

4/11 5.2.1

ENEL PRODUZIONE S.p.A

CENTRALE TERMOELETTRICA

Via Bruno Buozzi, 36/a

COMUNE DI BARI

RICHIESTA DI CONCESSIONE ALL'UTILIZZO DELL'ACQUA SOTTERRANEA PRELEVATA DAI 10 POZZI SCAVATI NELL'AREA DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Relatore:

Dott. Geol. ANTONIO DI FAZIO

V.le L. De Laurentis, 1

70124 BARI

tel./fax 080/5614716

e-mail: antoniodifazio@worldonline.it

Bari, Ottobre 2000

ENEL - PDT/SUD - PCT - BARI						Posta in Arrivo	
CAPO	VICECAPO						
CENTRALE	CENTRALE	AAM	SIE	PS/RE	A&C		
<i>[Signature]</i>	Az						Az
	Co						Co
PROTOCOLLO	CSM	MEC	EL	REG			
1061	Az						Az
	Co						Co
PRATICA	CSE	EDU	CT	CHIM	COM		
Dir.	Az						Az
	Co						Co
DATA 06-11-00						ALTRI:	

INDICE

1.0 – PREMESSA.....	pag. 3
2.0 - INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA E CATASTALE DELL'AREA DELLA CENTRALE.....	“ 4
2.1 – INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA E CATASTALE DEI POZZI.....	“ 5
3.0 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLA ZONA.....	“ 6
4.0 – IDROGEOLOGIA DELLA ZONA.....	“ 7
4.1 – IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO.....	“ 8
5.0 – PROVE DI PORTATA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI.....	“ 10
5.1 – PROVA A GRADINI	“ 10
5.2 – PROVA DI LUNGA DURATA.....	“ 12
6.0 – QUALITA' DELL'ACQUA.....	“ 13
7.0 – CONCLUSIONI.....	“ 14

FIGG. 1 e 2 - Corografie 1:25.000

ALL. 1 – Certificato Analisi Acque sotterranee

**ENEL PRODUZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA
Via Bruno Buozzi, 36/a – BARI**

**RICHIESTA DI CONCESSIONE ALL'UTILIZZO DELL'ACQUA
SOTTERRANEA PRELEVATA DAI 10 POZZI SCAVATI NELL'AREA
DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA**

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Dott. Geol. Antonio DI FAZIO

1.0 – PREMESSA

La presente Relazione Idrogeologica viene redatta su incarico della ENEL PRODUZIONE SpA, Area Gestione Sud, Unità di Business, Via Appia 32 – 72100 Brindisi, a corredo della pratica per l'ottenimento della concessione all'utilizzo delle acque sotterranee prelevate dai 10 pozzi scavati nell'area della Centrale di sua proprietà; la pratica è stata già avviata dalla Committente presso il Genio Civile di Bari con Raccomandata R.R. in data 03/07/2000 Prot. 163 AB.

La ENEL PRODUZIONE S.p.A. gestisce in Bari la Centrale Termoelettrica che, mediante i suoi tre generatori gemelli da 68,5 MW, produce energia elettrica che viene immessa nella Rete Nazionale.

Il processo produttivo della Centrale inizia con la generazione di vapore ad alta pressione, prosegue con il suo invio nelle turbine che mettono in rotazione gli alternatori, quindi termina con il raffreddamento e la condensazione del vapore esausto per il suo riutilizzo in ciclo; per quest'ultima operazione viene utilizzata una notevole quantità di acqua a ciclo chiuso proveniente dalle torri di raffreddamento ad umido. Tali torri sono alimentate, a loro volta, dall'acqua aspirata dai 10 pozzi di cui trattasi, con una portata tale da compensare le perdite per evaporazione e per lo spurgo continuo.

Dal punto di vista amministrativo, datano dal 1956 le prime autorizzazioni ottenute dal Genio Civile di Bari per i primi pozzi.

Si ritiene importante, ai fini della pratica in questione, ricordare che sono state già inviate al Genio Civile copie delle denunce ex Art. 10 Decreto Legislativo 275/93 trasmesse a suo

tempo con nota prot. RIT/4621 del 10/08/94 dall'ENEL S.p.A. e relative ai 10 pozzi di cui trattasi.

A decorrere dal 01/10/99, la Società ENEL PRODUZIONE S.p.A., a seguito della nota privatizzazione, è subentrata all'ENEL S.p.A. anche nella gestione dei citati pozzi.

2.0 - INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA E CATASTALE DELL'AREA DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA.

L'area della Centrale Termoelettrica sorge ad Ovest della Città di Bari, in quella che, negli anni 1956-59, era la estrema periferia e già Zona Industriale di Bari; la scelta cadde su quel sito perché presentava una serie di vantaggi: collegamento alla viabilità grazie alla S.S. Barese n° 96 (Via B. Buozzi), vicinanza alla STANIC (il petrolchimico che garantiva facili approvvigionamenti di carburante), una inesauribile falda sotterranea.

L'area, che si estende per circa 8 ha, si presenta sostanzialmente pianeggiante ed ad una quota del terreno di circa **+13,25 m. s.l.m.**; le coordinate geografiche della posizione circa baricentrica sono le seguenti:

Lat. N 41° 07' 03,2"

Long. E 16° 50' 10,0"

In FIG. 1 viene evidenziata la ubicazione dell'area su una corografia in scala 1:25.000 ottenuta mediante il collage delle Tavole "S. Spirito" II NO e "Bari" II NE del Foglio 177 dell'IGM.

In FIG. 2 uno stralcio in scala 1:25.000 ottenuto mediante riduzione dalla Carta Tecnica d'Italia in cui la posizione dell'area è individuata nel contesto urbanistico più attuale.

Dal punto di vista Catastale, l'area è censita in **Catasto** alla Partita 95856 del Catasto Urbano del Comune di Bari ed è distribuita sul

- Foglio 101: Part.lla n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 106;
- Foglio 100 : Part.lla n° 52;
- Foglio 19 : Part.lla n° 12;
- Foglio 26 : Part.lla n.a. (su Strada Glomerelli).

2.1 - INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA E CATASTALE DEI POZZI

Sulla Particella n° 8 del F° 101 sono ubicati 7 pozzi, mentre 3 pozzi sono ubicati sulla Part.lla esistente su strada Glomerelli (denominata "zona Castelletto").

In TAB. I vengono elencati i pozzi numerati secondo le richieste di concessione già prodotte con le corrispondenti sigle di uso interno ENEL (per una più precisa individuazione degli stessi) specificando per ciascuno di essi la ubicazione catastale.

In FIG. 3 vengono individuati i pozzi sull'area della Centrale in scala 1:1250.

TAB. I - Individuazione Catastale e geografica dei Pozzi Centrale ENEL Bari.

POZZO N°	Sigla ENEL	F° 101 P.lla n° 8	F° 26 P. n.a.	Ubicazione Sist. UTM *	Coordinate Geografiche **
1	11	▲		33TXF542535	Lat. N 41° 07' 1,7" Long. E 16° 50' 10,1"
2	12	▲		"	-
3	21	▲		"	-
4	22	▲		"	-
5	13	▲		33TXF542533	Lat. N 41° 06' 59,4" Long. E 16° 50' 12,7"
6	23 (z. cast.etto)		▲	"	-
7	31 (z. cast.etto)		▲	"	Lat. N 41° 06' 56,2" Long. E 15° 50' 13,2"
8	32 (z. cast.etto)		▲	"	-
9	21N (NP1)	▲		33TXF542535	-
10	SG (NP2)	▲		33TXF542535	Lat. N 41° 07' 03,2" Long. E 16° 50' 10,0"

* - Designazione sul Reticolato Chilometrico nella Proiezione Conforme Universale Trasversa di Mercatore.

** - Le coordinate geografiche sono riferite all'Elissoide Internazionale orientato sul Meridiano di Greenwich.

3.0 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLA ZONA

L'area di studio è ubicata alla periferia occidentale della città di Bari, zona urbanizzata con numerosi insediamenti industriali e commerciali ormai prevalenti rispetto alle attività agricole.

Geograficamente la suddetta zona appartiene al versante adriatico del rilievo murgiano, che mostra l'aspetto tipico di un tavolato carsico a vasti ripiani allungati parallelamente alla costa. Anche localmente, la superficie topografica è per estesi tratti pressoché pianeggiante e digrada verso il mare attraverso brusche cadute di pendio che nel loro complesso si sviluppano in direzione parallela all'attuale linea di costa.

Tale configurazione topografica è tipica dell'intera fascia litorale barese caratterizzata inoltre dalla mancanza di acque superficiali pur in presenza di una idrografia piuttosto sviluppata che, localmente, è rappresentata dalla incisione conosciuta come "*Lama Sinata*" e dall'omonimo canale che in essa confluisce.

Orli di terrazzo e brusche cadute di pendio marcano, inoltre, una linea di impluvio ad andamento sud-nord, sfociante nella zona del Cimitero.

Geologicamente, il territorio risulta costituito da una impalcatura di rocce carbonatiche di età cretacea, a luoghi coperta da lembi variamente estesi di depositi calcarenitici (tufi calcarei) di età pleistocenica, i più recenti dei quali costituiscono l'esteso cordone dunare di S. Girolamo.

