

Agip SpA

Ingegneria del Petrolio

Giacimenti

Studio Giacimenti Italia



POZZO CERTALDO 4

Analisi delle prove di produzione
N° 1, 2, 3
DICEMBRE 1983

S. Dresda (GIAI)

M. Tagliabue (SNOR/PROD-res)

GIAI	<input type="checkbox"/>	PROD/SNOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEPR	<input type="checkbox"/>	AGEO/SNOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROI	<input type="checkbox"/>	AGEO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROD/SNOR-res	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Commessa n° :

Titolo commessa :

Relazione n° : 3/273 - ds: n. 8

Data : Marzo 1984

Protocollo n° : 266/1983

Trasmessa da : GIAI

GIAI - Il Responsabile (A. MONTANARI)

A. Montanari



I N D I C E

1. INTRODUZIONE
2. CONCLUSIONI
3. DISCUSSIONE
 - 3.1. Prova di produzione n° 1
 - 3.1.1. Andamento della prova
 - 3.1.2. Principali dati di prova
 - 3.1.3. Interpretazione
 - 3.1.4. Erogabilità

 - 3.2. Prova di produzione n° 2
 - 3.2.1. Andamento della prova
 - 3.2.2. Principali dati di prova
 - 3.2.3. Interpretazione
 - 3.2.4. Erogabilità

 - 3.3. Prova di produzione n° 3
 - 3.3.1. Andamento della prova
 - 3.3.2. Principali dati di prova
 - 3.3.3. Interpretazione
 - 3.3.4. Erogabilità
 - 3.3.5. Valutazione del gas in posto
4. SITUAZIONE POZZO



FIGURE

PROVA N°1 (1633-1634,5)

1. Andamento della prova
2. Schema batteria di prova
3. Stralcio log (ISF) intervallo sparato
4. Risalite di pressione al fondo
5. Profili di pressione
6. Equazione di flusso di fondo

PROVA N°2 (942-945)

7. Andamento della prova
8. Profili di pressione
9. Risalite di " " al fondo
10. Erogabilità di testa pozzo
11. " " fondo "
12. Stralcio log (ISF) intervallo sparato
13. Composizione batteria di prova

PROVA N°3 (842,2-844)

14. Andamento della prova
15. Stralcio log (ISF) intervallo sparato
16. Profili di pressione
17. Risalite di pressione
18. Equazione di flusso di testa
19. " " " di fondo
20. Situazione pozzo (completamento)

TABELLE

- 1-2. Bollettini analisi del gas.



1. INTRODUZIONE

Il pozzo CERTALDO 4 è ubicato nel permesso EMPOLI (FI). Perforato con impianto IDECO H7/11 ha raggiunto la profondità di 2654 m/TR. partendo da una quota piano campagna di 23 m slm.

Obiettivo primario del sondaggio erano i livelli sabbioso-arenacei della serie LACUSTRE DELL'ELSA già rinvenuti mineralizzati a gas nel pozzo CERTALDO 1. Obiettivo secondario era l'attraversamento della formazione ALBERESE e il raggiungimento dei calcari fratturati mesozoici della SERIE TOSCANA.

Si sono rinvenuti mineralizzati a gas i seguenti livelli della serie LACUSTRE DELL'ELSA:

Livello n° 1	da	842.5	a	844.5	m/TR	
"	n° 2	"	942.5	a	945.5	"
"	n° 3	"	1633.0	a	1637.0	"

Nei tre livelli si sono eseguite prove di produzione. Scopo della presente relazione è l'analisi dei dati rilevati.



2. CONCLUSIONI

Nella seguente tabella sono riassunti i parametri principali ottenuti dall'interpretazione delle tre prove di produzione:

PROVA	SPARI m/TR	SBHP _i Kg/cm ² a	Kh mD x m	K md	CF %	Q ₁ Nmc/g	ΔP ₁ (%) di fondo di testa	Q ₂ Nmc/g	ΔP ₂ (%) di fondo di testa
1	1633	168	16	11	36*	27.000	34	15.400	15
	+ 1634,5	a 1630 m/RT			35**		41		16
2	942	95,6	N.D.	N.D.	N.D.	20.600	15	9.500	10
	+ 945	a 940 m/RT					17		11
3	842,5	86,57	207	138	68*	22.500	5	42.800	10
	+ 844	a 840 m/RT			8		11		

N.B.: * dalla 1° risalita

** dalla 2° risalita

Tutti gli intervalli sono stati sparati con fucili SCHLUMBERGER (φ = 5", 12 colpi/piede).

I livelli sembrano dimostrare un miglioramento delle caratteristiche con il diminuire della profondità; per il livello più superficiale esistono dubbi sulla consistenza del GOIP dovuti alla diminuzione della P_i a seguito delle erogazioni. Da tutti i livelli in ogni caso ci si devono aspettare portate di modesta entità mediamente valutabili attorno a 15.000 Nmc/g/string.



3. DISCUSSIONE

L'analisi dettagliata delle prove di produzione eseguite al pozzo CERTALDO 4 è riportata nei paragrafi seguenti.

