

REPUBBLICA ITALIANA
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

INVENTARIO
DELLE RISORSE GEOTERMICHE NAZIONALI

ENEL UNG

CNR IIRG

ENI-AGIP SERG

ENEA DPAS

REGIONE CAMPANIA

RAPPORTO

PISA
Dicembre 1987

ENEL
Unità Nazionale Geotermica

INVENTARIO DELLE RISORSE GEOTERMICHE DELLA REGIONE CAMPANIA

Indice del testo

1.	<u>INTRODUZIONE</u>	pag.	3
2.	<u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOIDROLOGICO DELLA CAMPANIA</u>	pag.	6
3.	<u>INVENTARIO DELLE SORGENTI TERMALI E DEI POZZI</u>	pag.	11
3.1.	<u>Sorgenti e manifestazioni</u>	pag.	12
3.2.	<u>Pozzi</u>	pag.	15
4.	<u>CARTE TEMATICHE</u>	pag.	17
4.1.	<u>Metodologia</u>	pag.	17
4.2.	<u>Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico</u>	pag.	19
4.3.	<u>Carta delle temperature a 1000 m, 2000 m e 3000 m dal piano campagna</u>	pag.	23
5.	<u>CONCLUSIONI</u>	pag.	24
-	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	pag.	29
-	<u>ELENCO DELLE SORGENTI DELLE MANIFESTAZIONI E DEI POZZI DOMESTICI INVENTARIATI</u>	pag.	46
-	<u>ELENCO DEI POZZI INVENTARIATI</u>	pag.	51

Indice delle Tavole

Tav. 1 Carta geoidrologica

Tav. 2 Sezioni geologiche regionali

Tav. 3 Carta di ubicazione delle sorgenti e delle manifesta-
zioni

Tav. 4 Carta di ubicazione dei pozzi

Tav. 5 Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico

Tav. 6 Carta delle temperature a 1000 m dal piano campagna

Tav. 7 Carta delle temperature a 2000 m dal piano campagna

Tav. 8 Carta delle temperature a 3000 m dal piano campagna

INVENTARIO DELLE RISORSE GEOTERMICHE DELLA REGIONE CAMPANIA

1. Introduzione

La Campania è caratterizzata dalla presenza di vulcani recenti e attivi e da numerose manifestazioni termali; è, come la Toscana ed il Lazio, una delle tre regioni italiane più importanti dal punto di vista geotermico.

Un inventario delle risorse geotermiche di questa regione non poteva quindi limitarsi ad una semplice raccolta, sia pure sistematica, di informazioni esistenti, ma doveva comprendere anche una serie di elaborati, derivati da una interpretazione il più possibile integrata dai dati disponibili. Tali elaborati, che vengono sotto elencati, hanno lo scopo di fornire indicazioni utili alla formulazione di programmi di ricerca e di utilizzazione di risorse geotermiche, con particolare riferimento a quelle a medio-bassa temperatura.

I dati presi in considerazione, oltre a quelli geologici ed idrogeologici di superficie, sono i seguenti.

- Dati stratigrafici, idrologici, termici, chimici, fisici e di produzione dei pozzi, compresi quelli di pozzi a piccola profondità perforati a scopi termometrici; la maggioranza di questi è stata eseguita dall'AGIP per ricerche petrolifere o dall'AGIP in Joint-Venture con l'ENEL per ricerche geotermiche (ma oltre a questi sono stati raccolti dati di pozzi perforati da altri, quali

SAFEN, ecc., i cui esecutori sono in ogni caso riportati sulle schede allegate).

- Dati geofisici di varia natura (gravimetria, geoelettrici, sismici, ecc.).
- Dati geologici, fisici e chimici di sorgenti, manifestazioni termali, mineralizzazioni, ecc.

Queste informazioni sono contenute in dettaglio nelle schede allegate.

Come accennato all'inizio, i suddetti dati sono stati elaborati in una serie di carte tematiche (*) e precisamente:

- carta geoidrologica (1:500.000);
- carta dell'ubicazione delle sorgenti e delle manifestazioni alla scala 1:200.000;
- carta dell'ubicazione dei pozzi alla scala 1:200.000;
- carta del tetto del potenziale serbatoio di interesse geotermico (scala 1:500.000);
- carta delle temperature a 1000, 2000 e 3000 metri di profondità dal piano campagna (1:500.000).

La quantità di informazioni geologiche, idrogeologiche e termiche disponibili sulla Campania è relativamente elevata. Esse però non sono distribuite omogeneamente su

(*) Nelle carte la longitudine è stata riferita al meridiano di Greenwich, in conformità alla cartografia ufficiale alla scala 1:200.000.

Le aree della Campania caratterizzate dalla presenza di numerose manifestazioni evidenziate nelle carte in finestre con scala 1:100.000 hanno il riferimento a Greenwich e a Monte Mario.

tutto il territorio, essendo notevolmente più concentrate sulle aree nelle quali sono state effettuate ricerche geotermiche e molto meno concentrate in altre.

La distribuzione è molto più disomogenea rispetto alle altre due regioni di maggior interesse come la Toscana ed il Lazio. Infatti i dati, in particolare quelli termici, sono essenzialmente concentrati nella fascia costiera compresa fra il Lago di Patria e Pozzuoli; dati sporadici esistono a Roccamonfina, Vesuvio ed Ischia; le altre aree sono quasi prive di informazioni dirette. Pertanto l'affidabilità delle ricostruzioni strutturali e termiche di quest'ultime è certamente meno affidabile rispetto a quella delle prime.

I ristretti limiti di tempo, previsti dalla legge n° 896 del 9/12/86 per l'inventario, oltre a difficoltà di tipo burocratico, non hanno consentito una raccolta completa al 100% di tutte le informazioni esterne agli Enti preposti all'inventario; tuttavia, sicuramente, i dati di maggiore interesse sono stati raccolti.

L'inventario potrà essere completato e ulteriormente dettagliato in occasione degli aggiornamenti previsti per i prossimi anni.

La fonte dei dati riportati sulle schede e quelle bibliografiche sono citati nell'elenco bibliografico alla fine del rapporto, salvo alcune particolari, citate anche nel testo.

2. Inquadramento geologico e geoidrologico della Campania

Dagli obiettivi di queste note illustrative dell'inventario esula quello di fornire un quadro geologico dettagliato, sia da un punto di vista stratigrafico che da quello dell'evoluzione paleogeografica e strutturale della regione, per il quale si rimanda ai numerosi lavori pubblicati in merito e riportati in bibliografia.

Appare utile, invece, dare un quadro delle successioni litostratigrafiche presenti nell'area, dei loro rapporti geometrici e dei loro principali caratteri litologici ed idrogeologici, elementi questi che hanno una notevole importanza dal punto di vista geotermico.

In particolare è importante stabilire, sulla base dell'assetto strutturale e dei caratteri litostratigrafici, quali formazioni o gruppi di formazioni costituiscano, in generale, un potenziale serbatoio di interesse geotermico e quali invece ne rappresentino la copertura.

La regione Campania comprende arealmente una buona parte dell'Appennino Meridionale. Quest'ultimo è costituito da varie unità tettonico-strutturali che, tra il Miocene sup. e il Pliocene, sono sovrascorse da Ovest verso Est sovrapponendosi le une alle altre. Tali movimenti si sono

verificati in corrispondenza di fasi tettoniche compressive, culminate con il sollevamento della catena appenninica.

L'attuale assetto della regione è dovuto, oltre che ai suddetti eventi, alle successive fasi tettoniche distensive che hanno prodotto faglie a rigetto verticale che rivestono notevole importanza soprattutto lungo la fascia costiera. A queste fasi distensive sono poi legati i fenomeni vulcanici recenti e attuali che hanno dato origine all'emissione di ingenti volumi di magmi.

