

## LE RICERCHE GEOTERMICHE SVOLTE A VULCANO NEGLI ANNI '50

CLAUDIO SOMMARUGA

Consigliere Geotermico della CEE, Via Sismondi 62, 20133 Milano

**RIASSUNTO.** — L'isola di Vulcano, già dal 1920 agli anni '40, aveva suscitato interessi geotermici per le manifestazioni attive, le ricerche vulcanologiche di DE FIORE e di G. DESSAU e l'attenzione di GINORI CONTI, pioniere dello sfruttamento industriale dell'energia geotermica, ma tutto si limitò a considerazioni teoriche e a campionamenti chimici. Ancora negli anni '50 era opinione diffusa in molti ambienti geotermici che il « fenomeno Larderello » fosse « unico, irripetibile e inesauribile » e che non valesse la pena di insistere nella ricerca di altri campi geotermici fuori della Toscana!

In questo contesto si collocano modesti e sporadici tentativi all'estero e, in Italia, le ricerche prima della SAFEN nel Napoletano (anni '40 e '50) e della VULCANO-AGIP (anni '50), entrambe con la supervisione del grande Maestro vulcanologo ALFREDO RITTMANN. Appunto a Vulcano, GIANCARLO FACCA volle si effettuassero ricerche sperimentali, con pozzi, volte alla preparazione dei tecnici e alla messa a punto di nuove tecnologie, derivate e adattate dall'industria petrolifera, in vista del programmato trasferimento, che poi non avvenne, della « Larderello S.p.A. » all'ENI e in concomitanza con studi che una missione AGIP effettuò a Larderello negli anni 1955 e 1956.

A Vulcano, forse per la prima volta nella storia geotermica, si riuscì a tubare e cementare, a regola, un pozzo geotermico, fu realizzato uno dei rari e forse il primo completamente multiplo di un pozzo geotermico alimentato da più livelli, si studiò il fenomeno della produzione intermittente dei pozzi (frequente in altri campi, come p. es. Ischia), si effettuarono studi originali con una équipe di geologi, geochimici e geofisici, perforatori. Il pozzo VU 2 bis produsse regolarmente dal giugno 1953 al gennaio 1956, in condizioni strozzate, mediante un tubing, vapore secco o poco umido prodotto in pozzo o in sito per flash dai due livelli di m 90 (135° C, 9 kg/cm<sup>2</sup> in formazione, a pozzo chiuso) e di m 200 (194° C, 18 kg/cm<sup>2</sup> in formazione, a pozzo chiuso); la portata non superò le 7 t/h di vapore umido in condizioni, come si è detto, strozzate. I fluidi rivelarono quantità interessanti di acido borico.

Queste ricerche crearono le premesse per la realizzazione, in corso, del progetto « Vulcano » dell'AGIP-ENEL per la produzione di elettricità e di acqua potabile.

### I. - Il momento storico

Negli anni '50 era ancora luogo comune che il campo geotermico a « vapore secco » di Larderello fosse praticamente unico, irripetibile, inesauribile.

L'avventura di Larderello era iniziata nei primi anni del 1800 col primo progetto industriale di uso chimico e termico dei « soffioni boraciferi ». Salvo tentativi infruttuosi di uso diretto meccanico bisogna giungere al 1904 — agli albori dell'industria elettrica — per le prime esperienze di conversione dell'energia geotermica in energia elettrica. I grandi sviluppi industriali dell'energia geotermica nel mondo, intuiti, tentati e dimostrati da Ginori Conti, trovarono solo nel 1939 le loro felici realizzazioni coll'acquisizione della maggioranza azionaria della Soc. Larderello da parte delle FF.SS. Dopo la parentesi e le distruzioni degli impianti per gli eventi bellici, è all'inizio degli anni '50 che Larderello dimostra senza dubbi al mondo, le possibilità e il ruolo dell'energia endogena.

Fino a quegli anni, e in una economia a disponibilità energetiche crescenti e a costi energetici calanti, non fu mai intrapresa, fuori di Larderello, una ricerca seria e sistematica di altri campi geotermici; per di più si ricercavano campi a « vapore secco », ritenuti in genere di origine magmatica, mentre quelli a « vapore umido » o acqua calda venivano scartati come di limitato interesse industriale. L'esplorazione geotermica veniva in pratica limitata alla verifica delle più appariscenti manifestazioni e mancava una teoria, una casistica, un modello esauriente dei sistemi geotermici.

Tuttavia, tra la fine del secolo scorso e la metà del nostro secolo, non mancarono pionieri coraggiosi che tentarono la messa in produzione di nuovi campi. Così a Klamath Falls e Boise (USA, 1890), Abano (Italia, 1920), Reykjavik (Islanda, 1927), Rotorua (N. Zelanda, 1923) nascono e si sviluppano con una moltitudine di pozzi di acqua calda i primi impianti di riscaldamento civile o serricolo: Reykjavik viene definita già negli anni '30 « la città senza fumo ».

Nel campo dell'alta entalpia, nello stesso periodo, si svilupparono modeste ricerche in Venezuela (1901), a El Tatio (Cile, 1908), a Beppu (Giappone, 1924), Kamodjang (Indonesia, 1927), in varie località degli Stati Uniti: The Geysers (1921), Salton Sea (1927), Yellowstone (1934), Steam Boat (1949), Niland (1927), Wairakey (N. Zelanda, 1930 e 1950), Kamtchatka (1955), Giappone (Matsukawa, 1952; Otake, 1953), ecc.