3.1. P.P. n° 1

3.2. P.P. n° 2

3.3. P.P. n° 3



3.1. Prova di produzione n° 1

3.1.1. Andamento della prova

L'andamento della prova è illustrato in Fig. 1. L'intervallo 1633-1634.5 m/RT è stato sparato con fucili SCHLUMBERGER $\phi = 5''$ da 12 c/piede. La batteria di prova (Fig. 2) composta da tubing $\phi 2'' 7/8$ era attrezzata con packer DOWELL Positest FULL FLOW $\phi 9 5/8''$ per poter fornire alla formazione un ΔP sufficiente a consentire l'erogazione.

Il programma di prova è iniziato con l'apertura del PCT DOWELL mediante pressurizzazione dell'anulus a 1500 PSI. Dopo una breve erogazione di 50 minuti in cui si aveva venuta a giorno dell'acqua contenuta nella batteria, si procedeva alla chiusura del pozzo per continuare lo spurgo il giorno seguente.

La registrazione della pressione di testa, effettuata con taratore a pesi al choke manifold, veniva falsata dalla formazione di idrati lungo la linea che collegava la testa pozzo al choke stesso.

Il giorno seguente si riprendeva lo spurgo con duse $\phi = 1/8''$. Lo spurgo avveniva in tempi piuttosto lunghi, ostacolato anche dalla formazione di idrati nella luce di superficie.

Per facilitare la fase di spurgo si incrementava la duse a $\phi = 3/16$ notando tracce di sabbia. La successiva chiusura, avvenuta a pozzo non completamente spurgato, evidenziava un incremento di pressione abbastanza rapido che consentiva il raggiungimento della stabilizzazione (prima della successiva apertura con duse $\phi = 3/16''$ per la portata di prova). Durante questa prima erogazione si notava una discreta stabilizzazione dei parametri anche se nella fase finale essi venivano falsati dall'erosione della duse provocata da venute di sabbia. Il profilo dinamico eseguito



prima della chiusura non evidenziava la presenza di battente tale da influenzare i parametri erogativi.

La successiva chiusura di 14 ore con registrazione della risalita di fondo, non consentiva di raggiungere la completa stabilizzazione delle pressioni. Si ripeteva inoltre l'inconveniente della formazione di idrati nelle linee di superficie che ostacolava la registrazione dei parametri di testa.

La seconda erogazione, effettuata con duse $\phi = 1/8''$ avveniva con una discreta stabilizzazione dei parametri; non si notava produzione di sabbia e il profilo dinamico non mostrava presenza di battente in sospensione di notevole entità. (fig. 5).

Anche la seconda risalita, protrattasi per 17 ore con registrazione delle pressioni di fondo, non raggiungeva la completa stabilizzazione e riproponeva l'inconveniente degli idrati nella linea di superficie.



3.1.2. Principali dati di prova

I parametri registrati durante la prova sono indicati nella tabella seguente:

Tempo (min)	Duse (inch)	Qgas (Nmc/g)	THP (Kg/cmq a)	BHP(*)	$\Delta P\%$ testa	$\Delta P\%$ fondo	NOTE
900	1/8 e 3/16	spurgo	82.3	NR	-	-	tracce di sabbia con duse $\varnothing = 3/16$
540	chiuso	-	149.7	167.7	-	-	pressioni stabi- lizzate
600	3/16	27.100	88.2	111	41	33.9	tracce di sabbia. Pressioni e por- tate quasi stabi- lizzate
840	chiuso	-	147.5	167.1	-	-	pressioni quasi stabilizzate
600	1/8	15.400	125.5	142.2	16.2	15.3	pressioni e por- tate stabilizza- te. Nessuno sca- rico di liquidi.
1020	chiuso	-	148.8	166.6	-	-	pressioni quasi stabilizzate.

(*) Valori misurati con amerada alla profondità di 1630 m/RT (pozzo verticale)



Per l'interpretazione si sono utilizzati i seguenti valori:

$$S. G. (aria=1) = 0.597$$

$$Z = 0.83$$

$$w = 0.013 \text{ cp}$$

$$h = 1.5$$

$$\phi = 16\%$$

$$T = 54^{\circ}\text{C}$$



3.1.3. INTERPRETAZIONE

La prova in oggetto ha interessato un livello sabbioso con intercalazioni argillose di diverso spessore, incontrato alla profondità di 1633 m/RT (Fig. 3).

L'analisi dei logs evidenzia una zona superiore mineralizzata a gas ($S_w = 60-65\%$ e $\phi = 16\%$) che diventa, all'aumentare della profondità, sempre più argillosa e con saturazione in acqua ancora più elevata.

Al fine di evitare un possibile trascinarsi di acqua, il programma spari prevedeva la perforazione del casing da 9 5/8" solo nella zona più alta del livello e quindi lontano dal contatto gas-acqua.

L'analisi delle due risalite di pressione, eseguita con il metodo di Horner (fig. 4) ha fornito valori pressochè identici. Le due curve di build-up si intersecano nel diagramma di Horner causando l'estrapolazione di pressioni statiche differenti; si verifica questo andamento, perchè, a causa di una bassa permeabilità, all'inizio del 2° periodo di erogazione l'intervallo in esame risulta ancora in fase di ripressurizzazione.