Le rocce di età cretacea costituiscono l'ossatura dell'intera regione pugliese e si estendono nel sottosuolo per uno spessore di diverse centinaia di metri; i sedimenti, da cui tali rocce derivano, condussero, per quasi tutto il MESOZOICO, alla formazione di una estesa piattaforma carbonatica oggi nota in letteratura col nome di Piattaforma Adriatica o Apula.

Nell'area in esame, la parte esposta di tale unità strutturale, affiorante con buona continuità lungo la costa, a valle dell'isoipsa dei 10 m oltre che sul fondo dei principali solchi erosivi, è costituita essenzialmente da rocce calcaree di norma sottilmente stratificate e in vario grado fratturate e carsificate; in profondità, al di sotto del livello del mare, sono presenti più diffusamente strati calcareo-dolomitici e dolomitici.

In FIG. 4 si dà conto del Rilievo geologico effettuato ad hoc nella zona in esame.

Tettonicamente gli strati presentano una giuacitura debolmente ondulata messa in evidenza da pieghe anticlinali e sinclinali appena accennate. Ovunque gli strati rocciosi sono

attraversati da una fitta rete di fratture, a luoghi molto persistenti, in corrispondenza delle quali, in alcuni tratti, si riconoscono le evidenze di una più accentuata disconnessione dei blocchi rocciosi legata a possibili allineamenti di faglie, di norma caratterizzate da rigetti non superiori a una decina di metri, o a fenomeni, anche se limitati, di crollo per il cedimento della volta di cavità carsiche parzialmente o interamente riempite di terra rossa. Nella zona in esame è stato verificato come il letto di alcune lame siano in diretto contatto con la falda sottostante.

4.0 - IDROGEOLOGIA DELLA ZONA

Per il notevole grado di fessurazione e carsismo che localmente caratterizza le rocce dell'impalcatura carbonatica mesozoica, alla mancanza di acque correnti in superficie si contrappone l'esistenza nel sottosuolo di una estesa e cospicua falda idrica sostenuta dall'acqua marina d'invasione continentale che ne costituisce il livello di base.

Quanto alle modalità di circolazione delle acque, la permeabilità che i calcari presentano in corrispondenza del livello marino consente alla falda di defluire a pelo libero o in leggera pressione per una locale maggiore compattezza dell'ammasso roccioso di norma legato ad una parziale occlusione delle discontinuità ad opera della *terra rossa*.

A scala regionale, l'idrogeologia della zona è caratterizzata dalla presenza dell'"acquifero murgiano".

Il deflusso dell'acqua di falda avviene in direzione ortogonale alla linea di costa e, generalmente, si muove in pressione con cadenti piezometriche che oscillano tra 0,1% e 0,5%. La permeabilità d'insieme dell'acquifero è piuttosto bassa ed incostante; ciò determina un andamento irregolare delle isofreatiche.

In FIG. 5 si riporta uno stralcio della TAV. 4.2.5.2 - *Carta delle isopezometriche* - allegata al PRA della Regione Puglia.

Lo scarico a mare avviene sia in forma concentrata che diffusa, in funzione delle strutture geologiche attraversate.

Le caratteristiche più salienti dell'acquifero murgiano sono:

- **permeabilità** (k) = $1 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ cm/s;
- **portata specifica** nella zona = 10 - 30 l/s*m. (vedi FIG. 6).

Lo stato di fratturazione delle rocce calcaree affioranti conferisce alle stesse una permeabilità "in grande" per fratturazione e carsismo. Questa caratteristica determina una infiltrazione piuttosto rapida dell'acqua di pioggia nel sottosuolo e questo rende rari i fenomeni di intenso ruscellamento.

L'acquifero murgiano presenta i caratteri tipici di un acquifero costiero che trova il suo livello di base nell'acqua di mare di invasione continentale. In prossimità della linea di costa si verificano pertanto fenomeni di intrusione marina, peraltro già documentati dal PRA della Regione Puglia nella TAV. 4.2.5.5 su cui vengono tracciate le isoaline (vedi FIG. 7) che documentano una situazione relativa all'epoca di redazione del PRA.

4.1 – IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO

La escavazione dei 10 pozzi nell'area della Centrale consente di essere certi sulla natura dello spessore di sottosuolo interessato dalle indagini ed in FIG. 8 si propone uno schema della stratigrafia idrogeologica sicuramente molto aderente alla realtà. E' evidente la rispondenza della stratigrafia ai canoni della geologia della Puglia Murgiana come descritta nel precedente punto 3.0.

Dopo un piccolo spessore di terreno vegetale (di natura alluvionale) le perforazioni attraversano solo il calcare che si differenzia per le diverse condizioni di fratturazione o di compattezza. In particolare si riscontra come (sia a livello del mare che a diversi livelli più profondi) le fratturazioni si presentano anche interessate da cospicui fenomeni di carsificazione.

Il livello dell'acqua lo si incontra a circa + 0,30 m s.l.m., ma tale misurazione risente del fatto che i pozzi della Centrale sono sempre in aspirazione (ovviamente la Centrale Elettrica non si può fermare se non per cause eccezionali).

Sulla base di misure effettuate su alcuni pozzi nella zona, si è stato possibile tentare la costruzione, mediante modello di calcolo, di una **Carta delle Isopezometriche** che viene proposta in FIG. 9. L'andamento delle isofreatiche conferma la situazione più generale descritta dal PRA di FIG. 5 e mostra come la disgiunzione tettonica che si evidenzia in superficie con la *Lama Sinata* determini un drenaggio sull'acqua di falda specie nella sua parte terminale, nelle vicinanze della costa adriatica.

Lo stato di fratturazione delle rocce calcaree affioranti conferisce alle stesse una permeabilità "in grande" per fratturazione e carsismo. Questa caratteristica determina una infiltrazione piuttosto rapida dell'acqua di pioggia nel sottosuolo e questo rende rari i fenomeni di intenso ruscellamento.

L'acquifero murgiano presenta i caratteri tipici di un acquifero costiero che trova il suo livello di base nell'acqua di mare di invasione continentale. In prossimità della linea di costa si verificano pertanto fenomeni di intrusione marina, peraltro già documentati dal PRA della Regione Puglia nella TAV. 4.2.5.5 su cui vengono tracciate le isoaline (vedi FIG. 7) che documentano una situazione relativa all'epoca di redazione del PRA.

4.1 - IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO

La escavazione dei 10 pozzi nell'area della Centrale consente di essere certi sulla natura dello spessore di sottosuolo interessato dalle indagini ed in FIG. 8 si propone uno schema della stratigrafia idrogeologica sicuramente molto aderente alla realtà. E' evidente la rispondenza della stratigrafia ai canoni della geologia della Puglia Murgiana come descritta nel precedente punto 3.0.

Dopo un piccolo spessore di terreno vegetale (di natura alluvionale) le perforazioni attraversano solo il calcare che si differenzia per le diverse condizioni di fratturazione o di compattezza. In particolare si riscontra come (sia a livello del mare che a diversi livelli più profondi) le fratturazioni si presentano anche interessate da cospicui fenomeni di carsificazione.

Il livello dell'acqua lo si incontra a circa + 0,30 m s.l.m., ma tale misurazione risente del fatto che i pozzi della Centrale sono sempre in aspirazione (ovviamente la Centrale Elettrica non si può fermare se non per cause eccezionali).

Sulla base di misure effettuate su alcuni pozzi nella zona, si è stato possibile tentare la costruzione, mediante modello di calcolo, di una **Carta delle Isopezometriche** che viene proposta in FIG. 9. L'andamento delle isofreatiche conferma la situazione più generale descritta dal PRA di FIG. 5 e mostra come la disgiunzione tettonica che si evidenzia in superficie con la *Lama Sinata* determini un drenaggio sull'acqua di falda specie nella sua parte terminale, nelle vicinanze della costa adriatica.

In TAB. II vengono sintetizzati i dati tecnici e le caratteristiche costruttive dei 10 pozzi della Centrale.

TAB. II - CARATTERISTICHE TECNICHE POZZI CENTRALE ENEL BARI

N°	Sigla ENEL	Quote p.c. m s.l.m.	Diam. Ø (mm)	Profond. dal p.c. (m)	Altezz. Piez. H s..l.m.	Sistema di scavo	Rivestim. cieco dal p.c. (m)	Rivestim. Sfinestr. dal p.c. (m)	Profond. pompa dal p.c. (m)
1	11	+ 13.382	500	- 42	+0.30	percuss.	0 / -12	-12 / -22	- 19.50
2	12	+ 13.390	500	- 42	"	"	"	"	"
3	21	+ 14.891	500	- 42	"	"	"	"	"
4	22	+ 13.227	500	- 42	"	"	"	"	"
5	13	+ 13.240	500	- 60	"	otazione			
6	23	+ 13.410	500	- 60	+0.34	"			
7	31	+ 13.412	500	- 60	"	"			
8	32	+ 15.006	500	- 60	"	"			
9	21N	+ 14.989	700	- 60	+0.30	"	0 / -41.0	no	-37.85
10	SG	+ 15.015	700	- 60	+0.25	"	0 / -36.4	no	-38.65

Come si evince dalla sez. di FIG. 8 e dalla TAB. II, alcuni pozzi sono stati rivestiti sia con tubo cieco che sfinestrato, con feritoie sfalsate di 40mm x 15 mm.