Questi tenaci ricercatori erano convinti che ciò che « Natura » fa una volta può ripeterlo cento volte e che certamente Larderello non poteva essere un caso isolato.

Così in Italia Ginori Conti promuove ricerche fuori Toscana, alla Solfatarina di Pozzuoli (1917-1922) e in diverse altre località, e negli anni '40 e '50 la SAFEN con la supervisione di Alfredo Rittmann e la direzione di Francesco Penta, con gli allievi delle scuole di Ingegneria delle Università di Roma e Napoli, svolge una intensa attività di ricerca e di sperimentazione, con 105 pozzi e pozze nei Campi Flegrei, particolarmente a Ischia, e con la TERNI nel Viterbese. A Ischia nel 1942-43 e nel 1954-55 fu anche attiva la prima centralina a « ciclo binario » (250 kWe, a cloruro di etile) e una delle prime centraline a flash a contropressione per vapore umido (500 kW), che rappresentano un primato per la nostra industria (1).

Nel 1951 Giancarlo Facca, direttore del Servizio Geologico dell'AGIP, intuì il ruolo energetico che la geotermia avrebbe potuto svolgere nel nostro Paese e le possibilità che la mentalità, la struttura, i laboratori e le

tecnologie di una grande compagnia petrolifera potevano trasferire con gli opportuni adattamenti nell'industria geotermica allora condotta spesso a livello artigianale, arroccata in una valle della Toscana, lontano da centri universitari e di ricerca, senza geologi laureati. Da allora occorsero vent'anni per raggiungere i livelli internazionali che altri in Nuova Zelanda, in Giappone e negli Stati Uniti andavano sviluppando e realizzando senza gli apporti e l'esperienza italiana che solo negli anni '60 alcuni ricercatori italiani, fra cui lo stesso Facca, esportarono all'estero.

Gli anni della attività geotermica dell'AGIP si svolsero dal 1951 al 1957 dei quali i primi quattro sotto la guida di Facca e i successivi sotto quella dello scrivente e sempre con la supervisione di Rittmann: le aree di indagine principali furono la Sicilia con le sue isole e particolarmente Vulcano, il Vesuvio, l'alto Lazio e la Toscana (in particolare l'Amiata) furono sviluppate ricerche di laboratorio, e negli anni 1955-56 una équipe di geologi, geochimici, geofisici poté studiare il campo di Larderello e porre le prime basi dell'ingegneria di serbatoio di un campo geotermico, elaborare i dati storici della Soc. Larderello la quale non disponeva di geologi né di adeguate strutture scientifiche minerarie.

## 2. - Le ricerche geotermiche a Vulcano

L'Isola di Vulcano, a partire dagli anni '10 agli anni '40, fu oggetto di ricerche scientifiche e applicative particolarmente ad opera di DE FIORE (1913-1924), SICARDI (1923-1969), IMBÒ (1930-1932), DESSAU (per sfruttamento dello zolfo, 1933) e GINORI CONTI (per « forze endogene », 1938).

Nel 1950, mentre la SAFEN si accingeva nel napoletano a rilanciare le ricerche interrotte durante la guerra, la SCIA (Soc. Carburanti Italiani Azionaria) ottenne un permesso di ricerca di « vapore naturale » nell'Isola di Vulcano. La SCIA fu subito sostituita dalla « VULCANO S.p.A. » (giu. 1950) a sua volta associata all'AGIP-Attività Mineraria S.p.A. (operazione formalizzata nella primavera del 1952).

Enrico Mattei, che stava trattando per il trasferimento all'ENI della Soc. LARDE-

(1) Le precedenti centrali geotermoelettriche, oltre quelle di Larderello, furono quella di The Geysers (20 kWe, attiva dal 1925 al 1963, e quella di Beppu (30 kWe, attiva saltuariamente dal 1924 e portata a 1 MWe nel 1951).

RELLO detenuta in maggioranza dal 1939 dalle FF.SS., volle l'operazione « Vulcano » per consentire ai tecnici dell'AGIP, nuovi all'attività geopetrolifera, di disporre di un laboratorio naturale dove verificare i risultati degli studi teorici e di laboratorio, scientifici e tecnologici e prepararsi nel modo più serio ai nuovi compiti.

Vulcano di per sè non offriva prospettive pratiche di sviluppi geotermici industriali, perchè scarsamente abitata (250 abitanti e turismo trascurabile). Al più, se si fosse scoperto un grande campo geotermico, si poteva trasportare energia elettrica a Lipari (dove il kWh costava 120 £ nel '52 e 50 £ nel '53); il trasporto in Sicilia risultava oltremodo difficile e l'ultima soluzione possibile sarebbe stata la creazione di un'industria ad alta concentrazione energetica (rame, alluminio o magnesio).

Il primo pozzo, VU 1 (« S. Maria ») (v. scheda all. 1), fu eseguito con la empirica e pionieristica tecnologia dell'epoca, l'esperienza di un perforatore di acque calde ad Abano e quasi nessuna assistenza. Il pozzo profondo 234 m, tubato ma non cementato, erogò in modo discontinuo « 150 t/h di vapore umido, con getto alto 300 m », secondo stime ma nessuna misura<sup>(2)</sup>. Si riuscì a colmare il pozzo e chiuderlo minerariamente date le condizioni precarie.

Il secondo pozzo, VU 2 bis (dopo il tentativo abbandonato a pochi metri, di perforare il VU 2 (1 km a SE del VU 1) fu ubicato a 76 m dal primo, ma con la sperimentazione di tecnologie di nuova concezione, l'assistenza geologica, fisica, chimica, di perforazione e di laboratorio dell'AGIP.