I parametri calcolati sono i seguenti:

- Pressione statica iniziale $P_i = 168 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ass a } 1630 \text{ m/RT}$
- Capacità produttiva K_h (da risalita finale)

$$K_h = 0,1552 \frac{15 \cdot 000 \times 0,013 \times 0,83 \times 327}{500} = 164 \text{ mdxm}$$



- Permeabilità K

$$K = \frac{16,4}{1,5} = 10.9 \text{ m D}$$

- Fattore di completamento

C F (da prima risalita) = 36 %

C F (da seconda risalita) = 35 %

In base al valore di pressione statica individuato, si può ritenere che il livello provato abbia un gradiente di pressione pari a

$$\underline{\gamma = 0.102 \text{ Kg/cm}^2/\text{m}}$$

Considerando che durante la perforazione e l'esecuzione degli spari, il fango in pozzo aveva un peso specifico di 1350 gr/lt, si può ritenere che l'eccessivo ΔP a sfavore della formazione abbia causato il danneggiamento nei dintorni del pozzo ben evidenziato dall'andamento delle due risalite di fondo e dai bassi C F calcolati.



3.1.4. EROGABILITA'

La discreta stabilizzazione dei parametri dinamici registrati durante le due erogazioni consente di calcolare la seguente equazione di flusso di fondo

$$\underline{\Delta p^2 = 0,43 Q + 5,67 \times 10^{-6} Q^2}$$

che individua un AOF = 460'000 Nmc/g

I valori di portata registrati durante le due erogazioni sono stati ottenuti con i seguenti ΔP di fondo :

$$Q_1 = 27.100 \text{ Nmc/g}$$

$$\Delta P_{\text{fondo } 1} = P_i - P_{wf_1} = 168 - 111 = 57 \text{ Kg/cm}^2 = 33,9 \%$$

$$Q_2 = 15'430 \text{ Nmc/g}$$

$$\Delta P_{\text{fondo } 2} = P_i - P_{wf_2} = 168 - 142,2 = 25,8 \text{ Kg/cm}^2 = 15,3\%$$

La scarsa quantità di sabbia prodotta durante la erogazione a portata più alta, nonostante l'elevato ΔP , sembra dovuta all'azione di lavaggio esercitata dal flusso di gas attraverso le zone sparate e quindi solo localmente disgregate.

In ogni caso, una portata cautelativa nei confronti del trascinarsi di sabbia, ottenibile con un ΔP di fondo non superiore al 10% e compatibile con la capacità produttiva del livello sarebbe dell'ordine dei 10000 Nmc/g. (fig. 6). Questo nell'ipotesi pessimistica che il danneggiamento provocato dal fango di perforazione non tenda a ridursi con l'erogazione prolungata.



3.2. Prova di produzione n° 2

3.2.1. ANDAMENTO DELLA PROVA

L'andamento della prova di produzione, è illustrato in fig. 7. L'intervallo 942-945 m/RT (fig. 12) è stato aperto con fucile Schlumberger ($\phi = 5''$, 12c/ft), e provato con batteria DOWELL DST STRING (fig. 13). La fase di spurgo è durata 7 ore ed è stata eseguita con $\phi = 1/8''$ inizialmente, aumentata dopo 2 ore a $\phi = 3/16''$. Il pozzo portava in superficie, oltre al gas, tracce di fango, CO_2 , sabbia. (FTHT = 21°C). Al termine della risalita di testa successiva è stato eseguito un profilo statico di pressione (FIG. 8). Dopodichè la prova è proseguita con due fasi di erogazione ($\phi = 3/16'' - q = 20.600$ Nmc/g; $\phi = 1/8'' - q = 9500$ Nmc/g) durante le quali sono stati eseguiti profili dinamici di pressione (FIG. 8); Inoltre sono state registrate le risalite di pressione di testa e di fondo finali e intermedie (FIG. 9). La prova è terminata con la registrazione di un profilo statico di pressione. In fase di erogazione i parametri dinamici non sono stabilizzati. In risalita la pressione di fondo è stata misurata con elemento amerada posizionato a 940 m RT. ($\gamma_f = 1290$ gr/l).



3.2.2. PRINCIPALI DATI DI PROVA

Nella seguente tabella sono riassunti schematicamente i principali dati della prova:

FASE	TEMPO (min.)	QGAS (Nmc/g)	BHP		$\Delta P\%$ (fondo)	$\Delta P\%$ (testa)	g statico g dinam.	
			(Kg/cm ² a)				(Kg/cm ² /m)	
SPURGO Ø 1/8"	120	(gas+H ₂ O) (tr. CO ₂)	N.R.	67,9	-	24	-	-
" Ø = 3/16"	300	(gas+fango tr. sabbia)	N.R.	75	-	16	-	-
RISALITA DI TESTA	840	-	95,6	89,4	-	-	0,0068	-
1 ^a EROG. Ø = 3/16"	600	20.600 (tr. fango l = 100)	81,8	74,3	15	17	-	0,008
1 ^a RISALITA DI FONDO	840	-	92,3	85	-	-	0,008	-
2 ^a EROGAZ. Ø = 18"	600	9.500 (tr. H ₂ O) l = 30	86,4	79,7	10	11	-	0,007
2 ^a RISALITA DI FONDO	840	-	95,6	88,9	-	-	0,0073	-

NOTE: SBHP = 95,6 Kg/cm² a 940 m/RT
 STHP = 89,2 "
 z = 0,86
u = 0,0137 cp.