La fascia costiera, compresa tra il Vesuvio a Sud e Roccamonfina a Nord, proprio a causa della intensa attività magmatica e vulcanica che, come accennato, è ancora attiva, è sede di un'importante e diffusa anomalia geotermica, che si manifesta con i suoi massimi valori nella zona dei Campi Flegrei e dell'Isola d'Ischia.

Nella Tav. 1 è riportato lo schema geoidrologico della regione, dove sono evidenziati gli affioramenti delle principali unità stratigrafiche suddivisi in base alle loro peculiari caratteristiche idrogeologiche, mentre nelle sezioni geologiche nella Tav. 2 sono schematizzati i loro rapporti di sovrapposizione. (*)

La seguente sintetica descrizione litostratigrafica delle unità affioranti e la ricostruzione dello schema

(*) Le sezioni geologiche sono tratte da documenti interni AGIP [266].

geoidrologico sono, in larga parte, dovute al lavoro "Schema idrogeologico dell'Appennino Carbonatico centro-meridionale" di CELICO, 1979, [264].

Travertini e depositi costiero-continentali quaternari -----

I primi sono presenti in diverse aree con limitati affioramenti; essi sono caratterizzati da elevata permeabilità; i secondi caratterizzano soprattutto la fascia costiera e i margini della rete idrografica, con permeabilità da medio a elevata in funzione della loro granulometria e costituiscono acquiferi eterogenei.

Vulcaniti campane -----

Sono costituite da lave, piroclastiti e depositi vulcano-sedimentari e/o rimaneggiati. Tali prodotti appartengono ai tre principali complessi vulcanici di Roccamonfina, Flegrei, Ischia, Procida e Vesuvio e fanno parte della provincia petrografica alcalino-potassica. L'attività è iniziata nel Quaternario ed è in parte tuttora in corso. Essi presentano una permeabilità medio-alta, a seconda della formazione dei termini litoidi e della porosità di quelli sciolti.

Sedimenti argilloso-sabbioso-conglomeratici (Pliocene)

Sono qui raggruppati sedimenti terrigeni aventi permeabilità generalmente medio-bassa, salvo qualche livello conglomeratico più grossolano. In questo tipo di sedimenti hanno sede piccole falde sospese. Nel complesso questo gruppo di terreni può essere considerato acquiclude.

Unità calcareo-marnose, arenacee ed argillo-scistose

(Trias sup.-Miocene inf.)

In questo complesso sono state raggruppate tutte le unità stratigrafiche più o meno flyschoidi, tipo Liguridi, Sicilidi, ed anche Largonegresi ed Iripine.

Tali unità sono state accorpate sulla base del loro comportamento idrogeologico, in quanto, essendo in esse rilevante la componente argilloso-marnosa, presentano, in generale, una permeabilità medio-bassa, comportandosi nell'insieme come acquitardi.

Anche queste unità ospitano piccole falde sospese e svolgono un importante ruolo di copertura sulla falda di base corrispondente alle unità prevalentemente carbonatiche.

Unità carbonatiche campane interne ed esterne (Trias

sup-Miocene)

Sono qui raggruppate potenti formazioni calcaree e dolomitiche che, essendo per lo più fratturate e carsificate, hanno permeabilità alta. Data la loro diffusione areale e volumetrica, da un punto di vista idrogeologico regionale, queste ultime unità carbonatiche costituiscono un rilevante acquifero, sicuramente il più importante della Campania.

In sintesi il territorio campano può essere suddiviso, dal punto di vista idrogeologico, per grandi linee, in tre fasce:

- La fascia costiera è rappresentata essenzialmente dai distretti vulcanici e dalle grandi pianure, dove affiorano in prevalenza depositi quaternari piroclastici ed alluvionali. La permeabilità di questi materiali è molto variabile in relazione alla granulometria ed alla litologia. Gli acquiferi sono interessati da più falde sovrapposte che possono essere generalmente ricondotte ad un unico schema di circolazione sotterranea.
- La fascia intermedia è costituita da litotipi carbonatici caratterizzati da un alto grado di permeabilità per fratturazione e carsismo. La circolazione idrica interessa soprattutto la parte

basale dell'acquifero dove affiorano importanti sorgenti di trabocco. La stessa falda basale può a volte alimentare, lateralmente e dal basso, le falde di pianura già menzionate.

- La fascia interna è costituita soprattutto da depositi argilloso-marnoso-arenacei, poco permeabili, che esplicano un importante ruolo di tamponamento sulla circolazione idrica dei massicci carbonatici" CELICO P., DE GENNARO M., GHIARA M.R., NUNZIATA C., RAPOLLA A., STANZIONE D. (1982), [265].

3. INVENTARIO DELLE SORGENTI TERMALI E DEI POZZI

A differenza di quanto accade per il Lazio e la Toscana, in Campania la maggioranza dei pozzi inventariati non è costituita da quelli perforati per ricerche geotermiche (eseguiti solo nell'area Flegrea e ad Ischia e, uno, in quella vesuviana), ma piuttosto da altri perforati per ricerche di idrocarburi.

Ciò ha come conseguenza il fatto che le informazioni di tipo termico sono, in generale, meno frequenti e precise, (essendo tali informazioni ovviamente meno importanti in campo petrolifero rispetto a quello geotermico).

La maggior parte dei dati acquisiti proviene dagli archivi dell'AGIP, e, per quanto riguarda quelli dei pozzi geotermici, da quelli della Joint-Venture ENEL-AGIP. Altre

informazioni provengono da pubblicazioni, rapporti del C.N.R., Università, ecc.

Tutti i dati, sia dei pozzi che delle sorgenti sono stati ordinati in schede-tipo, elaborate concordemente dagli Enti interessati e opportunamente predisposte per il loro caricamento in una banca-dati da parte del CNR-IIRG.

3.1. Sorgenti e manifestazioni

Le tipologie dei punti d'acqua presi in considerazione sono: sorgenti, manifestazioni di acque termali e gas, solo di gas, fumarole e pozzetti domestici (con quest'ultimo termine sono indicati pozzi a piccole profondità, per lo più intorno ai 10-20 m e generalmente inferiore a 100 m di cui non è dato conoscere i profili stratigrafici e tecnici), utilizzati per vari scopi.

Le sorgenti selezionate (Tav.3) sono, in generale, quelle aventi temperature maggiori di 18 °C. Questo limite non è stato però rigidamente applicato, poiché talvolta si è tenuto conto anche di fattori ambientali (altitudine, temperatura media annua dell'aria ecc.) che possono abbassare il limite al di sopra del quale la temperatura dell'acqua può avere interesse. In alcuni casi sono state prese in considerazione anche sorgenti con modeste temperature, quando queste sono associate ad elevate portate.

Talvolta non è stato possibile risalire al nome delle sorgenti e dei pozzetti; in questo caso le sorgenti sono state indicate con il nome della località più vicina, mentre ai pozzetti è stato attribuito il nome del proprietario, se noto.

Per quanto concerne le sorgenti che si trovano associate in gruppo, esse sono state segnalate singolarmente, ad eccezione di quelle con caratteristiche chimico-fisiche molto simili; in questo caso è stata scelta la più rappresentativa del gruppo.

Tutte le manifestazioni sono state identificate anche con le coordinate geografiche, generalmente tratte da schede di archivio; più raramente sono state rilevate da mappe nelle quali compariva la loro ubicazione di massima; in quest'ultimo caso la definizione delle coordinate è naturalmente meno precisa.

La litologia all'emergenza è stata ripresa dai dati di campagna, salvo alcuni casi in cui, non essendo nota, è stata dedotta approssimativamente dalla carta geologica disponibile.

La caratterizzazione fisico-chimica delle oltre 100 manifestazioni della Campania è basata su informazioni e dati talora eterogenei, per la qualità delle misure ed analisi.

La loro distribuzione sul territorio regionale è disomogenea.

