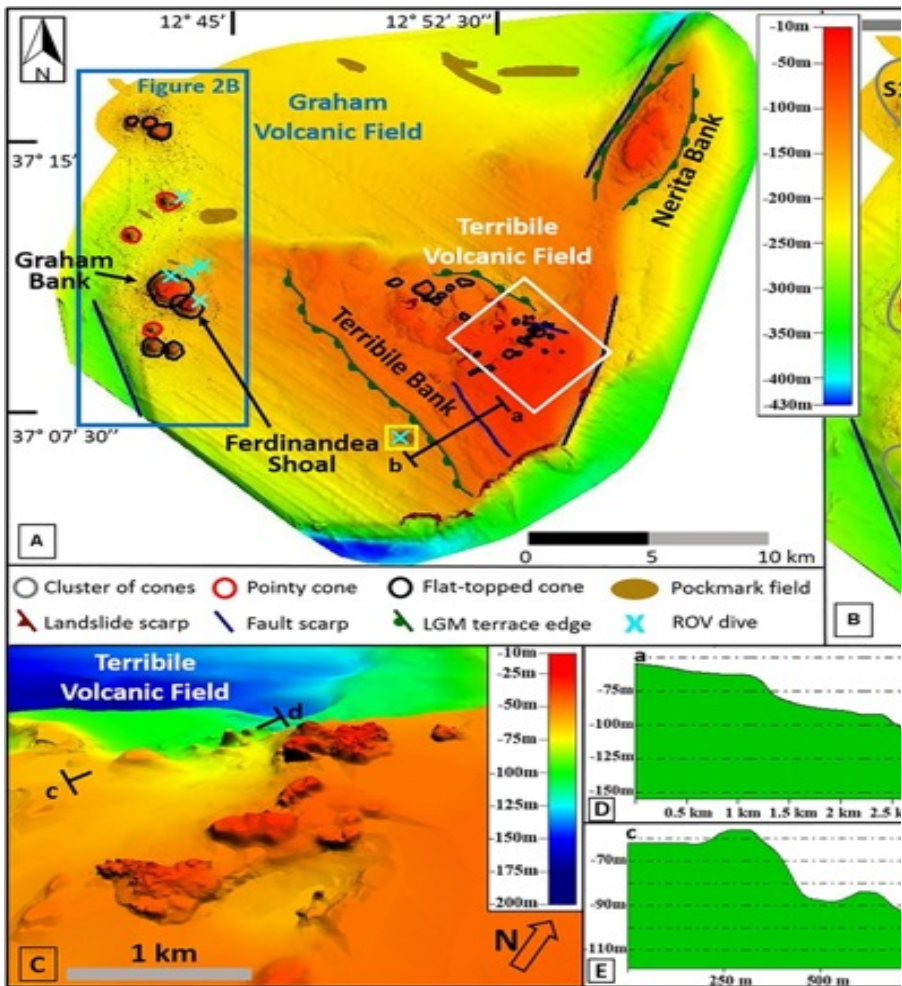


L'Isola Ferdinandea fa parte del "Banco Graham" (nella letteratura scientifica internazionale chiamato Graham Volcanic Field= GVF), un campo vulcanico monogenico composto da una decina di coni, alti mediamente un centinaio di metri dal fondale. I coni sono distribuiti lungo un allineamento esteso per circa 12 km in direzione N-S, localizzato 40-50 km al largo di Sciacca (AG). L'isola era costituita da tephra (ceneri fini, lapilli e scorie più o meno dense e blocchi di lava, di colore nero-rossastro) che risultò essere altamente cristallina, di tipo basaltico e con arricchimento in sodio.

Insieme alle isole di Pantelleria e Linosa, il Banco Graham fa parte di un più vasto campo vulcanico, poco esplorato, che si è sviluppato per la dinamica distensiva attiva nel Canale di Sicilia (Figura 1). Ricerche oceanografiche hanno indicato che il Banco Graham costituisce – con i vicini Banchi "Terribile" e "Nerita" – un campo di vulcani sottomarini che si eleva mediamente di circa 500 metri dal fondo del mare nel Canale di Sicilia.