$\phi = 20\%$; ϕ TUBING DI PROVA = 2 7/8" VAM

NET-PAY = 3m

FTHT₁ ($q_1 = 21.500$ Nmc/g, $\phi = 3/16"$) = 23°C

FTHT₂ ($q_2 = 9500$ Nmc/g, $\phi = 1/8"$) = 14°C



3.2.3. INTERPRETAZIONE

Le risalite di pressione di fondo, plottate nel diagramma di Horner (FIG. 9), forniscono uno scarso contributo ai fini dell'interpretazione della prova. Osservandone l'andamento sembrerebbero riferite a due intervalli distinti con caratteristiche differenti.

Difficile confermare questa ipotesi analizzando i logs; i profili statici eseguiti in pozzo (FIG. 8) non evidenziano battenti e quindi tutto l'intervallo sparato partecipa all'erogazione.

Il profilo dinamico eseguito con portata $q = 9500 \text{ Nmc/g}$, $\phi = 1/8''$, presenta un battente di liquido ($\gamma_1 = 0,12 \text{ Kg/cm}^2 \times \text{m}$), 4 metri sopra il top-spari. L'accumulo di liquido al fondo che, con il basso Δp imposto dalla duse $\phi = 1/8''$ non riesce a venire in superficie, indica che il pozzo non è ancora ben spurgato.

Risulta molto difficile valutare con precisione un valore della capacità produttiva e del fattore di completamento del livello.

Senz'altro non si tratta di valori elevati in base all'erogabilità calcolata (peraltro con parametri dinamici non stabilizzati) nei paragrafi successivi.



3.2.4. EROGABILITA'

Nella seguente tabella vengono esposti sinteticamente i valori dei parametri dinamici misurati in prova:

ϕ	PORTATA	FBHP	FTHP	$\Delta P\%$	$\Delta P\%$
(duse)	(Nmc/g)	(Kg/cm ² a)		(fondo)	(testa)
3/16"	20.600	81,8	74,3	15	7
1/8"	9.500	86,4	79,7	10	11

STHP = 89,2 Kg/cm²a

(da profilo statico dopo spurgo)

SBHP = 95,6 "

a 940 m/TR



EQUAZIONE DI FLUSSO DI TESTA

In base ai dati misurati in prova si ottiene un valore per la costante "n" dell'equazione $q = c (\Delta p^2)^n$ non compreso nel range $0,5 \leq n \leq 1$. Assumendo $n = 0,85$ in base ai valori misurati durante il 1° periodo di erogazione con portata maggiore, si ottiene la seguente equazione:

$$\underline{q = 27,2295 (\Delta p^2)^{0,85}} \quad (\text{FIG. 10})$$

da cui:

$$q_{\text{EROG.}} (\Delta p = 10\% \text{ STHP}) = 13.500 \text{ Nmc/g}$$

$$q_{\text{EROG.}} (\Delta p = 20\% \text{ STHP}) = 23.000 \text{ "}$$

Si esegue il calcolo della costante C partendo dai dati registrati nella fase con portate più alte in quanto, generalmente, favoriscono lo spurgo del pozzo e le venute a giorno di fasi liquide (H_2O , fluido di completamento, ecc.) spesso presenti nel flusso del gas, rendendo più attendibile il valore delle FTHP.



3.2.6. EQUAZIONE DI FLUSSO DI FONDO

Analogamente, come per l'equazione di testa, l'equazione di fondo calcolata è teorica ed è basata sui valori misurati durante la fase di erogazione con la portata più alta.

$$\underline{\Delta p^2 = 9,2 \times 10^{-2} q + 1,3 \times 10^{-6} q^2} \text{ (FIG. 11)}$$

da cui:

$$q_{\text{EROG.}} \text{ (10\% SBHP)} = 15.500 \text{ Nmc/g}$$

$$q_{\text{EROG.}} \text{ (20\% SBHP)} = 26.000 \text{ Nmc/g}$$



3.3. PROVA DI PRODUZIONE N° 3

3.3.1. ANDAMENTO DELLA PROVA

L'andamento della prova è illustrato in fig. 14. L'intervallo 842,5-844 m/RT (fig. 15) è stato aperto con fucile Schlumberger del diametro $\phi = 5''$ con cariche BIG-HOLE 12 c/FT. Dopo aver alleggerito con H_2O dolce la batteria di prova (DOWELL DST STRING) spazzando il fango (DENSITA' = 1290 gr/l), è stato aperto il TESTER DOWELL PCT: La risposta del pozzo è stata immediata. Soffio incontrollabile in superficie dove era montata la duse $\phi = 1/8''$. Il pozzo è stato tenuto in erogazione in spurgo per un periodo di 11 ore. Nelle ultime 4,5 h di questa prima fase, la duse è stata aumentata a $\phi = 3/16''$ per favorire la pulizia del pozzo. Successivamente è stata registrata la risalita di pressione di testa al termine della quale è stato eseguito un profilo statico di pressione (FIG. 16).

La prova è proseguita con 2 fasi di erogazione ($\phi = 3/16''$, $\phi = 1/4''$) con registrazione di profili dinamici di pressione alle portate Q_1 e Q_2 (FIG. 16), delle risalite di testa e di fondo intermedie e di un profilo statico finale (FIG. 16). Sia in fase di draw-down che in fase di risalita, i valori dei parametri dinamici misurati (FTHP, FBHP, q) si stabilizzano rapidamente.