In particolare per i pozzi n. 9 e 10 la parte cieca è stata anche protetta con una particolare cementazione per proteggere il pozzo dall'eventuale aspirazione di prodotti inquinanti a bassa densità derivanti dalla pregressa attività della limitrofa azienda Stanic; la parte sottostante dello scavo non è stata rivestita e la roccia è stata sottoposta ad un particolare lavaggio acido per migliorarne la efficienza.

L'area della Centrale si trova a meno di 2 km dalla linea di costa per cui la falda sottostante risente inevitabilmente del fenomeno dell'intrusione marina riscontrabile dalla salinità dell'acqua estratta.

5.0 – PROVE DI PORTATA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Sono state eseguite prove di portata per determinare i dati caratteristici di alcuni pozzi mentre, necessariamente, altri tre o quattro pozzi limitrofi erano contemporaneamente in emungimento; ciò non ha consentito di ottenere dati attendibili a causa degli effetti di disturbo reciproco legati alla ridotta distanza fra essi.

Al fine di una migliore valutazione dei parametri idrogeologici che caratterizzano sia la falda che i pozzi, si è ritenuto utile elaborare anche le prove di portata effettuate nel 1975, all'atto della esecuzione dei pozzi n° 9 e 10, quando la Centrale non aveva ancora la potenzialità di oggi e quindi in condizioni di disturbo molto ridotte. Nella valutazione di quelle prove tuttavia si deve tenere presente che tali pozzi, profondi 60 m, sono rivestiti ciechi per circa 23 m della zona satura dell'acquifero.

Le prove di portata sono state effettuate con modalità differenti: a GRADINI di portata, in condizioni di Equilibrio (secondo la teoria di Dupuit) e di LUNGA DURATA, in condizioni di Non equilibrio (secondo la teoria del Theis).

Mentre la prova a Gradini, o prova di pozzo, ci consente di pervenire alla determinazione delle caratteristiche di produttività dell'opera di captazione, con quella di Lunga Durata, o prova di falda, si valuta la tipologia idraulica del sistema acquifero, tenendo in considerazione il fatto che i dati sono stati rilevati sul pozzo attivo che ha un diametro utile di 688 mm..

Nella valutazione delle prove di portata si cercherà di ottenere dati che possano essere rappresentativi del campo pozzi.

5.1 – PROVA A GRADINI

Quando fu scavato il Pozzo n. 10 fu eseguita una prova a pozzo singolo con 6 gradini di portata; i dati sono stati diagrammati e presentati in FIG. 10.

Questi dati bruti sono stati elaborati al fine di ottenere informazioni utili sulla potenzialità dell'opera di captazione e sul suo grado di efficienza.

Il fondamento teorico che sta alla base dell'interpretazione di una prova di pozzo è costituito dall'equazione di Rorabaugh: sono stati diagrammati gli abbassamenti specifici verso le portate ottenendo così i valori caratteristici dell'equazione (vedi FIG. 11.a) e si è verificato che l'esponente $n = 2$. Da questi parametri si può notare che le perdite di carico

dovute alle dissipazioni di energie, causate dalle forze viscosse per il movimento dell'acqua nelle fessure (carsificate) dell'acquifero sono molto basse rispetto alle perdite di carico nelle vicinanze e all'ingresso del pozzo. Ciò è in linea con le considerazioni già fatte circa la difficoltà dell'acqua ad entrare nel pozzo a causa del rivestimento cieco; ulteriore conferma si ha dalla curva dell'efficienza del pozzo, tracciata in FIG. 11.c.

Come anticipato, sono state eseguite altre prove a gradino per saggiare l'attuale stato di produttività e di efficienza dei pozzi n° 7 e n° 9.

Mentre i dati rilevati sul pozzo n° 7 possono essere ritenuti idonei per le valutazioni del caso, quelli rilevati sul Pozzo n° 9 non sono attendibili, come risulta evidente dall'esame dei diagrammi di FIG. 12: sicuramente i dati rilevati risentono dell'azione di pompaggio dei pozzi vicini n° 5 e n° 11, contemporaneamente in esercizio.

In FIG. 13 sono sintetizzate le elaborazioni eseguite sui dati rilevati con la prova di pompaggio eseguita sul pozzo n° 7. Si rileva come l'efficienza idraulica EW del pozzo (FIG. 13.c) sia ancora molto alta dopo quasi 30 anni di pompaggio, probabilmente perchè le perdite di carico legate alla difficoltà dell'acqua ad entrare nel pozzo sono molto basse.

A tale proposito è il caso di precisare che le caratteristiche dei pozzi e dell'acquifero consentono di considerare il termine lineare BQ dell'equazione di Rorabaugh rappresentativo delle perdite di carico complessive dovute alla componente di flusso laminare.

Dalle *Curve Caratteristiche* costruite per i pozzi 9 e 7 (FIGG. 11.b e 13.b) non si individua in maniera certa una *portata critica*.

Si ritiene che la individuazione della **portata di esercizio** vada effettuata dopo le altre verifiche di cui si darà conto nel prosieguo della presente relazione. A parere dello scrivente essa sarà il frutto di considerazioni più di carattere qualitativo dell'acqua estratta che della potenzialità dell'acquifero.

Le **Portate Specifiche medie** calcolate, sui diversi gradini di prova, danno, per il Pozzo n° 10, $Q_{sp} = 25,3 \text{ l/s}\cdot\text{m}$ mentre per il pozzo n° 7 $Q_{sp} = 39 \text{ l/s}\cdot\text{m}$; sono valori compresi nel range di previsione del PRA e che danno la misura della potenzialità dell'acquifero.

5.2 – PROVA DI LUNGA DURATA

Per le ragioni già dette, sono stati elaborati i dati della prova di falda eseguita nel 1975 ad una portata costante di $Q = 65 \text{ l/s}$; le rilevazioni eseguite sul pozzo attivo sono state diagrammate in FIG. 14.

Dai dati bruti si è ricavata la **Curva Diagnostica**, proposta in FIG. 15.a, che ci consente di identificare la tipologia del sistema idraulico: esso mostra i caratteri tipici di un *acquifero debolmente confinato*.

Esperienze maturate dallo scrivente per altri studi effettuati nella zona di interesse consentono di confermare che l'acqua di falda può essere considerata in leggera pressione, anche se nell'ordine dei centimetri: ciò è utile da considerare per la scelta dei modelli di calcolo da utilizzare per ottenere i parametri idrogeologici.

Diagrammando diversamente i dati della stessa prova, come mostrato in FIG. 15.b, si ricavano anche altre informazioni sulla natura del sistema idrogeologico: dopo un tempo valutabile in circa 2200" si raggiunge una quasi stabilizzazione tra apporti ed emungimenti con ciò dimostrando che, presentandosi un limite a potenziale imposto, l'acquifero può consentire l'utilizzazione della falda alla portata di prova.

Da questa FIG. 15.b si ricavano inoltre elementi per il calcolo della **Trasmissività (T)** e del **Coefficiente di Immagazzinamento (S)** con la formula di approssimazione logaritmica di Jacobb, estrapolando il tempo t_0 sull'asse dei tempi e misurando il termine C corrispondente. Tale estrapolazione è stata eseguita per i due tratti della curva (quello iniziale e quello a più bassa pendenza), ma eliminando il dato anomalo.

I valori così ottenuti sono confortanti perché in linea con altre misurazioni eseguite in altri siti della stessa porzione di acquifero:

$$T = 2,16 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S = 8 \times 10^{-3}$$

I dati della prova di lunga durata sono stati esaminati anche con due differenti metodi di interpretazione: Theis per falde confinate e Moench per acquiferi; mentre il primo metodo di analisi è più idoneo per i mezzi porosi, il secondo è specifico per mezzi fessurati e fratturati.

Entrambi i metodi di calcolo concordano sia sul valore della Trasmissività che su quello della **Permeabilità dell'acquifero (k)**.

Infatti essi valutano la

$$T = 5,17 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

che si può ritenere praticamente identica a quella calcolata con il metodo manuale e la

$$k = 1,03 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

anch'essa in linea sui valori tipici dell'acquifero in esame.

Il metodo di analisi specifico dei mezzi fessurati ci fornisce anche una valutazione della **Permeabilità verticale** = $1,10 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

6.0 - QUALITÀ DELL'ACQUA SOTTERRANEA

Si è già avuto modo di dire che l'acquifero in esame è di tipo costiero interessato dal noto fenomeno dell'intrusione marina. Ciò determina inevitabilmente uno scadimento della qualità dell'acqua estratta, peraltro già documentato nel PRA della Puglia (vedi FIG. 7). Tale situazione è stata riscontrata anche dall'esame analitico dell'acqua estratta dai pozzi della Centrale.

E' stata effettuata l'analisi dell'acqua della falda prelevando un campione rappresentativo dal condotto di reintegro alle torri di raffreddamento, nel quale vengono convogliate le acque provenienti dai vari pozzi in esercizio.