Figura 1 – A: Carta morfo-batimetrica dell'area di studio raffigurante i banchi Graham, Nerita e Terribile e la decina di conetti che formano il "Graham Volcanic Field", evidenziato nel riquadro blu e poi in figura B. Estratto da Cavallaro & Coltelli, 2019.

Fonte: <https://ingvvolcani.com/ferdinandea/>



All'interno del Canale di Sicilia, è noto che un vulcanismo diffuso e sparso si è verificato durante il Miocene superiore fino al Pleistocene, costruendo le isole vulcaniche alcaline di Linosa e Pantelleria e diversi altri centri vulcanici (ad es. Anfiritre, Tetide Galatea, sponde di Cimotoe). Il vulcanismo si è verificato fino ai tempi storici, con le eruzioni sottomarine del 1831 dell'isola Ferdinandea.

I centri vulcanici del GVF sono allineati lungo una cintura orientata quasi N-S che si estende verso sud per quasi 200 km fino all'isola di Linosa. Tale fascia era correlata ad una zona di trasferimento traspressiva a scala litosferica (Faglia Capo Granitola-Sciaccia, CGSFZ)



Figura 2

Il Nerita Bank è un alto morfologico, allungato in direzione NNE-SSW (Figura 2). Sulla base dei profili di riflessione sismica, è stata interpretata come una struttura push-up quasi simmetrica di origine carbonatica, generata lungo faglie tettoniche strike-slip (es. SFS), priva di strutture vulcaniche su di essa (Argnani, 1990; Civile et al., 2015, 2018; Fedorik et al., 2018).

Il Terribile Bank è un altopiano carbonatico sottomarino (Colantoni, 1975), con alla sommità alcune piccole strutture a forma conica (Figura 2); i profili sismici indicano che è costituito da una successione carbonatica dal Cretaceo superiore-Eocene al Miocene inferiore, sovrapposta a ovest da sedimenti tortoniano-messiniani mancanti della sequenza pliocenica-quadernaria (Civile et al., 2018).

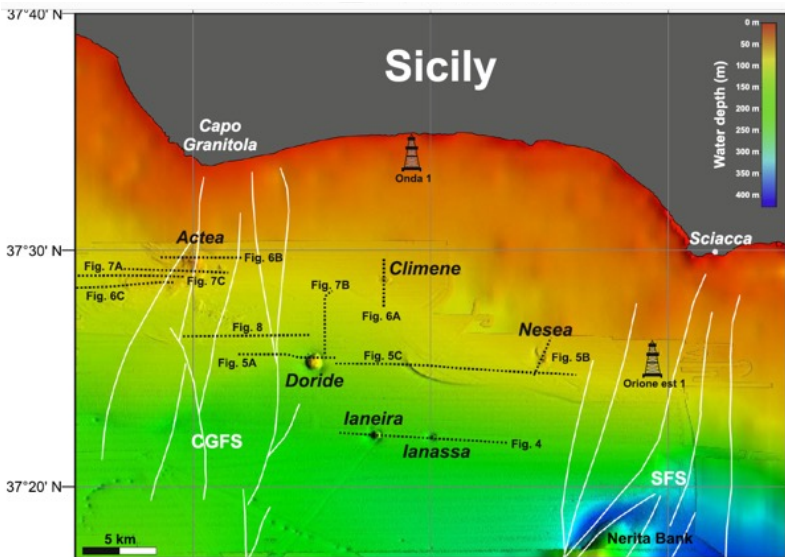
Il Graham Bank comprende due montagne sottomarine vulcaniche, la più piccola delle quali è il relitto della breve "Ferdinandea Island", originata durante l'eruzione di tipo Surtseyan del 1831, che rappresenta l'unico evento vulcanico ben documentato verificatosi nell'area di studio; altre attività vulcaniche furono segnalate con incertezza nei dintorni di Graham Bank durante la prima guerra punica (264-241 a.C.) (Guidoboni et al.,

2002; Bottari et al., 2009), nel 1632, 1833 e 1863 (Antonioli et al., 1994; Falzone et al., 2009). Inoltre, numerosi episodi di forti rilasci di gas nell'area di Graham Bank sono stati osservati nel 1816 (Mercalli, 1883), 1845, 1942 e più recentemente nel 2003.