Le pressioni statiche di testa e di fondo misurate al termine delle diverse fasi di risalita, risultano inferiori ai valori iniziali dopo spurgo.

Dall'analisi dei profili di pressione eseguiti in pozzo non si evidenzia la presenza di battenti i quali non avrebbero comunque influenzato la BHP misurate dal tandem amerade posizionato a 840 m/RT. (2,5 metri sopra il top-spari).



3.3.2. PRINCIPALI DATI DI PROVA

Nella seguente tabella vengono riassunti schematicamente i dati relativi alle fasi di prova:

FASE	TEMPO (mm)	QGAS (Nmc/g)	THP BHP		$\Delta p\%$ (di fondo)	$\Delta p\%$ (di testa)	γ_g	
			(Kg/cm ² a)				statico	dinamico
							(Kg/cm ² /m)	
SPURGO $\varnothing = 1/8''$	390	NR (fango 0,67 gr/l)	74,1	N.R.	-	9	-	-
SPURGO $\varnothing = 3/16''$	270	26.000	73,3	N.R.	-	10	-	-
RISALITA DI TESTA	840	-	81,4	86,57	-	-	0,006	-
1 ^a EROG. $\varnothing = 3/16''$	600	22.500 (tracce fango) + H ₂ O	74,7	81,86	5	8	-	0,0085
1 ^a RISAL. DI FONDO	780	-	80,4	85,58	-	-	0,0062	-
2 ^a EROG. $\varnothing = 1/4''$	600	42.800 (tracce fango)	72,2	77,6	10	11	-	0,0064
2 ^a RISAL. DI FONDO	920	-	78,1	83,33	-	-	0,0062	-

NOTE: Durante la fasi di erogazione nel flusso di gas sono sempre state presenti tracce di liquidi (fango + H₂O); Assente il trascinarsi di sabbie o altre particelle solide.



3.3.3. INTERPRETAZIONE

Le due risalite di pressione sono state interpretate mediante metodo di Horner (FIG. 17). Come si può osservare dal diagramma, gli andamenti delle due curve di build-up sono, nella parte finale, in contrasto. Le due pendenze sono invece proporzionali alle portate.

Le pressioni statiche di testa e di fondo pozzo misurate in condizioni stabilizzate o estrapolate, risultano inferiori ai valori ricavati dopo spurgo. Questo comportamento, non è imputabile a fenomeni di bassa permeabilità, in quanto la formazione produce con bassi Δp di fondo e si ripressurizza velocemente in risalita; Il fenomeno potrebbe indicare che l'intervallo esaminato abbia un'estensione limitata e quindi risultare di scarso interesse minerario. Nel paragrafo 3.3.4. viene sviluppata tale ipotesi.

Dall'interpretazione si ottengono i seguenti risultati:

PRESSIONI STATICHE

SBHP ₁	(dopo spurgo) = 86,57 Kg/cm ² a 840 m/RT da profilo statico
STHP ₁	" = 81,4 "
SBHP ₂	(dopo 1° risalita) = 85,58 Kg/cm ² a 840 m/RT stabilizzata
STHP ₂	" = 80,4 "
SBHP ₃	(dopo 2° risalita) = 83,9 Kg/cm ² a 840 m/RT (estrapolata)
STHP ₃	" = 78,1 "

DATI DI PARTENZA

$z = 0,87$;	$\mu = 0,013$ cp ;	$T = 303^\circ\text{K}$;	$h = 1,5\text{m}$;
$q_1 = 22.500$ Nmc/g ;	$m_1 = 55$ (Kg/cm ²) ² /ciclo ;		
$q_2 = 42.800$ " ;	$m_2 = 110$;	"	"
$r_w = 0,1$ m			



CAPACITA' PRODUTTIVA kh

$$Kh = 0,1552 \frac{42.800 \times 0,013 \times 0,87 \times 303}{110} = 207 \text{ mDxm}$$

PERMEABILITA' K

$$K = \frac{Kh}{h} = \frac{207}{1,5} = 138 \text{ mD}$$

FATTORE DI COMPLETAMENTO

CF (1° risalita) = 68%

CF (2° risalita) = 93%



3.3.4. EROGABILITA'

Nella seguente tabella vengono riassunti i principali dati di erogabilità di testa e di fondo misurati durante la prova:

ϕ (duse)	PORTATA (Nmc/g)	FBHP (Kg/cm ² a)	FTHP (Kg/cm ² a)	$\Delta P\%$ (di fondo)	$\Delta P\%$ (di testa)
3/16"	22.500	81,86	74,7	5	8
1/4"	42.800	77,6	72,2	10	11

EQUAZIONE DI FLUSSO DI TESTA ASSUNTA (FIG. 18)

$$Q = 89,913 (\Delta p)^{2,0,85}$$

$$Q_{\text{EROG}} (\Delta p = 10\% \text{ STHP}) = 38'800 \text{ Nmc/g}$$

$$Q_{\text{EROG}} (\Delta p = 20\% \text{ STHP}) = 67'000 \text{ Nmc/g}$$

EQUAZIONE DI FLUSSO DI FONDO ASSUNTA (FIG. 19)

$$\Delta p^2 = 2,694 \times 10^{-2} q + 2 \times 10^{-7} q^2$$

N.B.: Entrambe le equazioni sono teoriche e basate sui dati della 2° erogazione.