L'eterogeneità è legata sia al perfezionamento delle metodiche analitiche nel tempo, sia alla diversa provenienza dei dati, acquisiti per finalità diverse (AGIP, ENEL, SAFEN, MONTECATINI, UNIVERSITA', ecc.). La distribuzione disomogenea dipende dalla diversa vocazione geotermica delle zone all'interno della regione Campania e dalle differenze geostrutturali.

Infatti, osservando la distribuzione delle manifestazioni censite, si notano pochi addensamenti ben localizzati nella zona dei Campi Flegrei, a Ischia, vicino a Mondragone, nell'Irpinia orientale e nell'alta Valle del Sele.

La maggiore concentrazione di sorgenti termali e fumarole si ha nei distretti vulcanici attivi dei Campi Flegrei e di Ischia.

Le manifestazioni, a temperature comprese tra 20 °C e 50 °C della zona di Mondragone, sono anch'esse situate attorno ad un apparato vulcanico, sia pure più antico (comunque quaternario), quello di Roccamonfina.

Le altre manifestazioni sono situate tutte in aree non vulcaniche.

"In Irpinia le sorgenti di S. Teodoro, in comune di Villamaina, si distinguono da tutte le altre della zona per il loro particolare chimismo bicarbonatico-solfato-calcico, per le temperature che raggiungono i 27 °C all'emergenza e per i contenuti in tritio (U.T.= 0.1).

Dette acque sono indicative di circuiti lenti e profondi con probabili risalite anche dalla piattaforma carbonatica sottostante.

Nella Valle del Sele sono risultate di un certo interesse le sorgenti dell'area di Contursi, tutte caratterizzate da un chimismo di tipo bicarbonato-calcico. Anche in questo caso è possibile rilevare l'esistenza di un circuito profondo che dà origine a mescolamenti di varia entità con acque più superficiali e a "breve circuito" da CELICO et Al. [265].

3.2. Pozzi

I pozzi (Tav. 4), dai quali sono state tratte le informazioni che hanno permesso la compilazione delle varie carte tematiche e delle schede informative (dati stratigrafici, fisici, chimici, ecc. del sottosuolo) sono stati eseguiti con obiettivi industriali.

Nella fascia costiera-vulcanica compresa tra il Golfo di Napoli ed il Fiume Volturno la maggior parte ha avuto finalità geotermiche.

Le perforazioni più vecchie risalgono all'immediato dopoguerra e sono state eseguite ad opera della SAFEN; esse si sono spinte ad alcune centinaia di metri di profondità.

Successivamente, a partire dal 1977, la J.V. AGIP-ENEL ha perforato nell'area flegrea 13 pozzi profondi, dei

quali il più profondo (S.Vito) ha raggiunto i 3046 m ed ha registrato verso il fondo del pozzo, temperature superiori a 400 °C.

Dette ricerche hanno permesso di individuare a S.Vito e a Mofete (Napoli) fluidi con temperature maggiori di 300 °C a 2000 m in rocce vulcaniche e vulcano-sedimentarie, in parte metamorfosate.

Altra zona di intense perforazioni, a scopo geotermico, è l'Isola d'Ischia dove nel periodo bellico fu anche sperimentato un circuito gravimetrico a fluido bifase; i pozzi qui eseguiti sono poco profondi.

Nella Campania nord orientale sono ubicati invece numerosi pozzi per ricerche petrolifere, in corrispondenza di una estesa coltre flyschioide.

Alcuni di essi hanno evidenziato una modesta struttura carbonatica sepolta (M.Forcuso) a Sud-Est di Benevento caratterizzata da una lieve anomalia termica.

Complessivamente sono stati censiti 62 pozzi con profondità comprese tra poche centinaia di metri e oltre 4000 metri.

4. CARTE TEMATICHE

4.1. Metodologia

L'approccio metodologico, adottato per la realizzazione delle carte tematiche compilate, ha seguito vari criteri.

Innanzitutto, i dati dei pozzi (geologici, idrogeologici e termici) sono stati considerati come punti fermi ai quali ancorare tutte le altre informazioni.

La ricostruzione dell'assetto strutturale regionale è basata soprattutto sui dati gravimetrici che hanno fornito le ipotesi qualitative di partenza, utili alla definizione della geometria del tetto del potenziale serbatoio sepolto.

Dove possibile, tali ipotesi sono state controllate con i dati ottenuti da prospezioni geoelettriche e sismiche che consentono ricostruzioni strutturali quantitativamente più attendibili.

Putroppo, però, disponendo per gran parte dall'area della regione prevalentemente di dati gravimetrici, la stima delle profondità può essere affetta da imprecisioni dovute, oltre che ai normali limiti del metodo, anche ad ambiguità interpretative.

Per quanto concerne le carte delle temperature alle varie profondità (1000, 2000 e 3000 m), sono stati utilizzati sia i valori misurati direttamente nei pozzi

profondi, che quelli estrapolati dai dati di alcuni pozzetti termometrici.

In particolare, per ogni pozzetto, (profondità massima circa 300 m) si è estrapolato, utilizzando il gradiente misurato, la temperatura di fondopozzo fino al letto della formazione sede delle misure termometriche. Per l'estrapolazione alle profondità successive, poi, è stato assunto costante il flusso calcolato nei singoli pozzetti e, applicando ad ogni complesso formazionale previsto un valore medio di conducibilità termica, è stato dedotto il valore di gradiente da adottare per l'estrapolazione nell'ambito di ogni formazione e, quindi, fino alle varie profondità considerate.

In definitiva, per l'estrapolazione delle temperature, si è teorizzato un modello a più strati esclusivamente conduttivo, in regime stazionario. Solo per le rocce costituenti il potenziale serbatoio sono stati utilizzati valori di conducibilità termica differenziati in funzione della temperatura e tali da sottintendere un regime termico parzialmente convettivo.

Da quanto detto si può facilmente intuire che anche le carte di temperatura possono presentare limiti di precisione, soprattutto per situazioni particolari e di dettaglio.

In aree mancanti di pozzi la ricostruzione delle temperature è basata su valutazioni geotermometriche di

carbonatiche d'età compresa tra il Trias sup. ed il Miocene.

Ciò non toglie che, in sede locale, possano essere presenti altri serbatoi, rappresentati da altre formazioni sedimentarie e soprattutto vulcaniche. Ciò accade in particolare nella zona Flegrea ed all'isola d'Ischia dove questi serbatoi sono situati a profondità inferiori a quello regionale.

Il tetto di quest'ultimo, date le laminazioni tettoniche che caratterizzano le successioni stratigrafiche, può essere rappresentato da differenti formazioni comprese nel gruppo di quelle prevalentemente carbonatiche.

La carta del tetto del potenziale serbatoio, tra le carte di tipo strutturale, è certamente una delle più importanti. Questa carta e quella delle temperature corrispondenti a tale tetto infatti, forniscono due dati di grande interesse e cioè la profondità alla quale si trova la potenziale risorsa geotermica e il suo livello termico. Queste sono informazioni di base che consentono di fare una prima valutazione della fattibilità di un qualsiasi progetto geotermico e di formulare un programma di attività sufficientemente preciso. Naturalmente le carte in oggetto sono di tipo interpretativo e la loro affidabilità dipende dalla quantità e qualità dei dati che sono alla base di tale interpretazione.

Ai problemi connessi con le informazioni disponibili va poi aggiunto un altro fattore di incertezza, legato alla permeabilità delle rocce-serbatoio.

Se infatti queste ultime, per definizione, possono essere considerate permeabili in generale, non è detto lo siano sempre su un piano locale e/o puntuale: localmente, cioè, quello che è un potenziale serbatoio può essere poco permeabile o addirittura impermeabile e quindi, anche se a temperatura elevata, non in grado di cedere energia in quantità apprezzabile con tecnologie attualmente disponibili.