La composizione di un campione di gas, raccolto all'interno di una fumarola a 155 m di profondità d'acqua vicino alla base del cono orientale del Graham Bank, ha rivelato una significativa componente del mantello; Le composizioni di elio e isotopi di carbonio del gas emesso dal fondo marino riflettono una chiara origine magmatica/crostante (Coltelli et al., 2016). I dati petrologici suggeriscono che tutti i centri vulcanici del Canale di Sicilia mancano di una camera magmatica poco profonda, dove i magmi primitivi potrebbero accumularsi e frazionarsi e la contaminazione crostante è generalmente assente (Rotolo et al., 2006).

Il rapporto tra la morfologia delle montagne sottomarine ed i processi vulcanici sottomarini ha dimostrato la natura monogenetica di questo vulcanismo, che fa parte di un vulcanismo più ampio e disperso che interessa il Canale di Sicilia nord-occidentale. Questo vulcanismo rappresenta una particolarità, poiché si è verificato al di fuori degli scenari geodinamici tipici di altri campi come le zone di subduzione o di rift oceanico, e lontano da sistemi vulcanici longevi.

La forma delle montagne sottomarine e la loro distribuzione all'interno del GVF attestano l'interazione tra vulcanismo e tettonica nella formazione del campo stesso. L'andamento complessivo N-S del campo vulcanico riflette l'orientamento della zona di trasferimento transpressivo Capo Granitola-Sciaccia, che ha favorito il vulcanismo in questa regione. I coni all'interno dei campi sono generalmente raggruppati in grappoli o fusi per formare edifici coalescenti, entrambi allineati lungo le direzioni preferenziali da NW-SE a WNW-ESE, coerenti con le principali strutture tettoniche regionali associate alla spaccatura continentale plio-quadernaria del Canale di Sicilia.



Fonte: Cavallaro & Coltelli, *The Graham Volcanic Field Offshore Southwestern Sicily (Italy) Revealed by High-Resolution Seafloor Mapping and ROV Images - Frontiers in Earth Science vol.7 2019*

Nel lavoro di Emanuele Lodolo, Dario Civile, Massimo Zecchin, Luigi Sante Zampa, Flavio Accaino del 2019 “A series of volcanic edifices discovered a few kilometers off the coast of SW Sicily” gli autori riportano la scoperta di sei coni vulcanici recenti a ridosso della costa tra Sciacca e Capo Granitola, in aggiunta ai vulcani già noti.

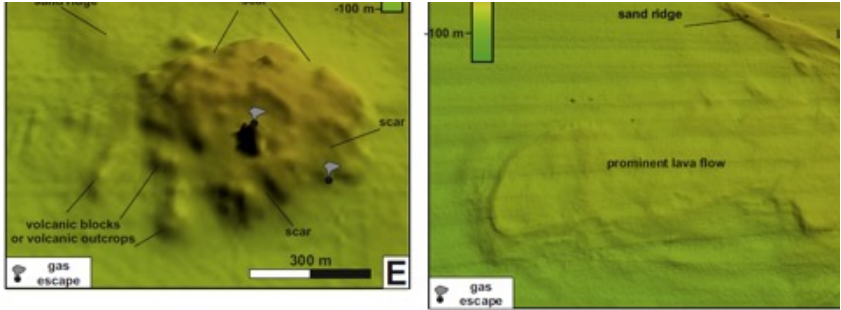
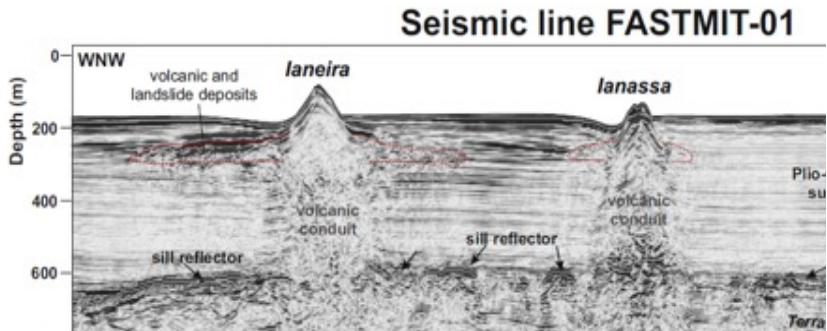