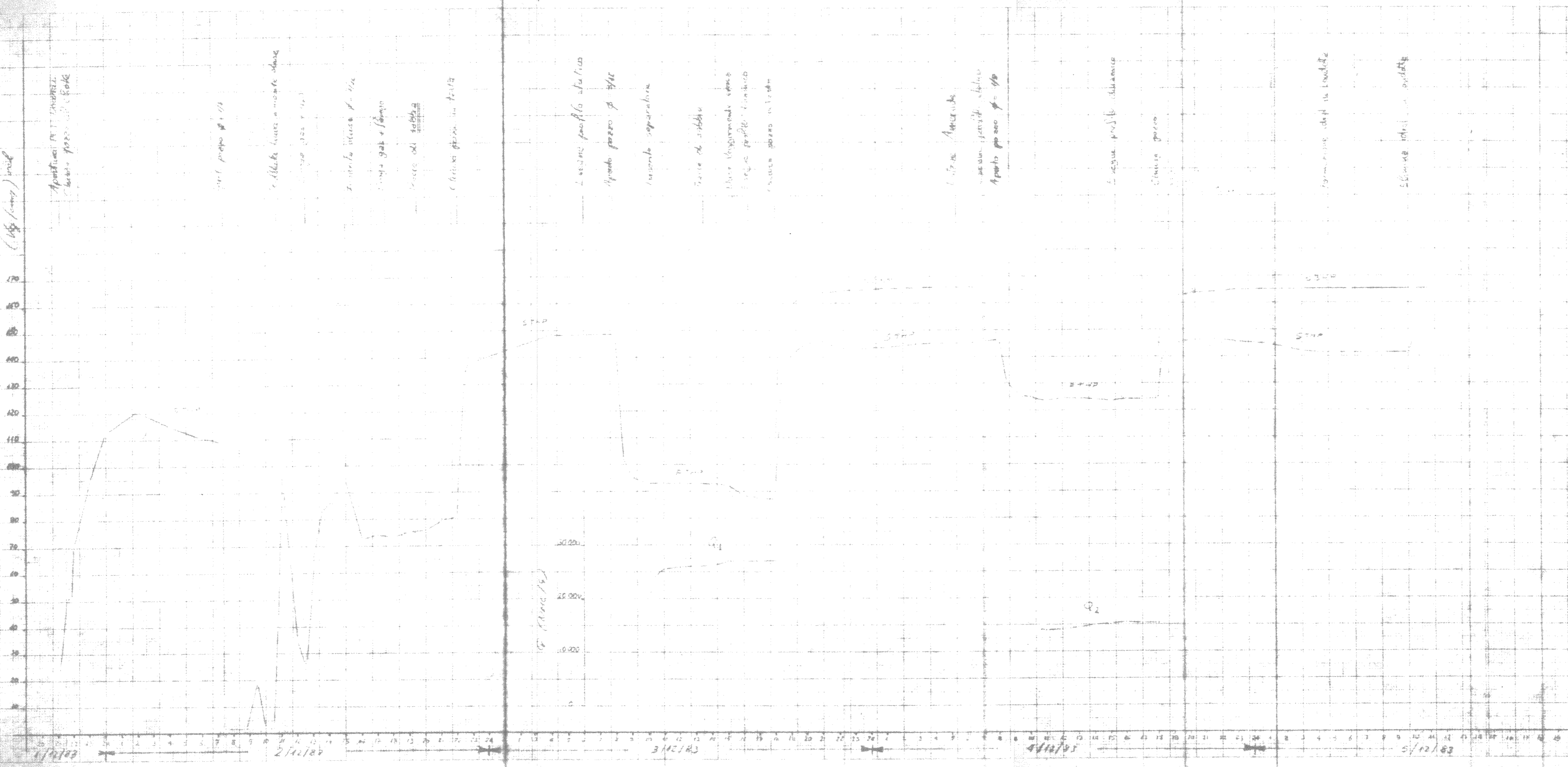


4. SITUAZIONE POZZO

Al termine del programma di prove il pozzo è stato predisposto alla produzione con un completamento singolo selettivo con tubing ϕ 2 7/8" nei tre livelli provati.

Lo schema di completamento è indicato in fig. 20.