Il pozzo fu accuratamente tubato e cementato, completato per la prima volta nell'industria geotermica in modo multiplo, con produzione separata di livelli vaporiferi distinti per consentire più accurate osservazioni. Fu evitata la produzione intermittente del VU-1 caratteristica anche di vari pozzi della SAFEN sui litorali di Ischia. Furono anche evitati gli stress termici delle colonne mediante cementazioni parziali che le lasciavano libere di dilatarsi e di contrarsi. Particolari attrezzature avrebbero consentito in-

(<sup>2</sup>) Personalmente sarei propenso, applicando il « beneficio d'inventario », a ridurre la portata a 100 t/h e l'altezza del getto a un centinaio di metri!

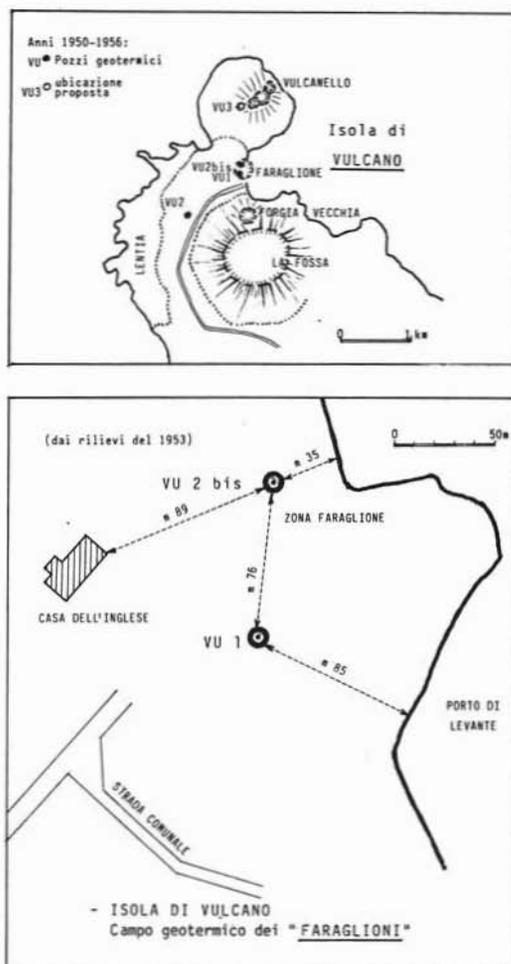


Fig. 1. — Isola di Vulcano - Campo geotermico dei « Faraglioni ».

fine il campionamento dei fluidi anche in caso di eruzione del pozzo.

Nell'impossibilità all'epoca, per mancanza di approdi, di trasportare apparecchiature per la registrazione di logs elettrici, non disponendo anche di cavi per alte temperature in ambienti solfurei, il pozzo fu perforato a carotaggio continuo e la sorveglianza del pozzo fu affidata in continuità a 1-2 geologi (F. ARONICA e G.F. GINO). Fu così possibile una tempestiva stratigrafia integrata da analisi dei fluidi e da 64 profili termometrici per punti, con termometri a mercurio a massima (integrati in qualche caso con coni fusibili) per un totale di 644 misure utilizzabili.

## TABELLA 1

Pozzo VU 1 (S. Maria) - Soc. Scia/Vulcano S.p.A.

UBICAZIONE: Comune di Lipari (ME)

IGM F° 244 III SE - Lat N 38°24'53" ; Long (E di M.Mario) 2°30'22"

Distanze: dal mare 75 m, da VU 2bis 76 m

Quota: piano campagna 3,5 s.l.m.; tavola rotary 6,6 m s.l.m.

STORIA DELLA PERFORAZIONE:

Inizio: 23 ago.1950 ; fine: dopo 12 feb.1951 (con chiusura mineraria

prove: eruzioni geyseriformi tra 5 e 12 feb.1951 e giorni seguenti

IMPIANTO E ATTREZZATURE: quelli descritti per VU 2bis, con qualche semplificazione

PROFILO : avampozzo : m 2,2

casing Ø 12" a m 69,5 con cementazione non riuscita; 2<sup>a</sup> cementazione dall' al  
to per m 1

casing Ø 10" a m 176 , non cementato

foro scoperto Ø 8"½ da m 176 a fondo pozzo e interessato dal 3<sup>o</sup> livello vapo  
rifero (v. VU 2bis)

fondo pozzo : m 234,5

TERRENI ATTRAVERSATI : alternanze di ceneri, tufi, breccie vulcaniche, lapilli, banchi  
di lava; mancanza di una copertura tipica

MANIFESTAZIONI :

assorbimenti: m 137, m 195-234 (f.p.)= 860-1700 l/h

fluidi termali:

1° livello: m.4-5, T=101°C, P=1 ata (come manifestazioni)

2° livello di VU 2bis: non incontrato

- livello possibile: m.137-146 (assorbimenti)

3° livello: m 195-234 (f.p.) con erogazioni intermittenti, Q=100-150 t/h  
stimati, altezza del getto m 300.

Pozzo VU 2 - Soc. Vulcano S.p.A. (AGIP)

Ubicato al piede del Vulcano , a nord, non lontano dalla colata delle Pietre Cotte, fu  
abbandonato alla profondità di circa 14 m, in un banco di lava compatta non avendo l'im  
pianto sufficiente peso per attraversarlo. Manifestazioni: nessuna.