Pertanto la carta in oggetto va considerata nei suoi aspetti generali.

Dalla carta del tetto del potenziale serbatoio (Tav. 5) emerge evidente una suddivisione in tre zone distinte del territorio campano, più o meno parallelamente disposte in senso NW-SE: una zona compresa tra il Volturno e la penisola sorrentina, una fascia "centrale" compresa tra Caserta e Benevento nella parte settentrionale, e tra il mare ed il confine regionale in quella centro-meridionale; infine una terza fascia "esterna" situata ad Est di Benevento.

Nella prima, in parte coperta da vulcaniti, le profondità previste per il tetto del potenziale serbatoio sono molto elevate e, sia nel settore flegreo

che nell'isola d'Ischia, non è stato possibile nemmeno indicare delle profondità, perchè i pozzi si sono arrestati sempre entro la coltre vulcanica ed i dati geofisici sembrano indicare l'esistenza di un substrato a profondità comprese tra 2,5 e 4 Km, per il quale è tuttavia problematico individuare univocamente la natura, magmatica o carbonatica, a causa della similitudine dei parametri geofisici dei due tipi di rocce.

La coltre vulcanica è, nelle zone indicate, sede di diversi acquiferi di interesse geotermico; i pozzi a tutt'oggi perforati hanno evidenziato fratture produttive a quote comprese tra -600 e -3000 m.

La seconda zona è caratterizzata da numerosi ed estesi affioramenti del serbatoio carbonatico il quale, quindi, pur costituendo un ottimo acquifero, non appare di interesse geotermico, in quanto mancano i presupposti strutturali di una buona copertura, e risulta perciò notevolmente perturbato dal punto di vista termico dalle acque di infiltrazione meteorica.

Nella fascia più "esterna", esso è sepolto sotto potenti coltri poco o affatto permeabili quali, ad esempio, coltri fliscioidi e sedimenti plio-quadernari e si trova a profondità notevoli, dell'ordine dei 4000 m e più, salvo che nella parte più occidentale corrispondente approssimativamente all'alta valle del fiume Calore.

Le strutture carbonatiche sono disposte prevalentemente in direzione appenninica; talora sono disarticolate in strutture minori.

4.3. Carta delle temperature a 1000, 2000 e 3000 m dal piano campagna

Il panorama termico delineato nelle tre carte (Tavv. 6,7,8) a 1000, 2000 e 3000 m di profondità è abbastanza congruente. Infatti esse evidenziano tutte le stesse zone di anomalia termica che, naturalmente, va incrementando con la profondità.

Le zone termicamente più interessanti sono quelle dei Campi Flegrei e dell'Isola d'Ischia, dove alcuni pozzi geotermici, a varia profondità, hanno permesso di ricostruire con sufficiente dettaglio l'andamento delle isoterme. Nei Campi Flegrei le temperature misurate sono in genere molto alte ($\sim 300^{\circ}\text{C}$) e raggiungono il valore massimo di 420°C nel pozzo di S.Vito, nei pressi di Pozzuoli, a circa 3 Km di profondità.

Nell'Isola d'Ischia, invece, la distribuzione delle isoterme è stata ottenuta estrapolando le misure di temperatura effettuate in pozzi profondi solo alcune centinaia di metri. Ciò, insieme alla stretta dipendenza della distribuzione delle temperature in superficie dalle situazioni idrogeologiche locali, aumenta

L'incertezza sul quadro termico dell'isola che risulta, in ogni caso, di notevole interesse.

Una certa attenzione va posta alla zona orientale, della regione, dove temperature di qualche interesse sono segnalate ad Est Sud-Est di Benevento.

Le altre parti di territorio rientrano nel campo dei gradienti termici normali ($\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{Km}$) e non sono caratterizzate da anomalie evidenti. Del resto, come già accennato, in esse si trovano estesi affioramenti di rocce-serbatoio, le quali sono fra l'altro presenti con spessori notevoli. Essendo queste aree tipiche aree di assorbimento di acque meteoriche, esse sono anche aree fredde.

5. CONCLUSIONI

L'inventario delle risorse geotermiche della Campania ha consentito una raccolta sistematica ed organica delle informazioni di interesse geotermico resisi finora disponibili sulla regione.

Esse riguardano pozzi, manifestazioni naturali e sorgenti comunque considerati significativi da un punto di vista geotermico, per temperature, portate e caratteristiche chimico-fisiche.

I dati sono stati organizzati in schede opportunamente predisposte per poter successivamente essere caricati in una banca dati e quindi poter essere utilizzati da

chiunque abbia interesse sia scientifico che tecnico-operativo, singolarmente o a gruppi.

Le suddette informazioni, di tipo per così dire puntuale, integrate poi da altre di carattere geologico, idrogeologico, geofisico e geochimico, sono state elaborate in carte strutturali e termiche che forniscono un quadro geotermico significativo della regione, sia dal punto di vista fenomenologico che applicativo.

Dalle carte termiche emerge la presenza lungo la fascia costiera napoletana, e nelle isole di Ischia e di Procida, di una grande anomalia termica positiva. Essa è legata certamente alle manifestazioni magmatiche e vulcaniche recenti ed attuali che caratterizzano questa zona e che hanno determinato un flusso di calore verso la superficie molto elevato.

Un'altra, molto più lieve, anomalia geotermica positiva emerge, dall'elaborazione effettuata, nell'area a Sud Est di Benevento.

Le radici di tale anomalia sono probabilmente di natura diversa rispetto a quelle dell'anomalia costiera. Esse sono presumibilmente connesse con la presenza di una struttura particolarmente permeabile del serbatoio regionale a profondità relativamente inferiore rispetto alla zona d'intorno, ciò che consente una risalita ed una attiva circolazione di fluidi termali in tale struttura.

Per quanto riguarda l'aspetto più strettamente operativo, che è forse scientificamente meno interessante, ma, dal punto di vista dell'inventario, certamente più importante, una lettura integrata delle carte offre una serie di indicazioni importanti.

A questo proposito occorre prima di tutto osservare che in pratica le situazioni di maggior interesse, in particolare per la medio-bassa entalpia, vanno ricercate nella coesistenza di profondità relativamente limitate (e quindi economicamente accessibili) del o dei potenziali serbatoi, con temperature sufficientemente elevate.

Per quanto concerne i possibili reservoir la Campania, rispetto alle altre due regioni italiane geotermicamente più interessanti, la Toscana ed il Lazio, presenta qualche differenza.

Nella fascia costiera caratterizzata dalla forte anomalia di flusso di calore, di origine per così dire magmatica, non è presente nei primi 2-3 km di crosta un potenziale serbatoio sedimentario che, se c'è, come si è già accennato si trova a profondità maggiori. Il potenziale serbatoio è alloggiato entro la spessa coltre vulcanica ed ha caratteri litostratigrafici e profondità diverse da zona a zona, tanto che, per queste caratteristiche, appare impossibile ricostruire l'andamento del tetto, come si è detto nell'inquadramento geologico ed idrogeologico.

Si può dire comunque che, nell'area flegrea e ad Ischia, a profondità relativamente modeste, dell'ordine di alcune centinaia di metri, esistono fluidi caldi con temperature elevate ed industrialmente interessanti. Situazioni di questo tipo non sembrano esistere in altre zone della Campania.

La struttura situata a Sud-Est di Benevento, caratterizzata da temperature abbastanza elevate si trova presumibilmente a profondità del piano campagna di 1200-1400 metri.

La "fascia centrale" della regione, allungata approssimativamente in senso NW-SE e caratterizzata dalla presenza di vasti affioramenti di rocce prevalentemente carbonatiche, è sostanzialmente "fredda" come è chiaramente evidenziato, in particolare, dalla Carta delle temperature a 1000 m di profondità.

Queste in sintesi sono le principali indicazioni fornite dall'elaborazione dei dati raccolti con l'inventario delle risorse geotermiche della Campania.