Il Certificato analitico relativo è allegato alla presente relazione (vedi ALL. 1).

Richiamando alcuni dei parametri più caratteristici analizzati, si evince che i solidi totali disciolti (TDS) sono circa 5,4 g/l, la Durezza Totale è di circa 119 °F ed i Cloruri (Cl) sono circa 2500 ppm.

Si conferma quindi che la qualità dell'acqua risente essenzialmente dell'inquinamento marino che non rappresenta ostacolo all'utilizzo per cui viene estratta.

7.0 – CONCLUSIONI

Tutti gli accertamenti di cui si è dato conto portano a confermare che il campo pozzi della Centrale ENEL di Bari si colloca in un acquifero di notevole potenzialità che garantisce, con una gestione attenta, il soddisfacimento delle esigenze di acqua per il raffreddamento e la condensazione del vapore.

Infatti, per tale scopo, i parametri di qualità che interessano e che si riscontrano sono prettamente di natura fisica: la quantità, la temperatura e l'assenza di torbidità; pertanto la presenza dell'inquinamento riscontrato dalle analisi, dovuto al fenomeno dell'intrusione marina, non rappresenta preclusione all'utilizzo.

Per un uso dei pozzi che concili le contrapposte esigenze di produzione e di salvaguardia della falda è importante che:

- a)- vengano sempre prelevati i quantitativi di acqua strettamente indispensabili alle esigenze della Centrale,
- b)- i quantitativi siano sempre ripartiti sul maggior numero di pozzi,
- c)- venga sempre privilegiato l'esercizio dei pozzi n° 2, 5 e 10 (perché presentano le migliori caratteristiche di produzione e di qualità dell'acqua estratta),
- d)- la **portata di esercizio**, per ogni pozzo, non superi i **45 l/s** ($Q_{es.} \leq 153 \text{ m}^3/\text{h}$).

dott. geol. ANTONIO DI FAZIO



Bari, Ottobre 2000

ALL 1



LABORATORI E STUDI DI PROGETTAZIONE ARCHIMEDE s.r.l

Largo Ciara n.25 - 70125 BARI - tel/fax 080 5428707 - C.F./I.V.A. 04758350724

Ambiente Ricerca Chimica Medicina

Certificato di Analisi n. 0010011

ANALISI DI ACQUA DI POZZO PER USO INDUSTRIALE

Committente: ENEL PRODUZIONE S.p.A.- Centrale Termoelettrica - Via Bruno Buozzi, 35 - BARI

Dati del prelievo: Campione di acqua prelevato a cura del Laboratorio ARCHIMEDE il giorno 10.10.2000 dal collettore acqua di pozzo di reintegro circuito torri di evaporazione, sito nella Centrale di Produzione Termoelettrica ENEL di Bari.

Tipo di campionamento: Composito medio nell'arco di n. 3 ore.

Rapporto di Prova

Parametri chimici	Unità di Misura	Valore trovato
pH	-	7,03
Conducibilità a 20°C	µS/cm	7.820
Residuo fisso a 105 °C	mg/l	5.435
Residuo fisso a 180 °C	mg/l	5.283
Alcalinità M	ppm CaCO ₃	430,5
Bicarbonati	ppm HCO ₃ ⁻	525,2
Durezza Totale	ppm CaCO ₃	1190,3
Durezza Calcica	ppm CaCO ₃	561,4
Durezza Magnesiacca	ppm CaCO ₃	628,9
Cloruri	ppm Cl ⁻	2.498
Solfati	ppm SO ₄ ²⁻	498,6
Nitrati	ppm NO ₃ ⁻	33,4
Silice	ppm SiO ₂	8,13
Bromuri	ppm Br ⁻	9,22
Fosfati Orto	ppm PO ₄ ³⁻	0,22
Fosfati Totale	ppm PO ₄ ³⁻	0,22
Borati	ppm BO ₃ ³⁻	0,33
Sodio	ppm Na ⁺	1.488
Potassio	ppm K ⁺	57,2
Calcio	ppm Ca ⁺⁺	225,0
Magnesio	ppm Mg ⁺⁺	152,9
Stronzio	ppm Sr ⁺⁺	3,12
Ferro	ppm Fe ⁺⁺	0,012
Litio	ppm Li ⁺	0,010

Bilancio delle specie ioniche presenti

Sommatoria Anioni	90,03
Sommatoria Cationi	90,04
Scarto pratico	- 0,003
Scarto teorico	1,502
Scarto % del Bilancio Ionico	- 0,001
Esito analitico	OK

Parametri microbiologici	Unità di Misura	Valore trovato
Carica microbica a 37°C	U.F.C./ ml	20
Carica microbica a 22°C	U.F.C./ ml	25
Coliformi totali	U.F.C./ 100 ml	18
Coliformi fecali	U.F.C./ 100 ml	8
Streptococchi fecali	U.F.C./ 100 ml	Assenti
Spore di clostridi solf. rid.	U.F.C./ 100 ml	Assenti

Bari, 16 ottobre 2000

L'Analista

Prof. Chim. Raffaele Pannacciulli

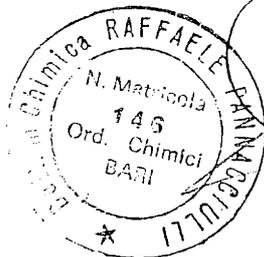


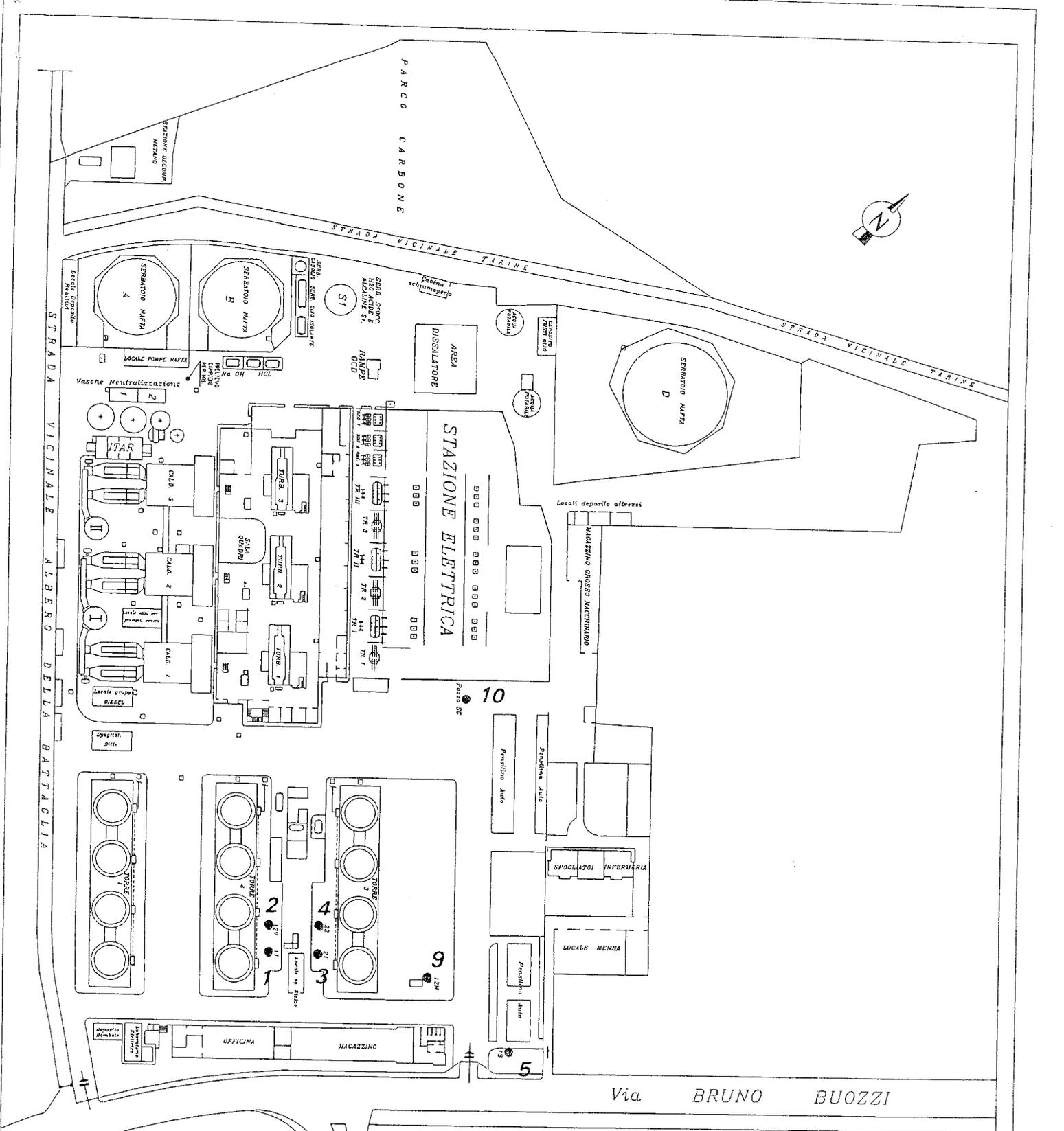


FIG. 2

ENEL
Centrale Termoelettrica di
BARI

○ - UBICAZIONE AREA POZZI

Scala 1:25000



LEGENDA:

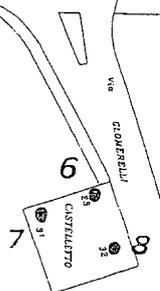
I	CAMINO 1
II	CAMINO 2
A	Serbatoio OCD
B	Serbatoio OCD
O	Serbatoio OCD
ST	Serbatoio acqua

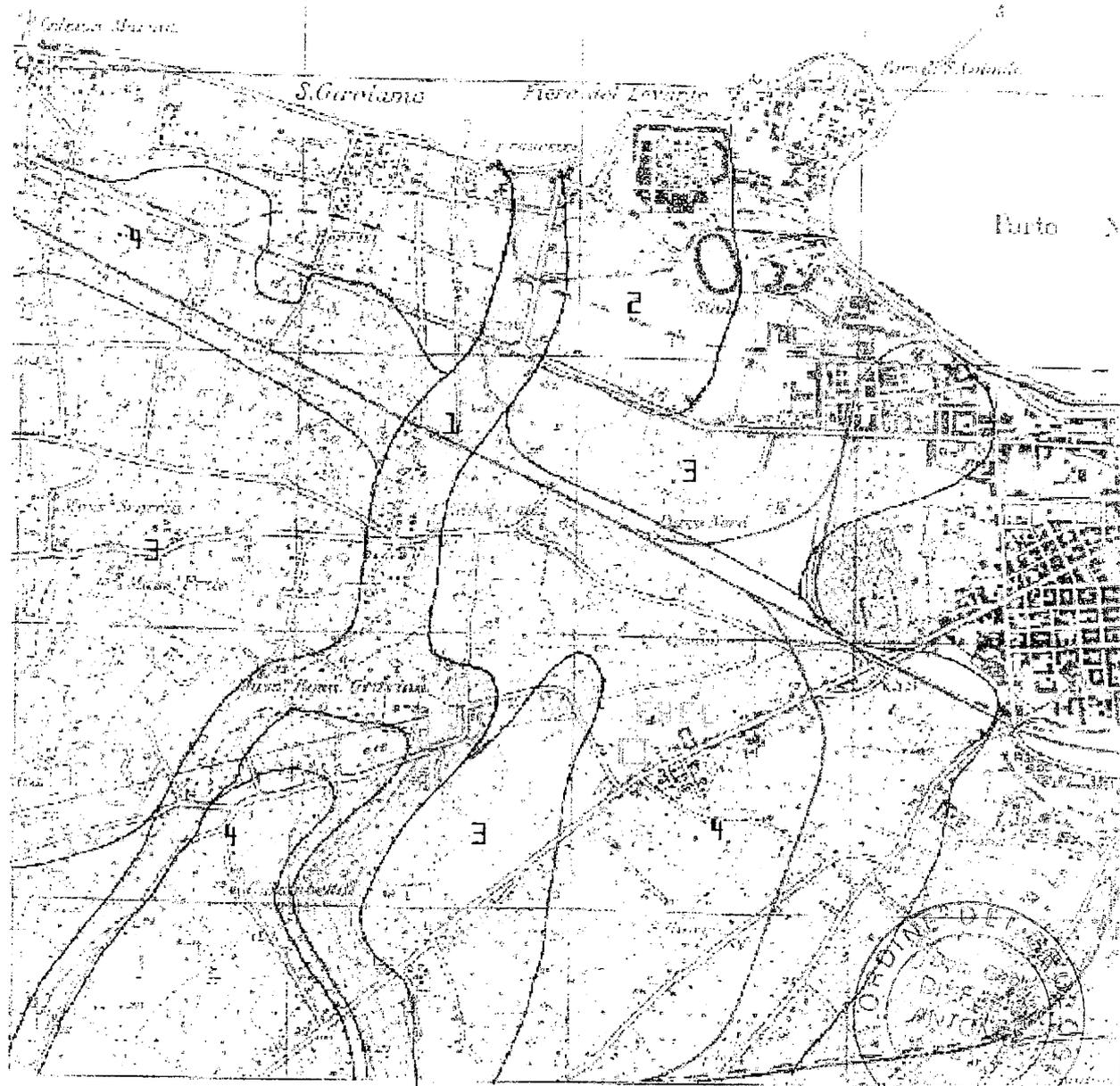
FIG. 3 **ENEL**
Centrale Termoelettrica di BARI
 ● 1 - UBICAZIONE POZZO

PLANIMETRIA GENERALE

PROGETTATO DA	ING. ...
PROGETTATO PER	RIT - BRCTC - BARI
SCALE	1:1250
DATA	...
NUM.
...	...

scala 1:1250



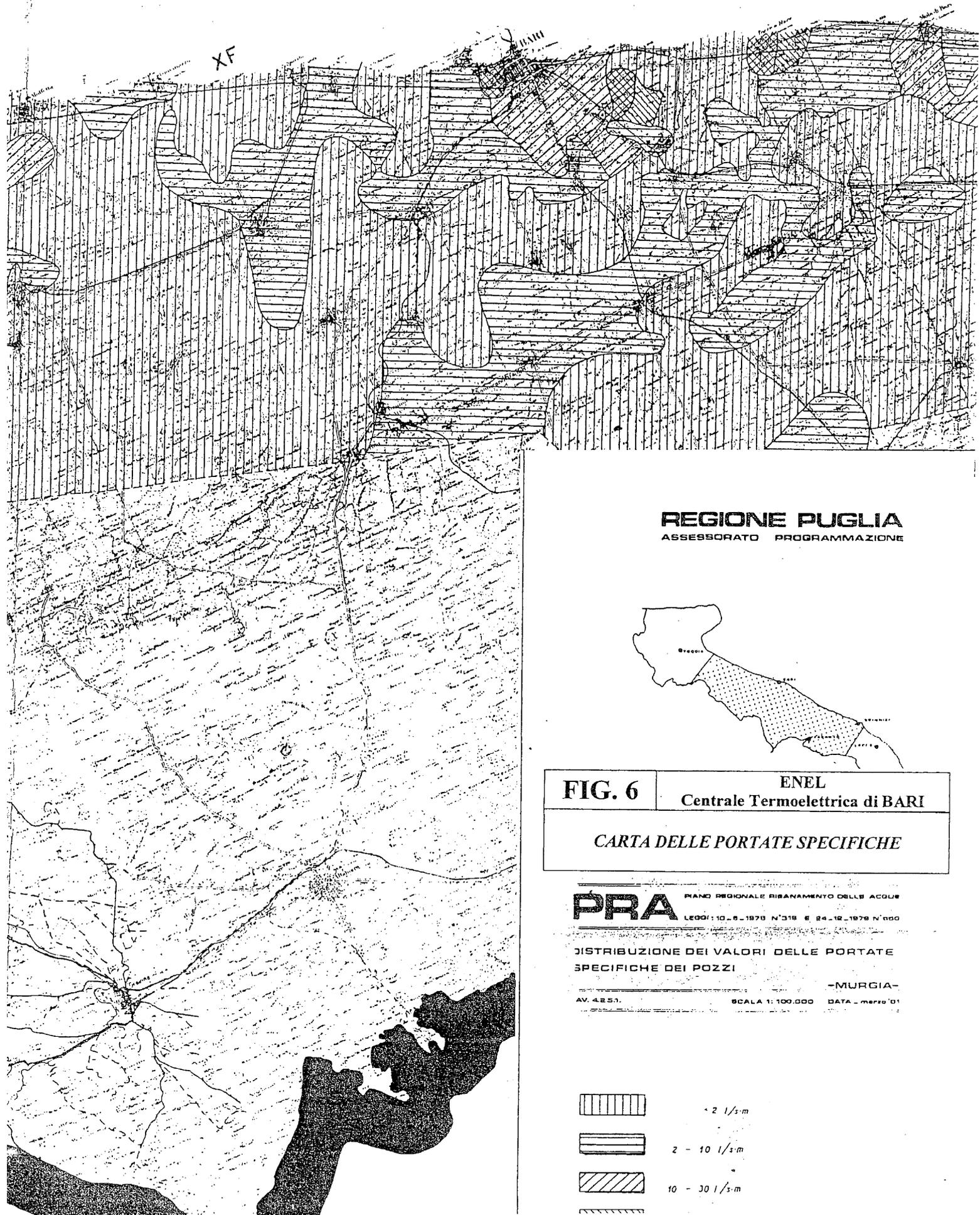


Legenda:

- 1 – Depositi Alluvionali (OLOCENE)
- 2 – Depositi dunari (PLEISTOCENE SUP.)
- 3 – Calcarenite di Gravina (PLEISTOCENE INF.)
- 4 – Calcare di Bari (CRETACEO SUP.)