Furono anche tenute sotto controllo le  
manifestazioni dell'isola e potrà interessare  
aggiungere nella « case history » di Vulcano  
la rilevazione fatta nel cratere « La Fossa »  
di 340° C nell'estate del 1953.

Il pozzo VU 2 bis (v. scheda all. 2) aveva

in programma di raggiungere la profondità  
di 300-350 m con una colonna di produzione  
di 8"½. Il pozzo fu ultimato invece a  
236 m avendo attraversato tre livelli vapo-  
riferi.

Il primo livello, superficiale, si ricollega-

TABELLA 2  
 Pozzo VU 2 bis - Soc. Vulcano S.p.A. (AGIP)

UBICAZIONE : Comune di Lipari (ME)IGM F° 244 III SE - Lat N 38°24'56" ; Long (E di M.Mario) 2°30'25"Distanze:dal mare 35 m, da VU 1 76 m (circa a N di VU 1)Quota:piano campagna 3,10 m s.l.m.; tavola rotary 6,10 m s.l.m.

## STORIA DELLA PERFORAZIONE :

Inizio: 26 ott.1952 ; fine: 30 lug.1953 ; prove: ago 53-genn.54osservazione:gen. 54-gen.56 ; chiusura mineraria:cementazione feb.1956

## IMPIANTO E ATTREZZATURE :

Impianto:"Motomeccanica H", tipo "Davis Calix", rotary a carotaggio continuo  
torre tubolare, altezza m 12; sottostruttura m 3x3,5, altezza m 3motore: "Lombardini 22 CV ; motopompa "Moncalvi 70 CV; gruppo elettrogeno  
3 kWsicurezza: master gate 9 $\frac{5}{8}$ " per 150 kg/cm<sup>2</sup>, preventer "Ansaldo"Furono inoltre realizzate, ma non usufuite, speciali apparecchiature  
(p.es. campana metallica) per facilitare le operazioni di imbriglia  
mento del "soffione" in caso di eruzione

fluidi e materiali:acqua di mare,argilla,cemento "Rossi 2000"

## PROFILO :

avampo : m 2,2casing Ø 14" a m 27,7 , cementato a regola e isolante il 1° livello vaporiferocasing Ø 12" a m 89,9 , cementato fino a m 83, libero di dilatarsicasing Ø 10" a m 179 , cementata fino a m 95, libera di dilatarsi

intercapedine Ø 12"-10" in comunicazione col 2° livello vaporifero

foro scoperto Ø 10" e 8 $\frac{1}{2}$ " da m 179 a fondo pozzo e interessato dal 3° livello  
vaporifero sotto m.186fondo pozzo: m 236,5tubing per prove: Ø 2 $\frac{3}{8}$ " a punta chiusa, finestrato al fondo per una superfi  
cie pari a 3 volte la sezione del tubing; punta del tubing a m 231

## TERRENI ATTRAVERSATI :

-alternanze di ceneri,tufi,brecce vulcaniche,lapilli,banchi di lava compatta  
o bollosa; mancanza di copertura caratteristica-alterazioni idrotermali diffuse, con pirite e anidrite, a m 0-16, 36-96,  
122-236 (f.p.)-Zona Argillitica fino m170(150°C),Clorite,Sericite  
(170°C) m 170-233

## MANIFESTAZIONI e PRODUZIONE :

-assorbimenti: m 10, 90-100, 145-165, 185-236(f.p.)=360-800 l/h-fluidi termali:

1° livello:m 7-14,T=101°C, P=atmosfera

falda delle manifestazioni di superficie(fumarole,fangaie)

2° livello:m 90-100(in produzione:90-95m)

statica al fondo:T=136°C(saturazione T=179°C); P=10ata

erogazione(testa pozzo):T=104°C,P=1,2ata,Q=0,35t/h(vap.secco)

3° livello:m 185-236(f.p)

statica al fondo:T=194-198°C(saturaz.T=209°C),P=19 ata

erogazione(testa pozzo)(V/153)-T=140°C,P=4ata,Q=1t/h(vap.90%)

" " " (1/156)-T=161°C,P=7ata,Q=66t/h(vap.33%)

TABELLA 3  
 Composizione dei gas e vapori dei pozzi e manifestazioni  
 Soc. Vulcano S.p.A. (1953)

CARATTERISTICHE e COMPONENTI	POZZO VU 1 gas	POZZO VU 2 bis				MANIFESTAZIONI DI SUPERFICIE gas	
		vapore		gas		subacquea	sondina nella fangaia
		livelli n° 90-98 (19/1/53)	livelli n° 179-231	livelli n° 90-186 (13/2/53)	livelli n° 179-230 (15/5/53)		
% gas/vapore tot.	?	3,6	2,8				
EROGAZIONE:							
gas	?	} 350 Kg/h	-	72 l/h	390 l/h		
vapore	?		1000 kg/h	-	-		
acqua salata	?		90-100 l/h	-	-		
PRESSIONE con pozzo chiuso	?	9 kg/cm <sup>2</sup>	18 kg/cm <sup>2</sup>	ambiente	ambiente	ambiente	ambiente
TEMPERATURA : superficie formazione	ambiente	101 °C 135 °C	101 °C 194 °C	ambiente -	ambiente -	ambiente	101 °C 101 °C
CO <sub>2</sub>	96,05 %	95,41	96,96	92,20	93,96	97,43	89,53
CH <sub>4</sub>	0,29	0,24	0,19	0,90	0,32	0,14	0,12
H <sub>2</sub>	0,08	1,22	1,64	3,24	4,56	0,05	0,04
NH <sub>3</sub>	presente	0,05	0,0006	tracce	0,05	presente	0,06
H <sub>2</sub> S	0,90	1,84	0,4	assente	assente	0,50	3,11
SO <sub>2</sub>	0,05	0,30	0,0004	tracce	0,11	0,07	0,22
N <sub>2</sub>				3,59			
Argon	2,63	0,94	1,16	0,07	1	1,81	6,92
Elio				tracce			
H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (acqua erogata+ condensata)	?	0,005 g/l	1,015 g/l	?	?	?	?
H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (nella condensata)	?	-	1,43 g/l				

## OSSERVAZIONI

- I gas svolgentesi dal pozzo VU 2bis in sosta, sembrano gli stessi contenuti nel vapore, più o meno depauperati dei componenti solubili nell'acqua in colonna.