In sede di conclusione vale forse la pena di ripetere, che le ricostruzioni strutturali e termiche hanno validità di massima e non possono essere estrapolato ovunque in termini per così dire "puntuali".

Alla scala locale esse possono servire da valida base per l'impostazione di ricerche di dettaglio che consentano di

precisare le indicazioni strutturali, idrogeologiche e termiche fornite dai dati fin qui acquisiti.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AGIP (1977). Temperature sotterranee. Milano Agip.
- [2] AGIP MINERARIA (1959). Campi gassiferi padani. Atti del Convegno Giacimenti Gassiferi dell'Europa Occidentale. Acc. Naz. dei Lincei, 2, pp. 45-479.
- [3] AGIP MINERARIA (1964). Marine scismograph survey - Mare Adriatico (zona A), Western Geophysical Co. of America.
- [4] AGIP MINERARIA (1967). Rilievo sismico a riflessione - Mare Adriatico (zona B). Geophysical Service International L.t.D.
- [5] AGIP MINERARIA (1969). Rilievo sismico a riflessione - Canale di Sicilia (zona C). Western Geophysical Co.
- [6] AGIP MINERARIA (1968 a). Rilievo sismico a riflessione - Mare Adriatico (zona D). Geophysical Service International L.t.D.
- [7] AGIP MINERARIA (1968 b). Marine Seismic Survey - Tyrrhenian Sea (zona E). Western Geophysical Co.
- [8] AGIP MINERARIA (1977). Marine Seismic Survey - (zona F). Penn Geophysical Consultants Inc.
- [11] ARMIENTI P., BARBERI F., BIZOUARD H., CLOCCHIATTI R., INNOCENTI F., METRICH N., ROSI M., SBRANA A. (1982). The

Phlegraean Fields: magma evolution within a shallow chamber. In: M.F. Sherdidan and F. Barberi (Editors), Explosive Volcanism, J. Volcan. Geotherm., Res. 16: 000-000.

- [14] BALDI P., BUONASORTE G., CECCARELLI A., RIDOLFI A., D'OFFIZI S., D'AMORE F., GRASSI S., SQUARCI P., TAFFI L., BONI C., BONO P., DI FILIPPO M., MARTELLI M.C., LOMBARDI M.C. and TORO B. (1982). Contributo alla conoscenza delle potenzialità geotermiche della Toscana e del Lazio. Consiglio Nazionale delle Ricerche, PFE-RF15.
- [20] BALDUCCI S., CHELINI W., OTTONELLO G. (1966). "Hydrothermal equilibria in the active Mofete geothermal system (Phlegrean Fields)" Fifth Symposium Water-Rock Interaction, 8-17 August 1986, Reykjavik - Iceland.
- [22] BARBERI F., INNOCENTI F., LIRER L., MUNNO R., PESCATORE P. (1978). The Campanian Ignimbrite: a Major Prehistoric Eruption in the Napolitan Area (Italy). Bull. Volcanol., 41: pp. 1-22.
- [23] BARELLI A., CALAMAI A., CATALDI R. (1975 a). Stima del potenziale geotermico della fascia preappenninica centro-meridionale. Rapporto ENEL T3/1942.

- [24] BARELLI A., CALAMAI A., CATALDI R. (1975 b). Estimation of the geothermal potential of the pre-Apennine belt of Central-Southern Italy - 2nd U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources San Francisco, Abstract I - 3.
- [25] BARELLI A., PALAMA' A. (1981). A new method for evaluating formation equilibrium temperature in holes during drilling. *Geothermics*, Vol. 10, n. 2, pp. 95-102.
- [31] BOCCALETTI M., FAZZUOLI M., LODDO M., MONGELLI F. (1977). Heat flow measurements on the Northern Apennine arc. *Tectonophysics*, 41, pp. 101-102.
- [32] BONI C., BONO P., FUNICIELLO R., PAROTTO M., PRATURLON A., FANELLI M. (1982). Carta delle manifestazioni termali e dei complessi idrogeologici d'Italia. C.N.R. - Progetto finalizzato "Energetica" (P.F.E.) - Sottoprogetto "Energia Geotermica".
- [40] CALAMAI A., CEPPATELLI L., SQUARCI P. (1983). Summary of Italian experience in thermal prospecting for geothermal resources. *Zbl. Geol. Paleontol. Teil. I*, 1983 (1/2): Stuttgart.
- [45] CAMELI G.M., RENDINA M., PUXEDDU M., ROSSI A., SQUARCI F., TAFFI L. (1975). Geothermal Research in Western Campania (Southern Italy): Geological and Geophysical

Results. Proc. 2nd U.N. Symp. Development Use Geothermal Resources, San Francisco, 1, pp. 315-328.

- [51] CASSANO E., GUGLIELMINETTI M., VERDIANI G. (1985). Phlegraean fields area: first results of geothermal research. International Symposium - Bari, April 1986.
- [52] CATALANO R., D'ARGENIO B., MONTANARI L., RENDA P., ABATE B., MONTELEONE S., MACALUSO T., PIPITONE G., DI STEFANO E., LO CICERO G., DI STEFANO P., AGNESI V. (1978). Contributi alla conoscenza della struttura della Sicilia occidentale. Mem. Soc. Geol. It., Vol. XIX.
- [61] CELATI R., SQUARCI P., STEFANI G., TAFFI L. (1975). Analysis of water levels and reservoir pressure measurements in geothermal wells. Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, California, May 20-29, 1975, pp. 1583-1590.
- [62] CHIERICI G.L. et al. (1983). Mofete field, Italy numerical model study. European Geothermal Update, Munich, Dec. '83.
- [63] CIOPPI D. et al. (1980). Evaluation of the Mofete High Enthalpy Reservoir. CEC, Second Int. Seminar Geothermal Research, Strasburg, March 1980.
- [64] C.N.R. Autori Vari (1980). Progetto finalizzato geodinamica. Sottoprogetto 5 - Modello strutturale

gruppo Appennino Settentrionale. Sezioni geologico-strutturali in scala 1:200.000 attraverso l'Appennino Settentrionale.

- [65] C.N.R. Autori Vari (1981). Progetto finalizzato geodinamica. Carta tettonica delle Alpi Meridionali con sezioni geologico strutturali in scala 1:200.000.
- [66] C.N.R., P.F.E. (1982). Carta del tetto del potenziale serbatoio.
- [67] C.N.R., P.F.E. (1982). Carta delle temperature sotterranee in Italia alla profondità di 2000 m dal piano campagna, C.N.R. - P.F.E., RF. 13.
- [68] C.N.R., P.F.E. (1982). Il graben di Siena, RF 9.
- [69] C.N.R., P.F.E. (1982). Contributo alla conoscenza delle risorse geotermiche del territorio nazionale, RF 10.
- [85] DELLA VEDOVA B., PELLIS G. (1980). Deep thermal trends for the Po Valley from AGIP temperature measurements in gas and oil wells. Boll. Geofis. Teor. Appl., v. 22, n. 86, pp. 129-138, 7 figg.
- [86] DELLA VEDOVA B., PELLIS G., FOUCHER J.P., REHAULT J.P. (1982). Main geothermal trends and implications in the Tyrrhenian sea. XXVIIIth Congress and Plenary Assembly of ICSEM, Cannes, Dec. 2-11, 1982.