Fig. 3. 3-D shaded-relief images derived from high-resolution swath bathymetry of the six volcanic edifices. volcanic-related morphological features are labelled, along with the occurrences of gas escapes (Indicated by ...)

I rilievi sismici ad alta risoluzione mostrano queste emergenze vulcaniche parzialmente coperte dal substrato sedimentario, con colate e frane sottomarine. La natura di questi elementi esclude la presenza di significative camere magmatiche a bassa profondità, mostrando invece spessori, indagati dalla sismica, di almeno 900 m di depositi da Pleistocenici a Miocenici indisturbati. L'unica presenza di materia vulcanica si può ritrovare esclusivamente in corrispondenza dei cono eruttivi.

Fonte: Emanuele Lodolo, Dario Civile, Massimo Zecchin, Luigi Sante Zampa, Flavio Accaino “A series of volcanic edifices discovered a few kilometers off the coast of SW Sicily”, Elsevier, *Marine Geology* 416 – 2019



Nel lavoro del 2021 "Unraveling Past Submarine Eruptions by Dating Lapilli Tuff-Encrusting Coralligenous (Actea Volcano, NW Sicilian Channel)" - *Frontiers in Earth Science* vol.9 2021 gli autori Emanuele Lodolo, Alberto Renzulli, Carlo Cerrano, Barbara Calcinai, Dario Civile, Gianluca Quarta e Lucio Calcagnile datano le incrostazioni coralline sui prodotti piroclastici campionati nella sommità del vulcano Actea del lavoro precedente. Le datazioni con il radio-carbonio hanno dato valori da 7.000 anni b.p. al presente, fissando la data dell'ultima eruzione al dato più remoto.

CONCLUSIONI

Realisticamente il vulcanismo del Canale di Sicilia, nella zona indagata, è dovuto a sistemi di faglie impostate su una crosta continentale assottigliata, modello che non prevede la presenza di importanti intrusioni magmatiche a bassa profondità, piuttosto un apporto occasionale di magma poco differenziato direttamente da zone crostali profonde, come risulta per il Banco Graham, Nerita, Terribile e per gli ultimi vulcani scoperti.

Pertanto, sembrerebbe da escludere che a poca distanza dalla costa siciliana e a piccola profondità possano esistere estese masse magmatiche calde, attive o relitte, sfruttabili per gli scopi geotermici e minero-metallurgici.

Tuttavia, gli stessi autori sottolineano che il Canale di Sicilia non è stato ancora estensivamente studiato con rilievi di dettaglio, anche per scopi di Protezione Civile per la prevenzione dei rischi vulcanici e da tsunami.

In particolare, sarebbe auspicabile, non escludendo Isola Ferdinandea, approfondire la conoscenza di dettaglio, proprio per gli scopi geotermico e minero-metallurgico, del vulcano Actea; vista la sua vicinanza alla costa (circa 20 km a S di Capo Granitola) e relativa bassa profondità (circa 35 m la sommità), si potrebbe indagare, con una campagna oceanografica dedicata, l'entità e natura dei gas vulcanici emessi, per ipotizzare la profondità delle temperature utili eventualmente presenti nel corpo vulcanico.

SPONSOR E PARTNER 2023



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Organizzazione
Associazione "Isole Sostenibili"