- I gas svolgentesi dalle fumarole presentano talune differenze rispetto ai gas svolti nei pozzi per reazioni chimiche nel terreno illustrate da G. Dessau (1933).

(dati AGIP/VULCANO)

va alle manifestazioni spiaggia e dei bullicami e fangaie tra il Faraglione e la Casa dell'Inglese.

Il secondo livello, a m 90 con temperatura di formazione di 136° C e una pressione statica di 10 ata, erogò appena 0,350 t/h di vapore quasi secco a 104° C e 7,2 ata, indice di un flash in sito prossimo al pozzo.

Il terzo livello, infine, raggiunto a 185 m e che aveva prodotto nel VU 1, aveva una temperatura di 194-198° C, con una pressione statica di 19 ata: erogò all'inizio delle prove 1 t/h di vapore quasi secco (titolo 90 %), a 140° C e 4 ata e dopo due anni e mezzo di produzione (col primo livello chiuso) la produzione andò gradualmente aumentando, anche se il titolo del vapore calò al 33 %, raggiungendo 6,6 t/h (di cui 2,2 di vapore) a 161° C e 7 ata. La permeabilità media del 3° livello nel pozzo VU 2 bis sembra inferiore a quella nel pozzo VU 1. L'incremento di portata, temperatura e pressione osservata nel VU 2 bis, col passare del tem-

po, fanno pensare a un progressivo miglioramento del drenaggio in serbatoio, a un avvicinamento del fronte di vaporizzazione verso il pozzo, a una azione cioè di auto-stimolamento del pozzo.

L'abbandono da parte della VULCANO-AGIP delle ricerche geotermiche a Vulcano venne deciso nel 1956, quando ormai l'équipe di tecnici si era trasferita a Larderello in una ben più vasta palestra di ricerca. Il pozzo passò a una impresa di Messina che si proponeva di sfruttarlo per la produzione di allume e acido borico, ottenuti anche per reazioni delle vulcaniti coi fluidi endogeni come avveniva naturalmente nella « Grotta del Faraglione » detta anche « Grotta dell'Allume ». Questa attività non venne mai realizzata mentre i fluidi erogati inquinavano l'ambiente. L'AGIP venne richiesta di operare la chiusura mineraria del pozzo, per cementazione integrale e ciò consentì un nuovo ciclo di osservazioni nel gennaio 1956.

La migliorata produttività del pozzo e la

TABELLA 4  
 Caratteristiche chimiche e fisiche dei fluidi erogati dal pozzo VU 2 bis  
 (1953 - 1956)

- Pozzo VU 2 bis - CARATTERISTICHE CHIMICHE (prove di produzione)

INTERVALLO PRODUTTIVO	GAS/VAPORE		COMPOSIZIONE DEL GAS								ACQUA		PH	DATA DELLE MISURE
			t o t a l e %					residuo %			H <sub>2</sub> O g/l	residuo secco (180°C) g/l		
	%	ml/kg	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>	resi- duo	CH <sub>4</sub>	idr. sup.	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
- m 90 - 95	3,6	18,5	95,41	1,84	0,3	2,4	9,9	-	50,9	39,2	0,005	36,93	6,1	gen.1953
- m 179-236	2,8	14	96,96	0,4	0,0004	2,92	6,5	-	54,8	38,7	1,015	11,75	7,2	26 mag.1953
" "											5,56			24 lug.1953
" "											5,13	48,85	5,4	8 ott.1953
" "											4,08			17 dic.1953
" "	4,0	20,4	93,73	4,77	-	1,5	6,4	0,4	50,6	42,6	2,21	41,9	5,7	gen.1956

- Pozzo VU 2 bis - CARATTERISTICHE FISICHE (prove di produzione)

INTERVALLO PRODUTTIVO	PRESSIONE DI CHIUSURA (ata)	PRESSIONE a monte d. SCARICO (ata)	TEMPERATURA		SCARICO (diametro) mm	PORTATA		TITOLO del vapore %	ENTALPIA		
			misurata °C	teorica (vapore satturo) °C		VAPORE t/h	ACQUA t/h		VAPORE separa- to kcal/kg	FLUIDO kcal/kg	
											°C
- m 90 - 95 gen.1953	10	stabiliz- zata	1,2	-	104	-	0,35	-	100	641	641
- m 179-236 mag.1953	19	dopo 3h	1,5 4	110	111	51	1	0,03/ 0,1	97-91	643	627
				-	143	26	0,8	0,09/ 0,2	90-80	655	604-553
ago.53 gen.54			3,1 4,0	132 145	134 148	26 26	1	0,05/ 0,2	95-83	652-655	630-563
gen.1956	9	* non stabi- lizzata	6,95	160,5	161	36					

(\*)- La pressione di chiusura stabilizzata è probabilmente inferiore a quella dell'agosto 1953, come sembra indicare la debole risalita iniziale osservata.