- [87] DELLA VEDOVA B., PELLIS G. (1982). Misure di flusso di calore in mare. C.N.R. - P.F.E., RF 13.
- [88] DELLA VEDOVA B., PELLIS, G., PASQUALE V. (1982). Misure di densità di flusso di calore nell'Italia Nord-Occidentale: Risultati preliminari. C.N.R.-P.F.E., RF 3.
- [89] DE LORENZO G. (1904). The history of vulcanic action in the Phlegraean Fiels. Quart. Jour. Geol. Soc., Vol. LX.
- [91] DOWDLE W.L., COBB W.M. (1975). Static Formation temperature from well logs. An empirical method. Journ. of Petrol., Techn. Nov., pp. 1326-1330.
- [93] ENI. (1969). Enciclopedia del Petrolio e Gas naturale. Editore Colombo (Roma).
- [94] ENI. (1972). Acque dolci Sotterranee ÷ Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di idrocarburi in Italia.
- [95] ERRICO G., GROPPI G., SAVELLI S., VAGHI C. (1980). Malossa Field a deep discovery in the Po Valley - Italy. A.A.P.G. Giant Oil and Gas Fields of the Decade 1968-1978 - Memoir 30.
- [99] FANELLI M., ROSSI A., SALOMONE M., TAFFI L. (1979). Acquisizione, interpretazione e mappatura dei dati

- [113] HALION WORDING GROUP (1980). Document of EC Geothermal Resources and Research. Italy. Final Report Contract n. E6A AY.115.I (S).
- [115] LA TORRE P., MANNINI R. (1980). Geothermal well location in southern Italy: the contribution of geophysical methods. Boll. Geof. Teor. Appl., 22: pp. 201-209.
- [119] LEONARDI P., MORELLI C., NORINELLI A., TRIBALTO G. (1973). Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area veneziana e zone limitrofe. Serv. Geol. d'It. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia., Vol. XXXIV.
- [120] LIRER L., MUNNO R. (1975). Il "tufo giallo napoletano". (Campi Flegrei). Per. Miner. Roma, 44. (1): pp. 103-118.
- [122] LODDO M., MONGELLI F., RODA C. (1973). Heat flow in Calabria, Italy. Nature phys. Sci., 244 (136); pp. 91-92.
- [123] LODDO M., MONGELLI F., (1979). Heat flow in Italy. PAGEOPH, vol. 117. n. 1/2.
- [124] LODDO M., MONGELLI F., PECORINI G., TRAMACERE A. (1982). Prime misure di flusso di calore in Sardegna. C.N.R. - P.F.E., RF 10.

- [127] MANETTI G. (1973). Attainment of temperature equilibrium in holes during drilling. Geothermics, Vol. 2, Ns. 3-4, pp. 94-100.
- [129] MINISTERO LAVORI PUBBLICI - CONSIGLIO SUPERIORE SERVIZIO IDROGRAFICO (1966). Carta delle temperature, medie annue vere in Italia. Trentennio 1926-1955, Roma.
- [130] MONGELLI F. (1981). Evaluation of geotemperatures from oil wells in Italy. Geothermics, Vol. 10, n. 1, pp. 29-38.
- [131] MONGELLI F., CIARANFI A., TRAMACERE G., ZITO P., PERUSINI P., SQUARCI P., TAFFI L. (1983). Contributo alla mappa del flusso geotermico in Italia: misure dalle Marche alla Puglia. Atti del 2° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Roma 12-14 Dicembre 1983.
- [132] MONGELLI F., LODDO M., TRAMACERE A., ZITO G., PERUSINI P., SQUARCI P., TAFFI L., (1981). Contributo alla mappa del flusso geotermico in Italia: misure sulla fascia pre-appennica marchigiana. Atti del 1° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida.
- [133] MONGELLI F., MORELLI C. (1964). Studio geotermico preliminare dell'Etna. Riv. miner. sicil. 85-87, 46 pp.

- [134] MONGELLI F., RICCHETTI G. (1970 a). Heat flow along the Candelaro fault, Gargano Headland (Italy). *Geothermics*, sp. iss. 2, pp. 450-458.
- [135] MONGELLI F., RICCHETTI G. (1970 b). The earth's crust and heat flow in the Fossa Bradanica, Southern Italy, *Tectonophys.*, 10, pp. 103-125.
- [136] MONGELLI F., SQUARCI P. (1982). Flusso di calore in terra. C.N.R. - P.F.E., RF 13.
- [138] MORELLI C. (1970). Physiography, Gravity and Magnetism of the Tyrrhenian Sea. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* n. 48.
- [139] MORELLI C., CARROZZO M.T., CECCHERINI P., FINETTI I., GANTAR C., PISANI M., SCHMIDT FRIEDBERG P. (1969). Regional Geophysical Study of the Adriatic Sea. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* n. 41-42.
- [140] MORELLI C., GANTAR C., PISANI M. (1975 a). Bathymetry, Gravity (and Magnetism) in the strait of Sicily and in the Ionian Sea. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* n. 65.
- [141] MORELLI C., PISANI M., GANTAR C., (1975 b). Geophysical anomalies and tectonics in the Western Mediteranean. *Bollettino di Geofisica Teorica ed applicata* n. 67.

- [142] MUFFLER L.J.P., CATALDI R. (1978). Methods for regional resources. Geothermics, Vol. 7, n. 2-4, pp. 53-90.
- [143] NANNINI R. et Al. (1982). Geothermal Exploration. Boll. Geof..
- [144] OSSERVATORIO GEOFISICO TRIESTE. Carta gravimetrica d'Italia.
- [150] PIERI M., GROPPI G., (1981). Subsurface geological structure of the Po plain, Italy. C.N.R. - Progetto finalizzato geodinamica. Sottoprogetto "Modello Strutturale".
- [156] RITTMAN A. (1950b). Rilevamento geologico della Collina di Camaldoli nei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. Ital., 69: 129-177.
- [157] ROSI M., SBRANA A., PRINCIPE C. (1983). The Phlegraean Fields: structural evolution, volcanic history and eruptive mechanism. In: M/F. Sheridan and F. Barberi (Editors). Explosive Volcanism. J. Volcanol. Geotherm. Res., 16.
- [159] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia, scala 1:500.000. Min. Ind. Comm. e Artig.
- [160] SILVANO A. (1985). La recherche géothermique à l'île de Vulcano". Geothermique Actualités, n. 1, pp.27-31.

- [161] SELF S., SPARKS R.S.J. (1978). Characteristics of pyroclastic deposits formed by the interaction of silicic magma and water. Bull. Volcanol., 41: pp. 196-212.
- [162] SHERIDAN M.F. and WOHLLETZ K.H. (1981). Hydrovolcanic explosions: the systematics of water-pyroclast equilibration. Science, 212: pp. 1387-1389.
- [164] SOMMARUGA C. (1984). Le ricerche geotermiche svolte a Vulcano negli anni '50. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, Vol. 39. pp. 356-366.
- [165] SOMMARUGA C., GHELARDONI R. (1980). "Demonstration project couple of wells for geothermal space heating in Metanopoli, Milano", Contract GE 02/79.
- [169] VERCELLINO J., RIGO F. (1970). Geology and exploration of Sicily and adjacent areas. A.A.P.G. - Geology of Giant Petroleum Fields - Memoir 14.
- [173] C.N.R., P.F.E. (1982). Manifestazioni idrotermali italiane, RF 13.
- [174] BENVENUTI R., MARTINI M., PICCARDI G. (1977). Distribuzione di Rame, Piombo e Zinco in sorgenti termali della Toscana, Rendic., SIMP 33 (2).

- [182] PANICHI C., TONGIORGI E. (1975). Carbon Isotopic Composition of CO₂ from Springs, Fumaroles, Mofettes, and Travertines of Central and Southern Italy: A Preliminary Prospection Method of a Geothermal Area. Pco. 2nd U.N. Symp. S. Francisco.
- [187] DATI ARCHIVIO INTERNO ENEL.
- [191] BONI G., BOND P., CAPELLI G., D'AMORE F., LOMBARDI S. (1981). Nuove osservazioni di idrogeologia, geochimica e termalismo dell'area albana (Lazio meridionale). C.N.R. - P.F.E. SI2, PEG Editrice.
- [197] DATI INTERNI ARCHIVIO AGIP.
- [212] FANELLI M. (1972). Acque calde italiane. IIRG, C.N.R., Rapp. Int.
- [213] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 189 "ISOLA D'ISCHIA" e relative note illustrative. Min. Ind. comm. e Artig., Dir. Gen. delle Miniere.
- [215] BALDI P., FERRARA G.C., PANICHI C. (1975). Geothermal Research in Western Campania (southern Italy). Chemical and Isotopic Studies of Thermal Fluids in the Campi Flegrei. Area Proc. 2nd U.N. Symp., S. Francisco.