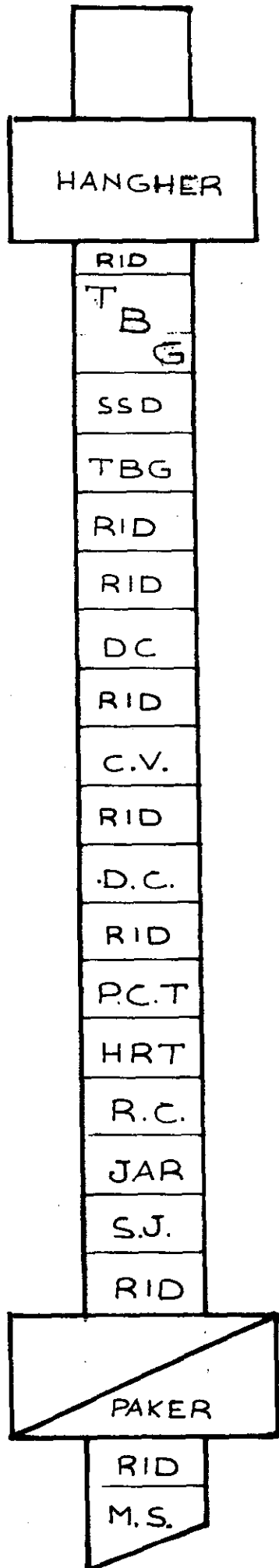
FIG. 1



#CERTALDO 4



FIG. 2



TBG HANGHER

RID 3¹/₂ VAM - 2⁷/₈ VAM

TBG 2⁷/₈ VAM

SSD OTIS A $\phi = 2\frac{1}{2}$

N° 1 TBG 2⁷/₈ VAM

RID 2⁷/₈ VAM - 3¹/₂ IF

RID 3¹/₂ IF - 4¹/₂ IF

D.C. $\phi = 6\frac{1}{4}$: N° 2, LUNGHEZZE

RID 4¹/₂ IF - 3¹/₂ IF

MULTI ID CIRC. VALVE

RID 3¹/₂ IF - 4¹/₂ IF

D.C. $\phi = 6\frac{3}{4}$: N° 2, LUNGHEZZE

RID. 4¹/₂ IF - 3¹/₂ IF

P.C.T. TESTER

HRT

RECORDER CARRIER

JAR

SAFETY JOINT

RID. 3¹/₂ IF - 3¹/₂ EU

PAKER POSITEST $\phi = 9\frac{5}{8}$

RID. 3¹/₂ EU - 2⁷/₈ EU

MULE SHOE $\phi = 2\frac{7}{8}$ EU

CERTALDO 4

Prova n° 1

FIG. 3

161



1633

1633

1633

1634.5



PROFONDI
DI STAGNA

1635



10 PROVA

1634.5

$\phi = 15 \div 16\%$