- Pozzo VU 2 bis - ANALISI DELL' ACQUA

(Laboratorio AGIP/AMI, 1953)

giorno	20 set. 1953	14 ott. 1953
INTERVALLO	179-233	179-233
peso specifico	1,0355	1,0347
pH	5,4	4,3
salinità	38,33 g/l	38,93 g/l
<u>ANALISI IONICA:</u>		
SiO <sub>2</sub>	0,80	0,81
Cl <sup>-</sup>	23,24	23,60
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,46	4,34
OH <sup>-</sup>	-	-
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,07	0,07
Ca <sup>2+</sup>	0,21	0,20
Mg <sup>2+</sup>	0,95	1,19
ossidi	0,11	-
NH <sub>4</sub>	presente	presente
H3BO3	5,4	4,94

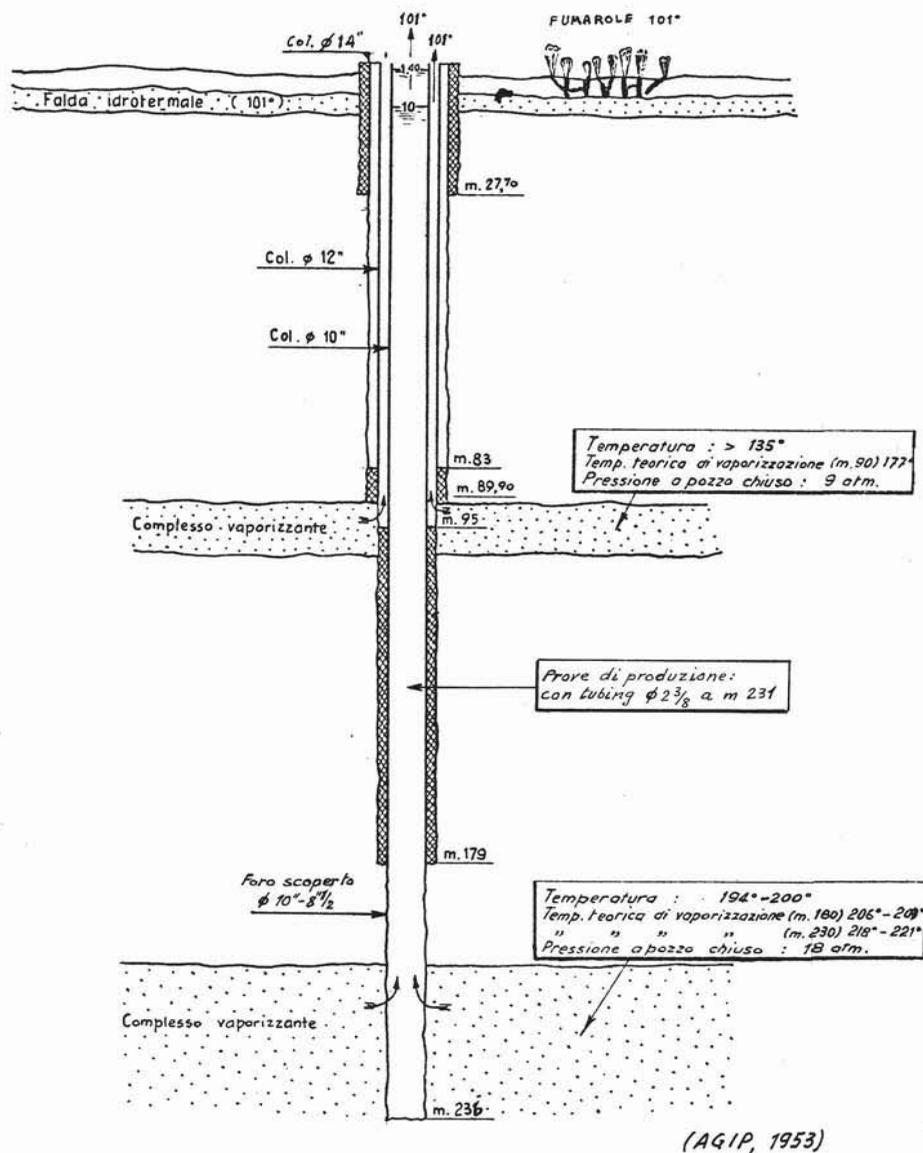


Fig. 2. — Cantiere di Vulcano - Pozzo n.° 2 bis.

possibilità di estrarre prodotti chimici in aggiunta alla generazione elettrica fecero proporre un nuovo sondaggio, profondo almeno 600 m e ubicato preferenzialmente sull'allineamento La Fossa - Forgia Vecchia - Faraglioni - Vulcanello considerati come distinti camini vulcanici: l'area preferenziale ricadeva nell'istmo fra i Faraglioni e Vulcanello o direttamente a Vulcanello nell'area solfa-