FIG. 4	ENEL – Centrale Termoelettrica di BARI
RILEVAMENTO GEOLOGICO	
Scala 1:25.000	

dr. geol. A. Di Fazio



XF

REGIONE PUGLIA
ASSESSORATO PROGRAMMAZIONE

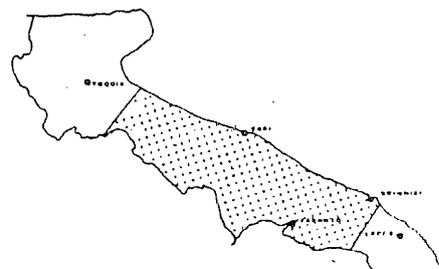


FIG. 6

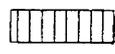
ENEL
Centrale Termoelettrica di BARI

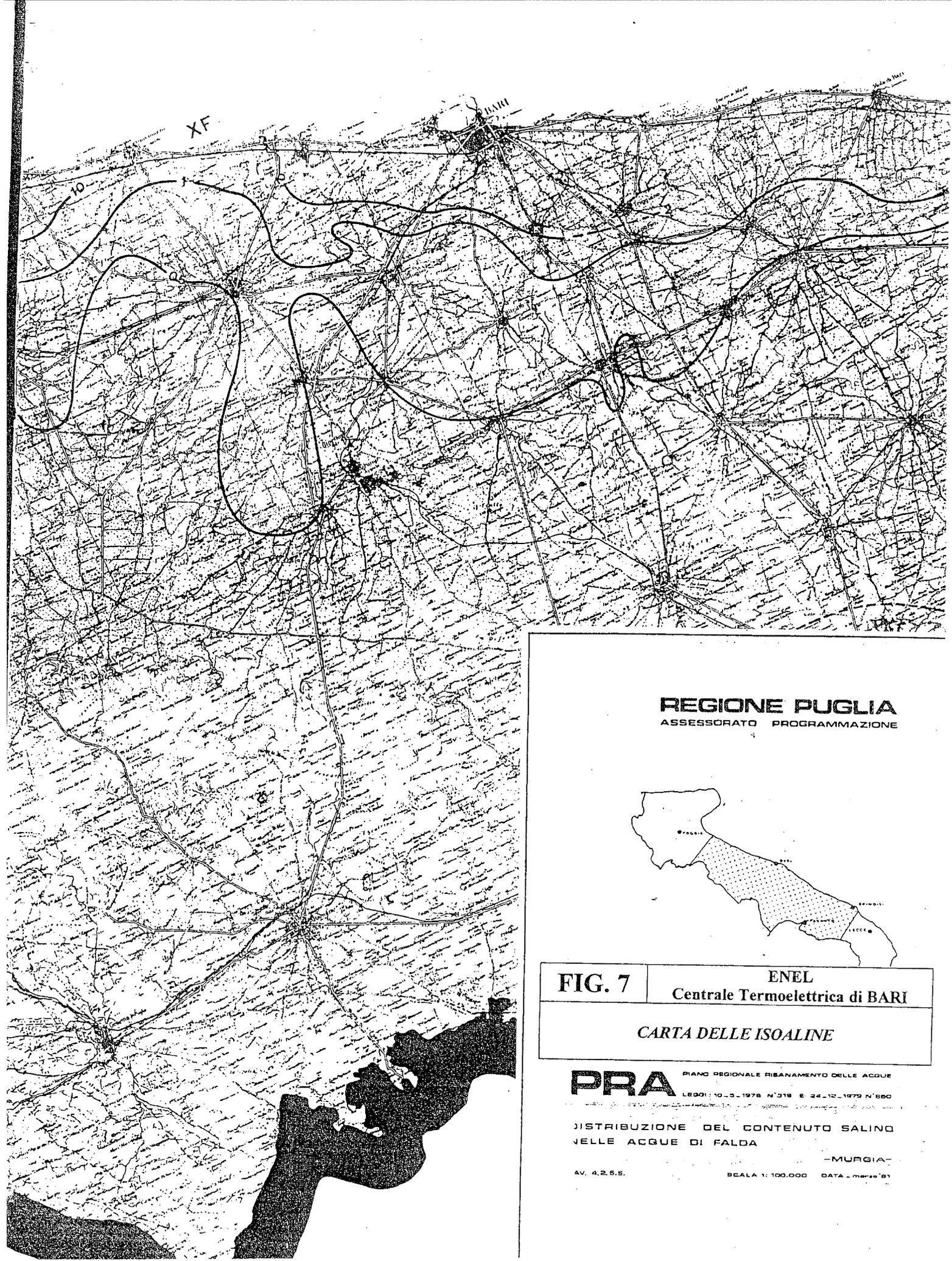
CARTA DELLE PORTATE SPECIFICHE

PRA PIANO REGIONALE RIBANAMENTO DELLE ACQUE
LEGGI: 10_6_1978 N°318 E 24_12_1978 N°900

DISTRIBUZIONE DEI VALORI DELLE PORTATE SPECIFICHE DEI POZZI

AV. 4251. **-MURGIA-**
SCALA 1:100.000 DATA marzo '01

-  $\approx 2 \text{ l/s.m}$
-  $2 - 10 \text{ l/s.m}$
-  $10 - 30 \text{ l/s.m}$
- 



REGIONE PUGLIA
ASSESSORATO PROGRAMMAZIONE

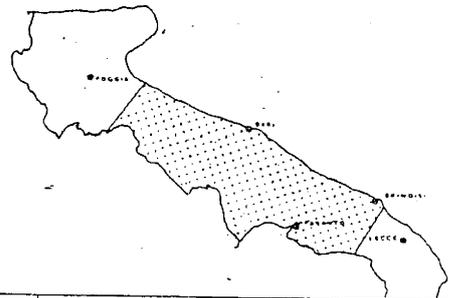


FIG. 7

ENEL
Centrale Termoelettrica di BARI

CARTA DELLE ISOALINE

PRA PIANO REGIONALE RIBANAMENTO DELLE ACQUE
LEGGI: 10-3-1978 N°318 E 24-12-1979 N°860

DISTRIBUZIONE DEL CONTENUTO SALINO
NELLE ACQUE DI FALDA

-MURGIA-

AV. 4.2.5.5.

SCALA 1:100.000 DATA - marzo '81

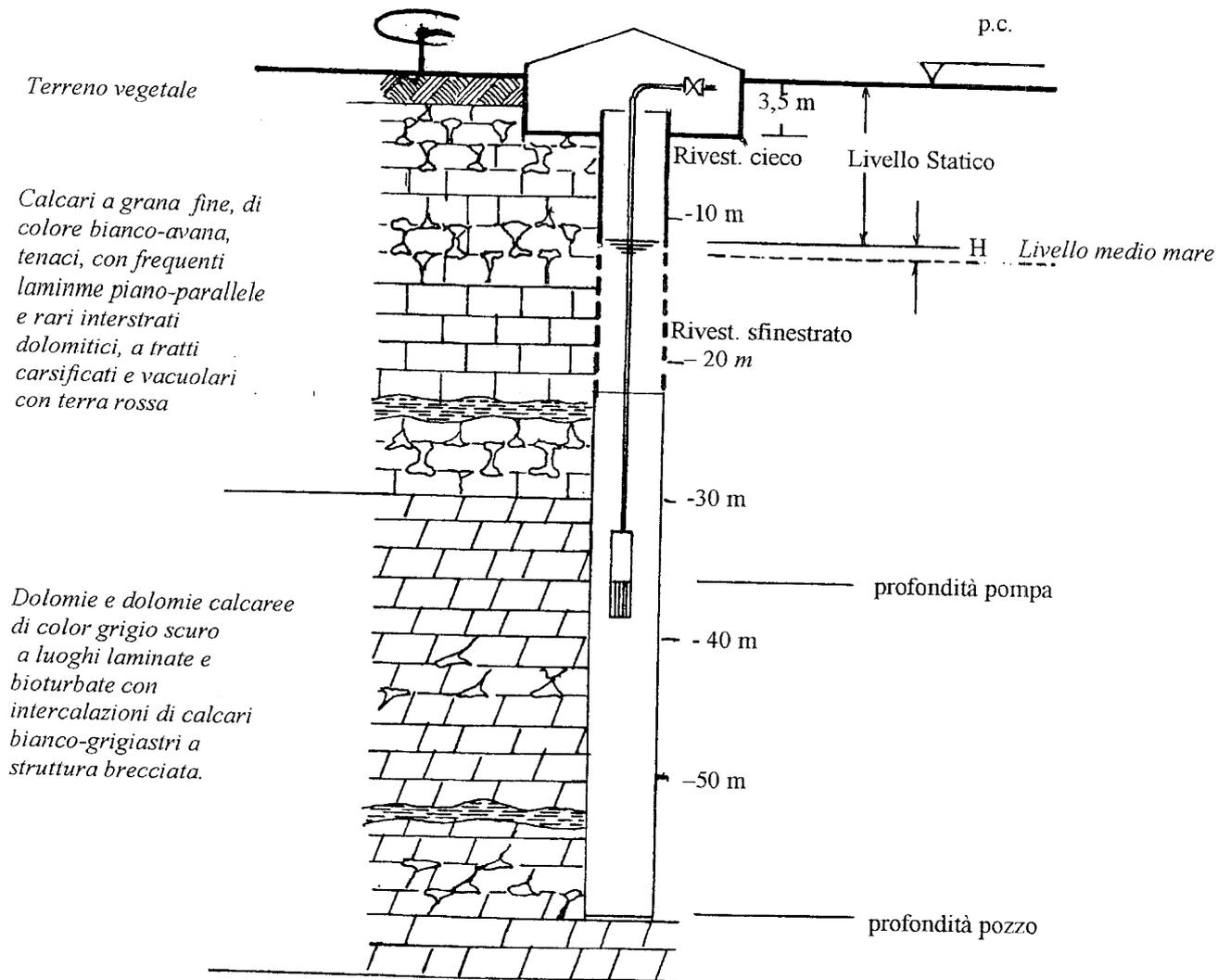


FIG. 8

ENEL
Centrale Termoelettrica di BARI

**SCHEMA SEZIONE IDROGEOLOGICA DEL
CAMPO POZZI E DEI POZZI**



FIG. 9

ENEL
Centrale Termoelettrica di BARI

CARTA DELLE ISOPIEZE

Legenda:



isopieze

SCALA 1:25.000

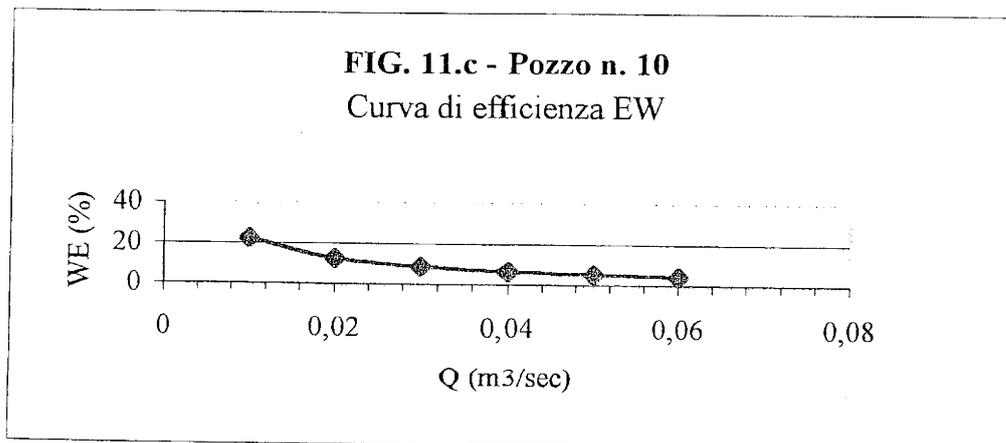
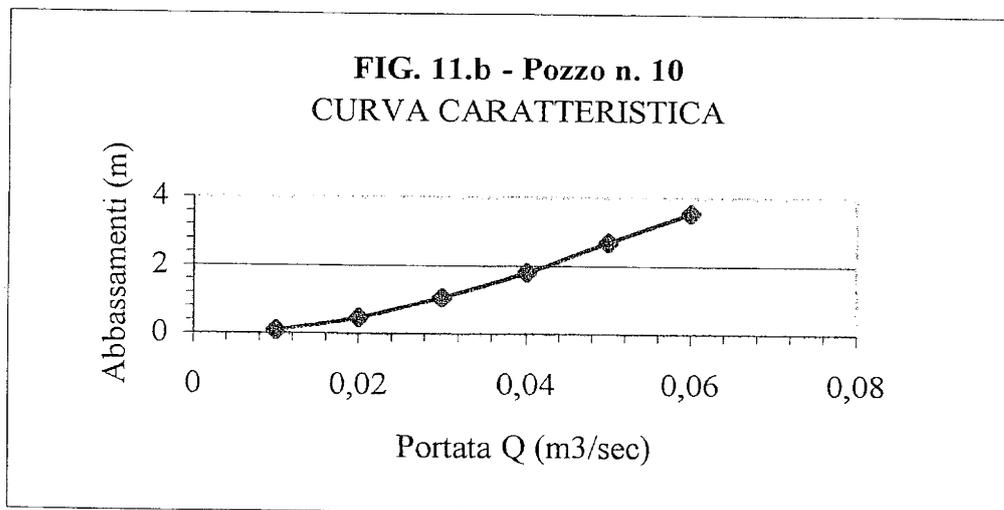
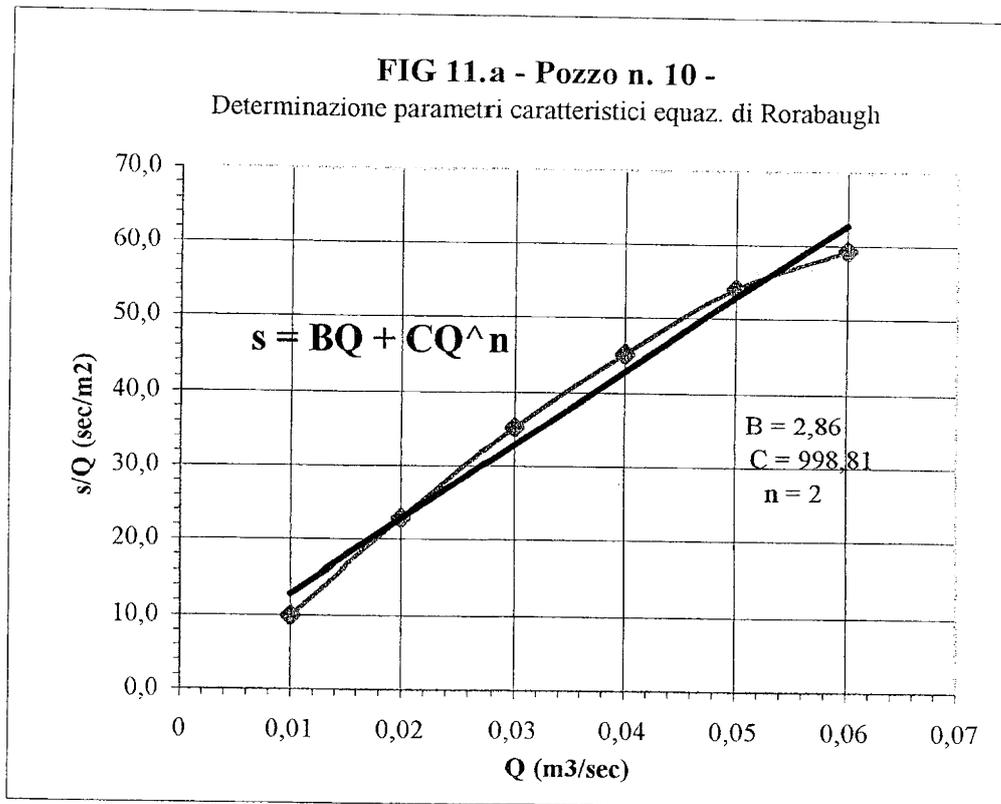


FIG. 12.a - Pozzo n. 9 -
Determinazione parametri caratteristici equaz.
di Rorabaugh