- [218] NOTA D'ELOGIO (1978). Le acque minerali e termali della Provincia di Napoli. I° contributo: La zona di Torre Annunziata. Mem. e Note dell'Ist. di Geol. Appl. dell'Università di Napoli vol. XIV. 1978/79.
- [221] J.V. ENEL-AGIP (1979). Rilevamento geochimico del permesso "Ottaviano". Maggio '79. Rapp. Int.
- [223] DE GENNARO M., FERRERI M., GHIARIA M.R., STANZIONE D. (1984). Geochemistry of the thermal waters on the Island of Ischia. Campania (Italy). Geothermics, Vol. 13. n. 4. pp. 361-274.
- [224] Le sorgenti della provincia di Salerno.
- [226] SANTI B. (1955). Manifestazioni esalativo-idrotermali dell'Isola di Ischia. Bull. Volc. Ital. 1955. Vol. XVI p. 181-224.
- [230] NOVARESE V. (1950). Colle della Guardia. Le argille scagliose di S. Felice Circeo. Boll. Soc. Geol. Vol. 69.
- [234] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 186 "S. ANGELO DEI LOMBARDI" e relative note illustrative. Min. Ind. comm. e Artig., Dir. Gen. delle Miniere.

- [238] ORTOLANI F., DE GENNARO M., FERRERI M., GHIARA M.R., STANZIONE D., ZENONE F. (1981). Prospettive geotermiche dell'Irpinia Centrale (Appennino meridionale). Studio geologico strutturale e geochimico. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. 100, pp.139-159.
- [239] CORTECCI G., NOTO P., PANICHI C., (1978). Environmental Isotopic Study of the Campi Flegrei Geothermal Field. (Naples, Italy). Journal of Hydrology, 36.
- [243] LA ROTARDO C., PETROSINI G. (1938). Analisi chimica e chimico-fisica dell'acqua sulfurea di Maiori (SA). Annali di chimica applicata. Vol. XXVIII.
- [244] SBORGI U., GIOVANNINI F. (1944). Analisi di gas naturali di Ischia, dei Campi Flegrei, della Mofeta dei Palici, di Pietramala. Ann. Chim. Applicata Ital., Vol. 34.
- [246] TEDESCO D. and SABROUX J.C. (1987). The determination of deep T°C by means of the CO-CO₂-H₂-H₂O geothermometer: an example using fumaroles in the Campi Flegrei, Italy. Bull. Volc. n. 49.
- [247] CIONI R., CORAZZA E., MARINI L., (1984). The gas/steam ratio as indicator of heat transfer at the solforata Fumaroles, Phlegrean Fields (Italy). Bull. Volc., Vol. 47 - 2.

- [248] NUTI S., CAPRAI A., NOTO P. (1983). Applicazione di geotermometri chimici ed isotopici alla solfatara di Pozzuoli. 55° Congresso della SIMP 17-22 Ottobre 1983.
- [249] FECE R., TEDESCO D., SABROUX S.C. (1986). Caratterizzazione geochimica delle fumarole sottomarine del Golfo di Pozzuoli.
- [251] DEL VECCHIO (1966). Valorizzazione delle terme. Suio Terme - 19 settembre 1965. Atti del Convegno di Suio.
- [259] IPPOLITO F., ORTOLANI F., RUSSO M. (1973). Struttura marginale tirrenica dell'Appennino Campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi. Mem. Soc. Geol. It. Vol. XII, fase 2.
- [260] PENTA F., CONFORTO B. (1950). Sulle misure di temperatura del sottosuolo nei fori trivellati in presenza di acqua e sui relativi rilievi freaticometrici. Annali di Geofisica, Vol. 4 n. 1.
- [261] PENTA F., CONFORTO B. (1951). Risultati di sondaggi e di ricerche geominerarie nell'isola d'Ischia dal 1939 al 1943 nel campo del vapore, delle acque termali e delle "Forze Endogene" in generale. Annali di geofisica, Vol. 4.
- [262] PENTA F., CONFORTO B. (1940/42). I lavori di ricerche della S.A.F.E.N. per l'utilizzazione delle "Forze

Endogene" eseguiti fra il 28-10-1940 XVIII e il 28-10-1942 XX. Fondazione politecnica del mezzogiorno d'Italia Centro studi delle Risorse naturali dell'Italia meridionale. 4ª Relaz. Generale, fascicolo 5°.

[263] PENTA F. (1940). I lavori di ricerche della S.A.F.E.N. per l'utilizzazione delle "Forze Endogene" eseguiti fino al 28 ottobre 1940 (XVIII). Terza relazione generale. Fondazione politecnica del Mezzogiorno d'Italia. Centro studi delle risorse naturali dell'Italia meridionale. Fascicolo.

[264] CELICO P. (1979). Schema idrogeologico dell'Appennino Carbonatico Centro-Meridionale. Memorie e note dell'Istituto di Geol. Appl. dell'Univ. di Napoli. V. XIV, Napoli.

[265] CELICO P., DE GENNARO M., GHIARA M.R., NUNZIATA C., RAPOLLA A., STANZIONE D. (1982). Lineamenti geologici, idrogeologici e termici della Campania. C.N.R., P.F.E., RF 13.

[266] MOSTARDINI F., MERLINI S. (AGIP) (1987). Appennino Centro-Meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. Documento interno AGIP.

REGIONE CAMPANIA

ELENCO DELLE SORGENTI, DELLE MANIFESTAZIONI E DEI POZZI

DOMESTICI INVENTARIATI

N° DI INVENTARIO	NOME	LOCALITA'	PROV.
C1)	S. Terme Mondragone-Acque Sinuessane	Mondragone	CE
C2)	P. Brancacci	Sessa Aurunca	CE
C3)	S. Le Vagnole	Sessa Aurunca	CE
C4)	S. S. Giuseppe	Mondragone	CE
C5)	S. M. te Petrino solf.	Mondragone	CE
C6)	S. Acqua Calena	Francolise	CE
C7)	P. Chiantese	Giugliano	CE
C8)	P. Insignito		NA
C9)	P. Genno	Napoli	NA
C10)	P. Esposito	Napoli	NA
C11)	S. De Pisis	Napoli	NA
C12)	S. Sprudel	Napoli	NA
C13)	S. Fangaia Coperta	Napoli	NA
C14)	P. Germano	Napoli	NA
C15)	S. Pisciarelli I	Pozzuoli	NA
C16)	S. Pisciarelli II	Pozzuoli	NA
C17)	P. Romano	Napoli	NA
C18)	S. Terme della Salute	Pozzuoli	NA
C19)	P. Terme Puteolane	Pozzuoli	NA
C20)	S. Tempio di Serapide	Pozzuoli	NA