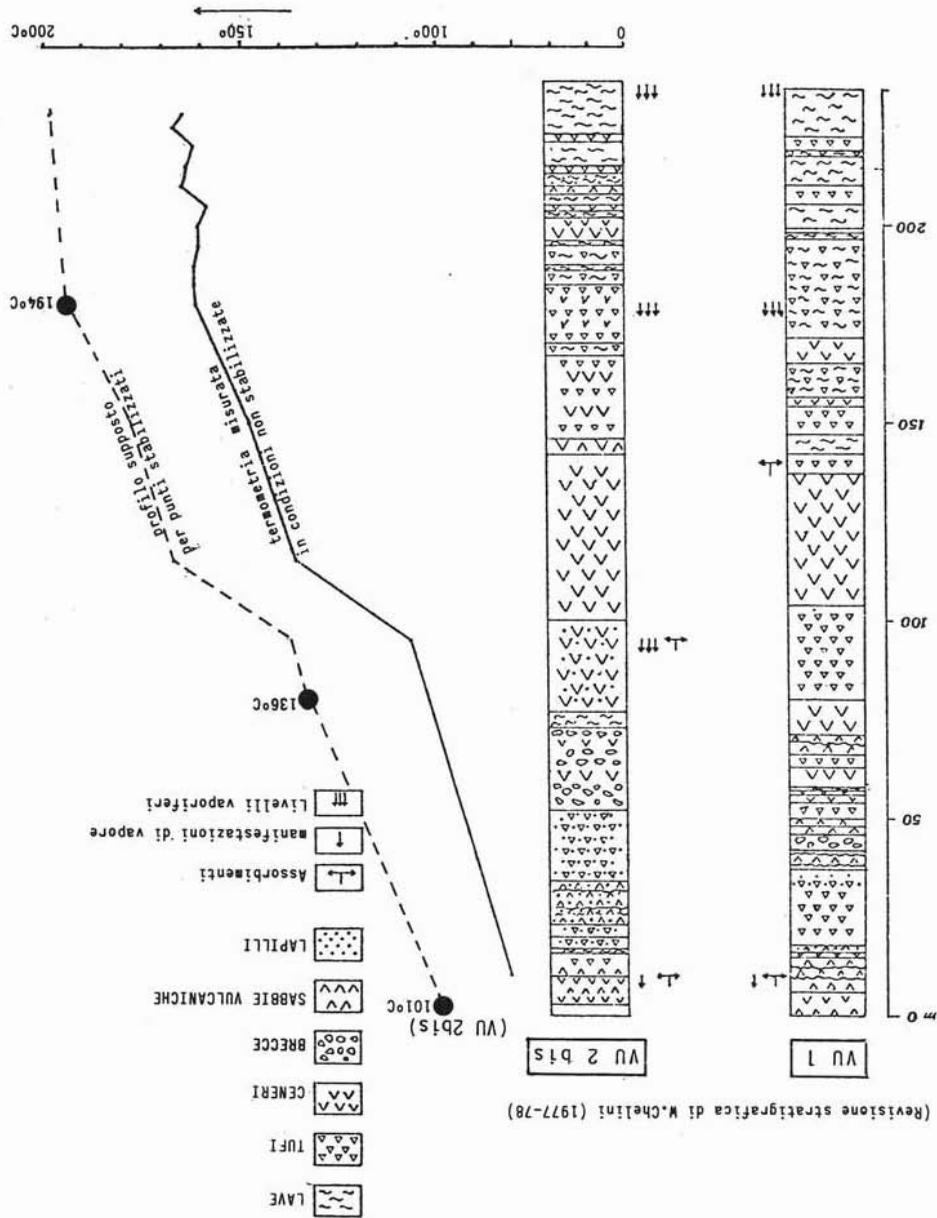
tarica a occidente, lungo l'asse eruttivo NNE-SSO: all'epoca non si disponeva di metodologie geofisiche sufficientemente affidabili ed economiche per operare in un'isola vulcanica con problemi logistici locali e di collegamenti e pertanto le prospezioni erano affidate ai vulcanologi e ai chimici che furono dotati di una particolare attrezzatura portatile (v. fig. 7).

### 3. - Conclusioni delle ricerche effettuate

— esistenza a Vulcano di un sistema geotermico di modesto interesse commerciale e piccola profondità (m 200) con possibilità di integrare la produzione elettrica con l'estrazione di sostanze associate (p. es. lide):  
e particolare ancora oggi in buona parte va-

Le ricerche a Vulcano consentirono, oltre al collaudo di nuove tecnologie, metodologiche e alla raccolta di conoscenze ed esperienze preziose, considerazioni di ordine generale

Fig. 3. — Campo geotermico del Faraglioni di Vulcano (Eolie) - Stratigrafia e termometria.



(Revisione stratigrafica di M.Chelini (1977-78))

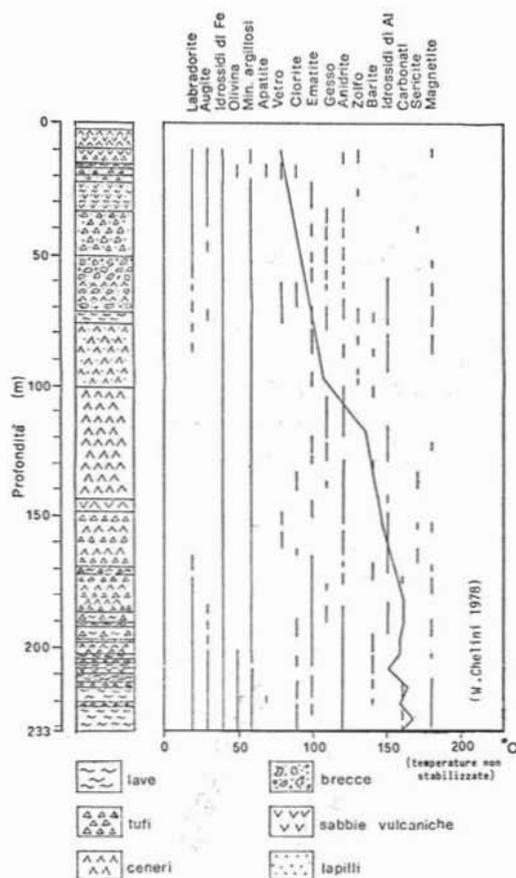


Fig. 4. — Pozzo VU 2 bis (da W. CHELINI, 1978).