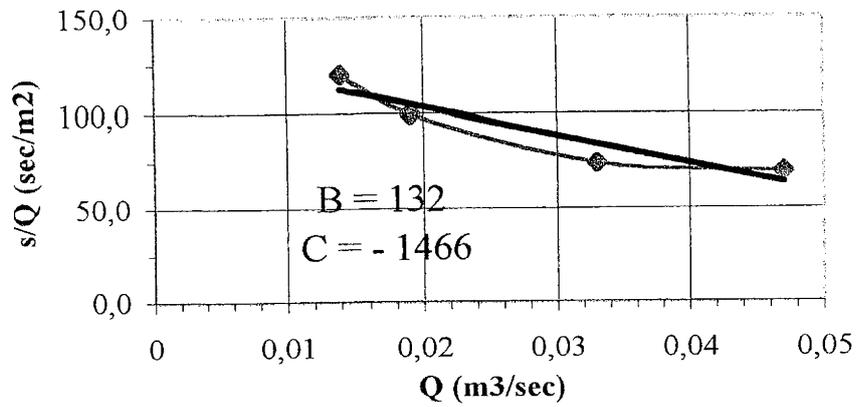


FIG. 12.b - Pozzo n. 9 -
CURVA CARATTERISTICA

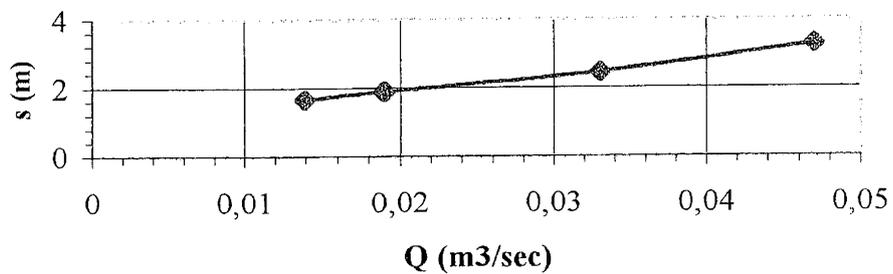
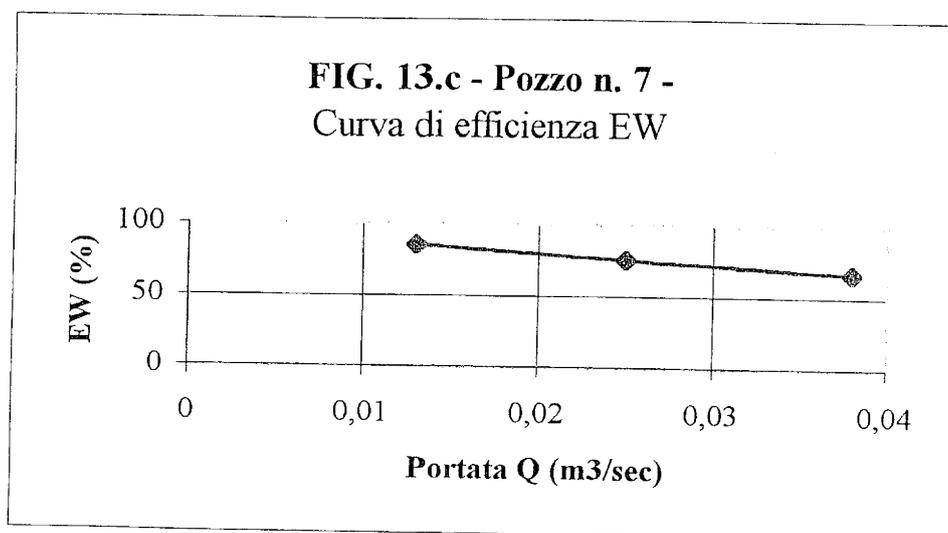
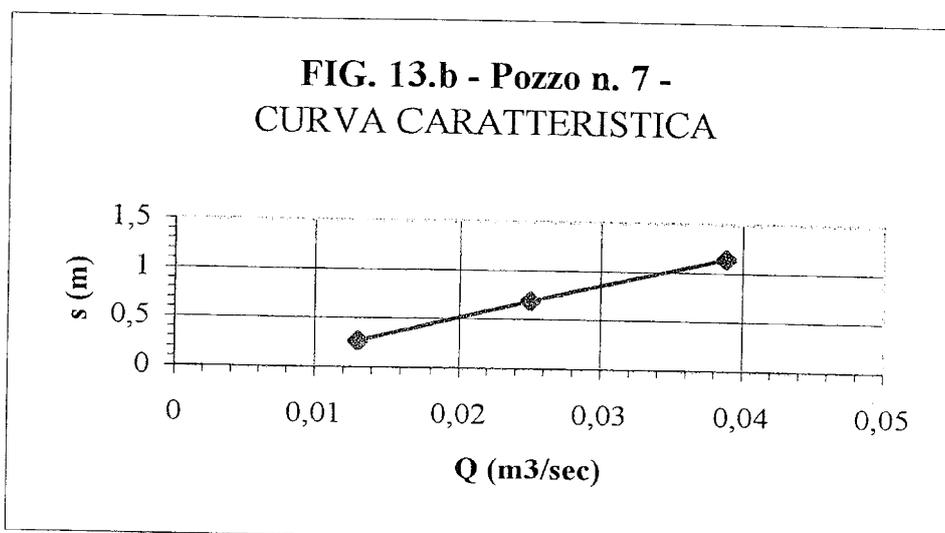
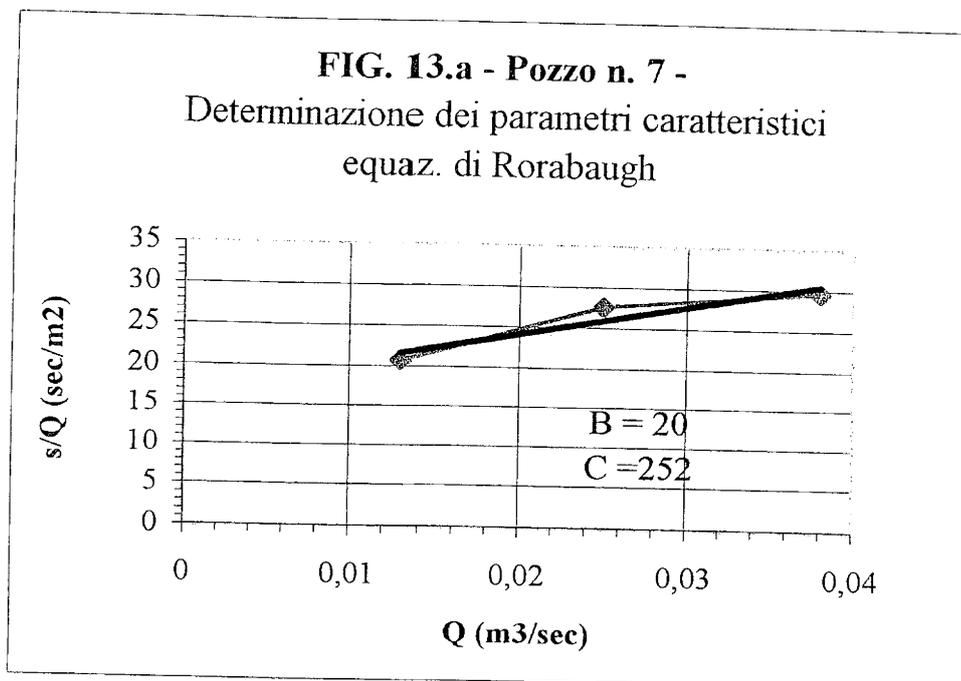


FIG. 12

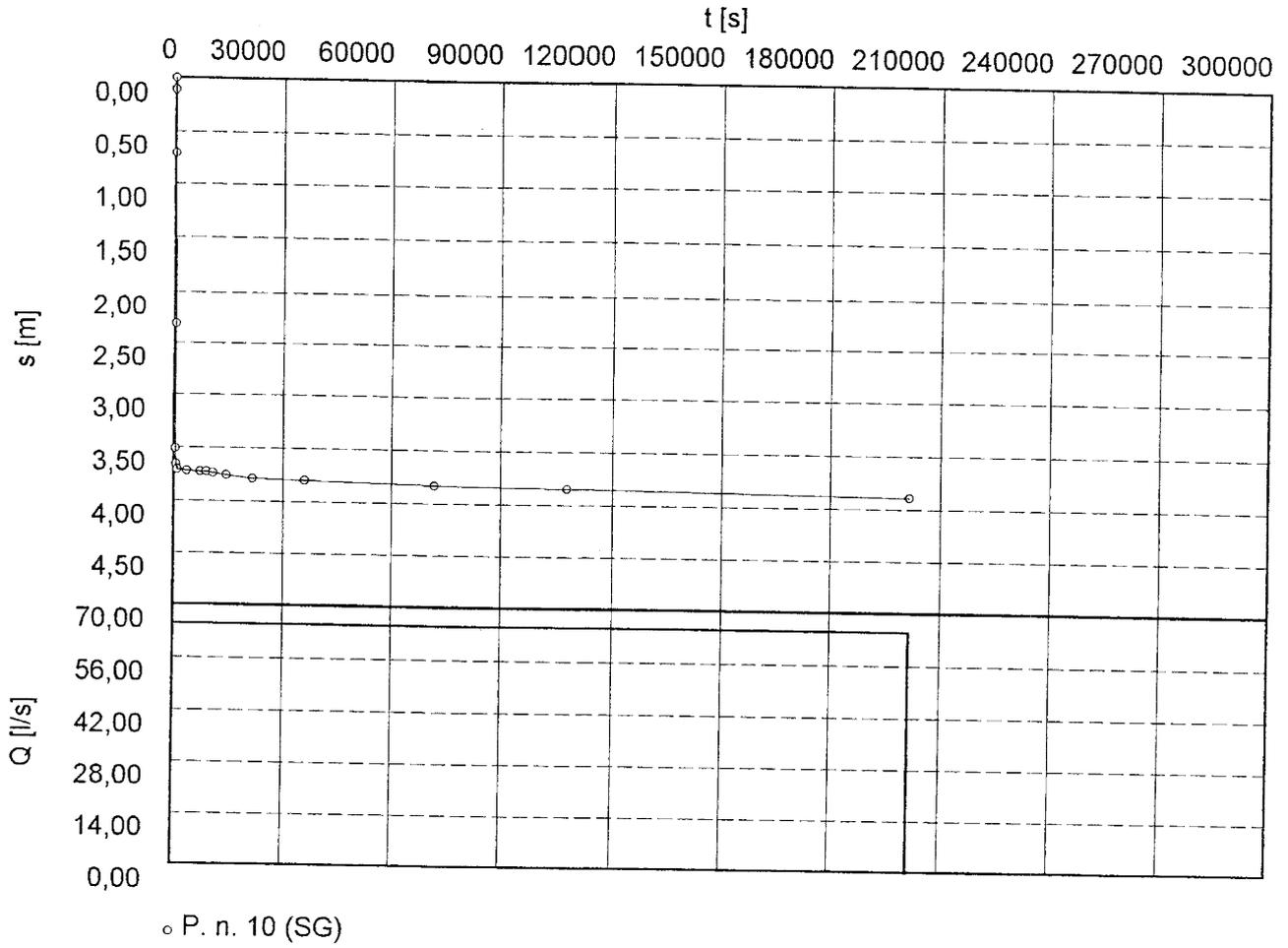
**FIG. 13**

Pumping Test No. 4

Test conducted on: 19-22/06/75

Pozzo n. 10 (SG)

Discharge 65,00 l/s



- FIG. 14 -
PROVA DI LUNGA DURATA