C21)	P. Terme Lopez	Pozzuoli	NA
C22)	P. Olivetti	Pozzuoli	NA
C23)	P. Regina	Pozzuoli	NA
C24)	P. Lubrano	Pozzuoli	NA
C25)	P. Sardo	Pozzuoli	NA
C26)	P. Caruso	Pozzuoli	NA
C27)	P. Damiani	Pozzuoli	NA
C28)	P. Viola	Pozzuoli	NA
C29)	P. ENEL	Pozzuoli	NA
C30)	S. Maglietta	Bacoli	NA
C31)	P. Purziano	Pozzuoli	NA
C32)	P. Giannotti	Pozzuoli	NA
C33)	P. Babbo	Pozzuoli	NA
C34)	P. Costagliola	Pozzuoli	NA
C35)	P. Scotto	Bacoli	NA
C36)	S. Vasche Rotonde 1	Bacoli	NA
C37)	S. Pollio	Bacoli	NA
C38)	S. Stufe di Nerone 1	Bacoli	NA
C39)	S. Grotta dell'Acqua	Bacoli	NA
C40)	P. Gaciuttolo	Bacoli	NA
C41)	S. Tempio di Mercurio	Bacoli	NA
C42)	S. Terme Romane	Bacoli	NA
C43)	P. Selenia	Bacoli	NA
C44)	P. Carannante	Bacoli	NA
C45)	P. Elia	Bacoli	NA
C46)	P. Masseria Schiano	Bacoli	NA

C47)	S. Terme Tricarico	Pozzuoli	NA
C48)	S. Terme Vesuviane Nun- ziante	Torre Annunziata	NA
C49)	P. Sorrentino	Torre Annunziata	NA
C50)	S. Vasche Rotonde 2	Bacoli	NA
C51)	S. Stufe di Nerone 2	Bacoli	NA
C52)	P. Cestelia	Torre Annunziata	NA
C53)	P. Minerva	Torre Annunziata	NA
C54)	P. Elma	Casamicciola T.	NA
C55)	P. Castiglione	Casamicciola T.	NA
C56)	p. Ibsen	Casamicciola T.	NA
C57)	P. Tusculum	Casamicciola T.	NA
C58)	P. La Pergola	Casamicciola T.	NA
C59)	P. S.Montano	Lacco Ameno	NA
C60)	P. S.Lorenzo 1	Forio	NA
C61)	P. S.Lorenzo 2	Forio	NA
C62)	P. S.Vito	Forio	NA
C63)	P. S.Maria	Forio	NA
C64)	P. Acque Termominerali	Forio	NA
C65)	P. Gelsomina 1	Forio	NA
C66)	P. Gelsomina 2	Forio	NA
C67)	P. S.Michele	Serrara Fontana	NA
C68)	P. Aphrodite	Serrara Fontana	NA
C69)	S. Cava Fredda	Serrara Fontana	NA
C70)	S. Cava Scura	Serrara Fontana	NA
C71)	P. Romantica	Serrara Fontana	NA

C72)	P. La Gondola 1	Barano d'Ischia	NA
C73)	P. La Gondola 2	Barano D'Ischia	NA
C74)	S. Nitruoli	Barano d'Ischia	NA
C75)	P. Giardini Eden	Ischia	NA
C76)	P. Terme Militari	Ischia	NA
C77)	P. Terme Comunali	Ischia	NA
C78)	S. Acqua solfurea I	Contursi	SA
C79)	S. Acqua solfurea II	Contursi	SA
C80)	P. Capasso	Contursi	SA
C81)	S. Acqua Dolce	Contursi	SA
C82)	S. Acqua Ferrata	Contursi	SA
C83)	P. Rosapepe	Contursi	SA
C84)	S. Mofeta	Contursi	SA
C85)	S. Don Carlo	Contursi	SA
C86)	S. Cappetta	Contursi	SA
C87)	P. Terme Grazia	Lacco Ameno	NA
C88)	P. Pannella	Lacco Ameno	NA
C89)	P. Castaldi	Forio	NA
C90)	P. Citara 1	Forio	NA
C91)	Citara 2	Forio	NA
C92)	Lago D'Averno	Pozzuoli	NA
C93)	S. Acqua solfurea della Grotta	Maiori	SA
C94)	Fumarola I	Forio	NA
C95)	Fumarola II	Forio	NA
C96)	Fum. Soffione	Pozzuoli	NA

C97)	Fum. Bocca Grande	Pozzuoli	NA
C98)	Fum. Mare Morto	Golfo di Poz- zuoli	NA
C99)	Fum. Le Fumose	Golfo di Poz- zuoli	NA
C100)	Fum. Secca Caruso	Golfo di Poz- zuoli	NA
C101)	Fum. Porto Pozzuoli	Golfo di Poz- zuoli	NA
C102)	S. Bolle Malvizza	Montecalvo Irpino	AV
C103)	S. Solforosa	Tufo	AV
C104)	S. Calcara		AV
C105)	S. Migliano	Frigento	AV
C106)	S. Solforosa Mefite	Frigento	AV
C107)	S. S.Teodoro 1	Villamaina	AV
C108)	S. S.Teodoro 2	Villamaina	AV
C109)	S. Mefite D'Ansanto	Rocca S.Felice	AV
C110)	P. Sofia	Napoli	NA
C111)	P. Acqua del Chiatamone	Napoli	NA
C112)	S. Goccioloni	Telese	BN
C113)	S. Solf. Ferr. Stabiana	Castellammare di Stabia	NA
C114)	S. Magnesiaca Vanacore	Castellammare di Stabia	NA

REGIONE CAMPANIA

ELENCO DEI POZZI INVENTARIATI

Nome Pozzo	Numero di inventario	Prov.
CASTEL PAGANO 1	PC 1	BN
CIRCELLO 1	PC 2	BN
BENEVENTO 3	PC 3	BN
BENEVENTO 2	PC 4	BN
BENEVENTO 1	PC 5	BN
CASALBORE 1	PC 6	AV
CASALBORE 2	PC 7	AV
S. ARCANGELO TRIMONTI	PC 8	AV
GARIGLIANO 1	PC 9	NA
CELLULE AURUNCI 1	PC 10	CE
MONDRAGONE 1	PC 11	CE
CASTELVOLTURNO 1	PC 12	CE
CASTELVORTURNO 3	PC 13	CE
CASTELVORTURNO 2	PC 14	CE
VOLTURNO 1	PC 15	NA
QUALIANO 1	PC 16	CE
GRAZZANISE 1	PC 17	CE
VILLA LITERNO 1	PC 18	CE
PARETE 2	PC 19	CE
IRPINIA 1	PC 20	AV
MONTE FORCUSO 1	PC 21	AV
MONTE FORCUSO 2	PC 22	AV

SERRONI 1	PC 23	AV
LACEDONIA 1	PC 24	AV
S. ANGELO DEI LOMBARDI	PC 25	AV
S. VITO 3	PC 26	NA
LICOLA 1	PC 27	NA
CIGLIANO 1D	PC 28	NA
S. VITO 1	PC 29	NA
PALAZZO REALE	PC 30	NA
CMV 1	PC 31	NA
MOFETE 5	PC 32	NA
MOFETE 2	PC 33	NA
AVERNO 1D	PC 34	NA
MOFETE 8D	PC 35	NA
CLV 7	PC 36	NA
MOFETE 1	PC 37	NA
MOFETE 7D	PC 38	NA
CF 21	PC 39	NA
CLV 16	PC 40	NA
CLV 1F	PC 41	NA
MONTE TABOR	PC 42	NA
ICV 1	PC 43	NA
IFV 2	PC 44	NA
IFV 1	PC 45	NA
ISCHIA 3	PC 46	NA
ISCHIA 2	PC 47	NA
ISCHIA 6	PC 48	NA

TRE CASE 1	PC 49	NA
CONTURSI 1	PC 50	SA
SELE 1	PC 51	SA
ROCCA D'ASPIDE	PC 52	SA
MOIO DELLA CIVITELLA	PC 53	SA
PERDIFUMO	PC 54	SA
S. VITO 8D	PC 55	NA
MOFEDE 9D	PC 56	NA
MOFETE 3D	PC 57	NA
TREVICO 1	PC 58	AV
BONITO 1 DIR	PC 59	AV
NAPOLI 2	PC 60	NA
NAPOLI 3	PC 61	NA
NAPOLI 4	PC 62	CE

130-88 disco 29