acido bórico);

— possibile esistenza di sistemi geotermici più profondi e più caldi dei quali fu proposta l'esplorazione a media profondità (600 m) o grande profondità, nel basamento cristallino sub vulcanico, con un impianto di 1500-2000 m con alti costi e prospettive ritenute allora non ripaganti;

— modello idrogeotermico rappresentato almeno superficialmente da acque marine riscaldate da convezione profonda (condense, fluidi magmatici, ecc.);

— mancanza di caratteristiche coperture nelle serie vulcaniche; tuttavia queste sono possibili nelle aree intensamente idrotermalizzate e che si identificano con quelle intensamente tettonizzate come quelle prossime ai camini vulcanici attivi, sede di convezioni profonde;

— nel pozzo VU 1 la produzione avvenne, in modo vistoso, dal casing  $\varnothing 10''$  mentre nel VU 2 bis le prove furono effettuate in condizioni strozzate, da un tubing o dall'intercapedine con la colonna da  $10''$  e ciò per comodità di interventi: di questa situazione bisogna tener conto per una valutazione obiettiva del potenziale del pozzo;

— gli assorbimenti riscontrati nei due pozzi e i flussi di erogazione fanno ritenere che nel 3° livello termale il VU 1 abbia incontrato maggiori permeabilità medie dell'acquifero che non il VU 2 bis, oppure che quest'ultimo abbia prodotto da una formazione danneggiata da assorbimenti fangosi, anche se si perforava per quanto fosse possibile ad acqua di mare, o da cementazioni (v. livello 90-100 m danneggiato nella metà inferiore); tuttavia l'aumento della produzione nel tempo sembrerebbe confermare l'ipotesi del danneggiamento della formazione e di una progressiva « autostimolazione » con la produzione.

Negli anni successivi, e particolarmente nell'ultimo decennio, l'Isola di Vulcano fu campo di ricerche vulcanologiche, geochimiche e geofisiche svolte da numerosi ricercatori italiani e stranieri di varie università e del C.N.R. (P.F. « Geodinamica »): è indubbio il contributo di informazioni offerto dai vecchi pozzi geotermici anche se le informazioni divulgate furono frammentarie e informali, per quanto i rapporti tecnici fossero stati depositati presso l'IIRG/CNR di Pisa. La presente relazione vuole colmare di fatto questa lacuna di informazioni.

Infine mi sembra ovvio sottolineare il ruolo determinante della vecchia campagna di ricerche dell'AGIP/VULCANO nella decisione e impostazione dell'odierno progetto di ricerca e sfruttamento geotermico dell'AGIP-ENEL.

*Ringraziamenti.* — L'autore ringrazia l'AGIP S.p.A./« Risorsa Geotermiche » per l'autorizzazione alla pubblicazione dei dati di archivio della VULCANO S.p.A.

*Nota:* dalle ricerche geotermiche nell'isola di Vulcano sono state date solo notizie succinte e per lo più informali ai ricercatori.



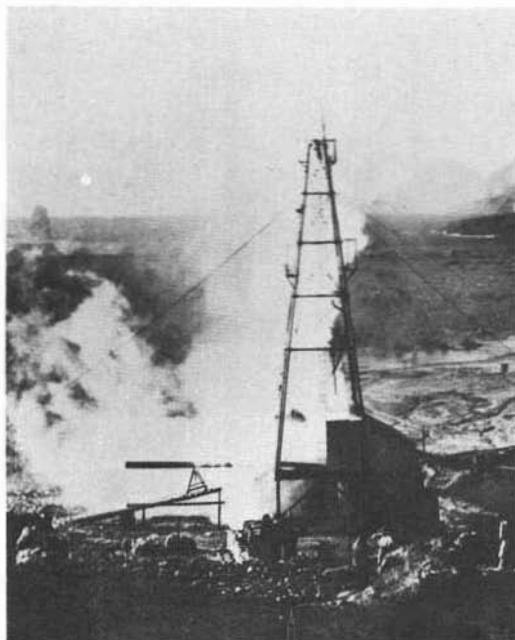


Fig. 8. — Pozzo VU 1: eruzione a « geyser » (5 febbraio 1951).



Fig. 9. — Pozzo VU 2 bis: erogazione con « tubing » dopo 2,5 anni di produzione continua.

#### BIBLIOGRAFIA

AGIP, AGIP MINERARIA, VULCANO - *Rapporti interni*, anni 1951-1956; depositati presso il CNR-IIRG (Pisa) nel 1966.

AGIP - *Isola di Vulcano: attività svolta e programmi futuri*. Notizie per la stampa, maggio '82.

CHELINI W. - *Gli equilibri idrotermali in sistemi geotermici: studio petrografico comparativo di cutting e carote di pozzi geotermici ed implicazioni chimico-fisiche*. Tesi di Laurea Univ. di Pisa, Anno Acc. 1977-78 (relatore F. BARBERI).

ELETTROCONSULT (ELC) - *Studio per lo sfruttamento delle risorse geotermiche dell'Isola di Vulcano*. CNR, Prog. Fin. En., R.S. 7, Roma, dicembre 1981.

SOMMARUGA C. - *Ricerche geotermiche a Ischia*. Conv. per il Centenario del Terremoto di Casamicciola, Casamicciola Terme, 30 sett. - 2 ott. 1983.