 $SW = 60 \div 65\%$

1637

1650

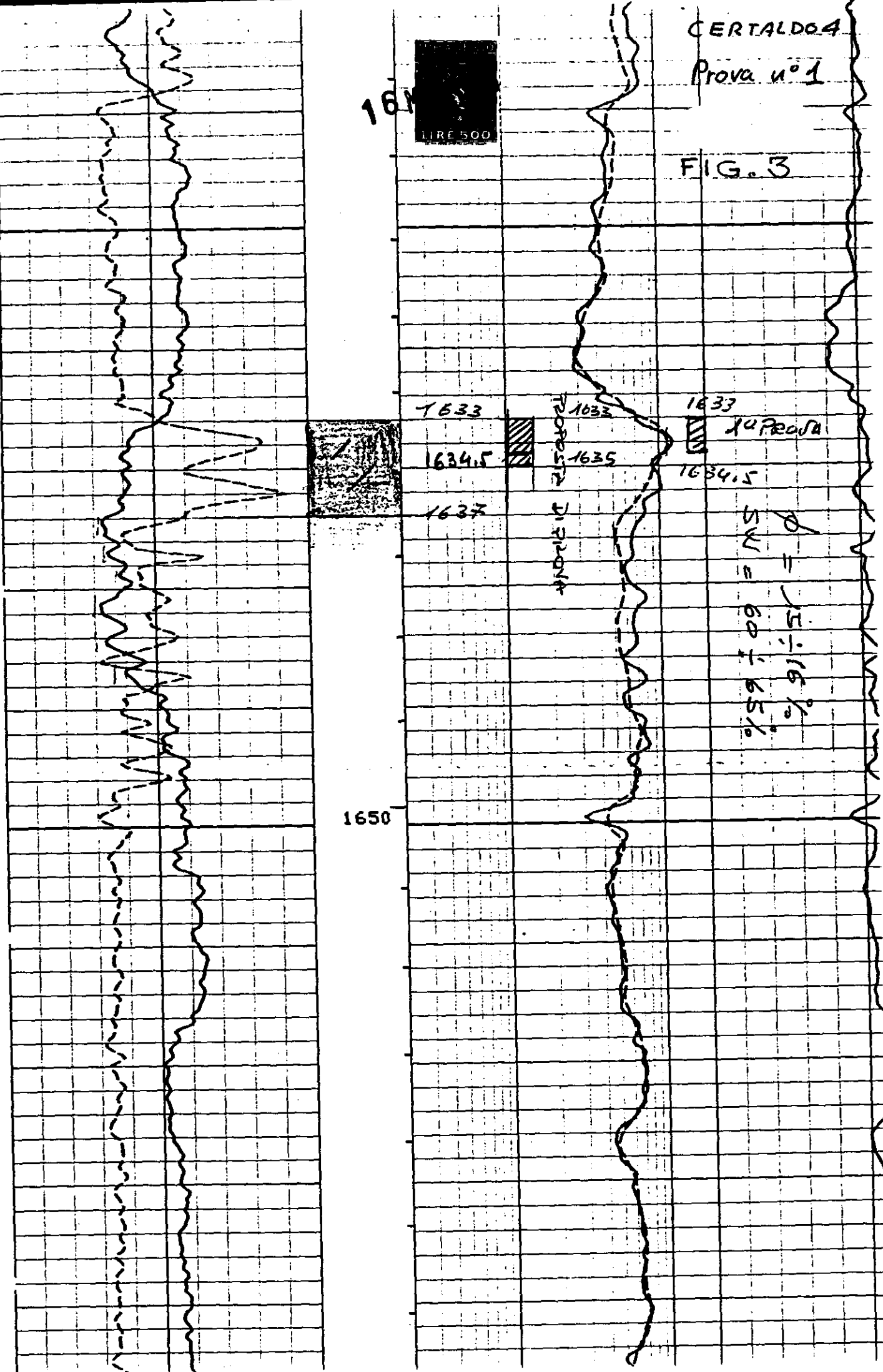


FIG. 4

SBHP = 168 Atm

CERTALDO # 4
PROVA nº 1
1633 ÷ 1634,5 m/RT



R_{eS}^2 (kg/cm²)²
© 1630 m/RT

$m = 500$ Atm²/ciclo

$m = 1050$ Atm²/ciclo

$\Delta t / t_0 \cdot \Delta t$

0,1

0,01

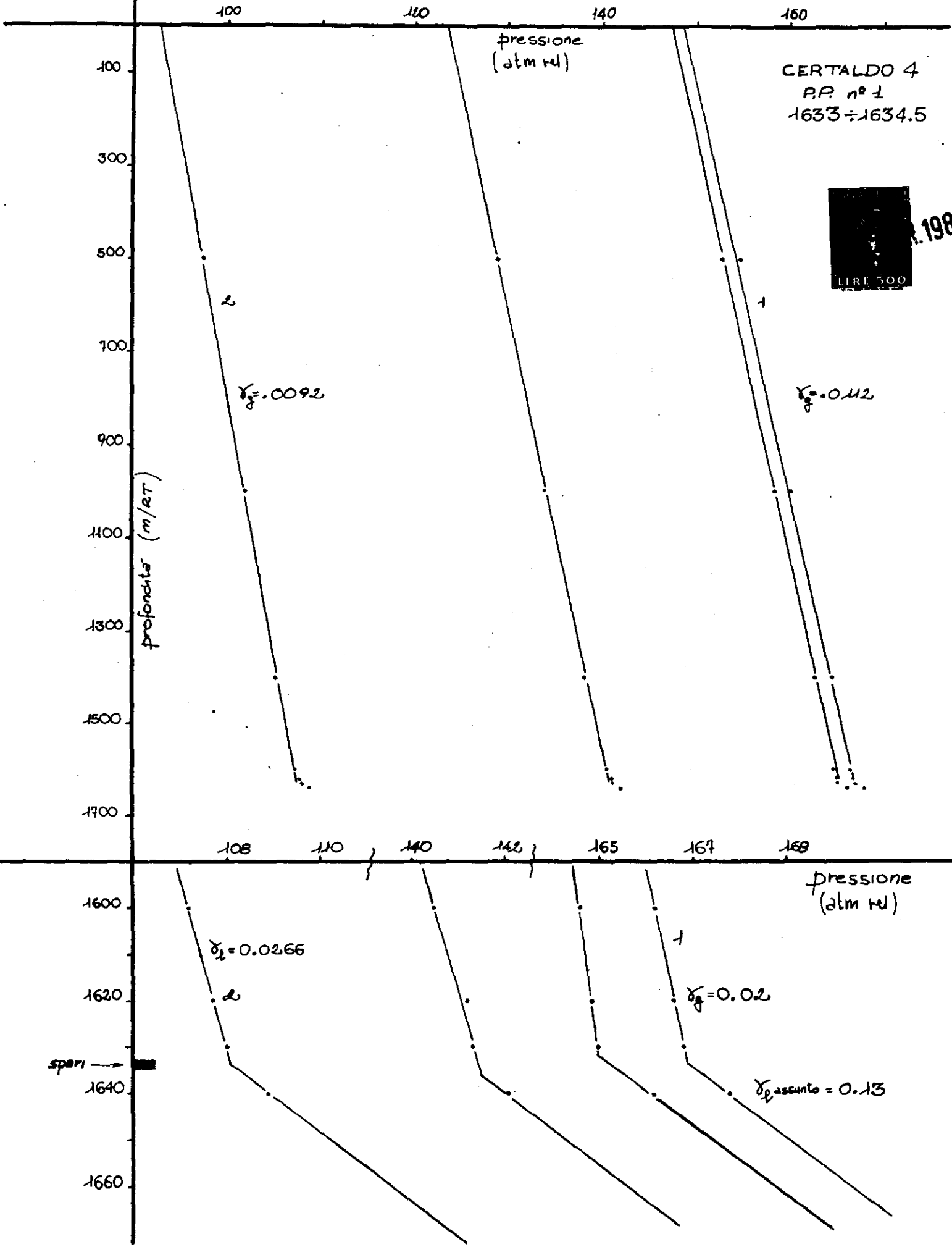
0,001

T

3000
5000
7000
9000
11000

FIG.5

profili di pressione



100 110 140 160

pressione
(atm rel)

CERTALDO 4
P.P. n° 1
1633 ÷ 1634.5



1988

100
300
500
700
900
1100
1300
1500
1700

profondità (m/lat)

2

$\gamma_g = 0.0092$

1

$\gamma_g = 0.112$

108 110 140 142 165 167 169

pressione
(atm rel)

1600
1620
1640
1660

spazi →

$\gamma_2 = 0.0266$

2

1

$\gamma_g = 0.02$

γ_2 assunto = 0.13

FIG. 6

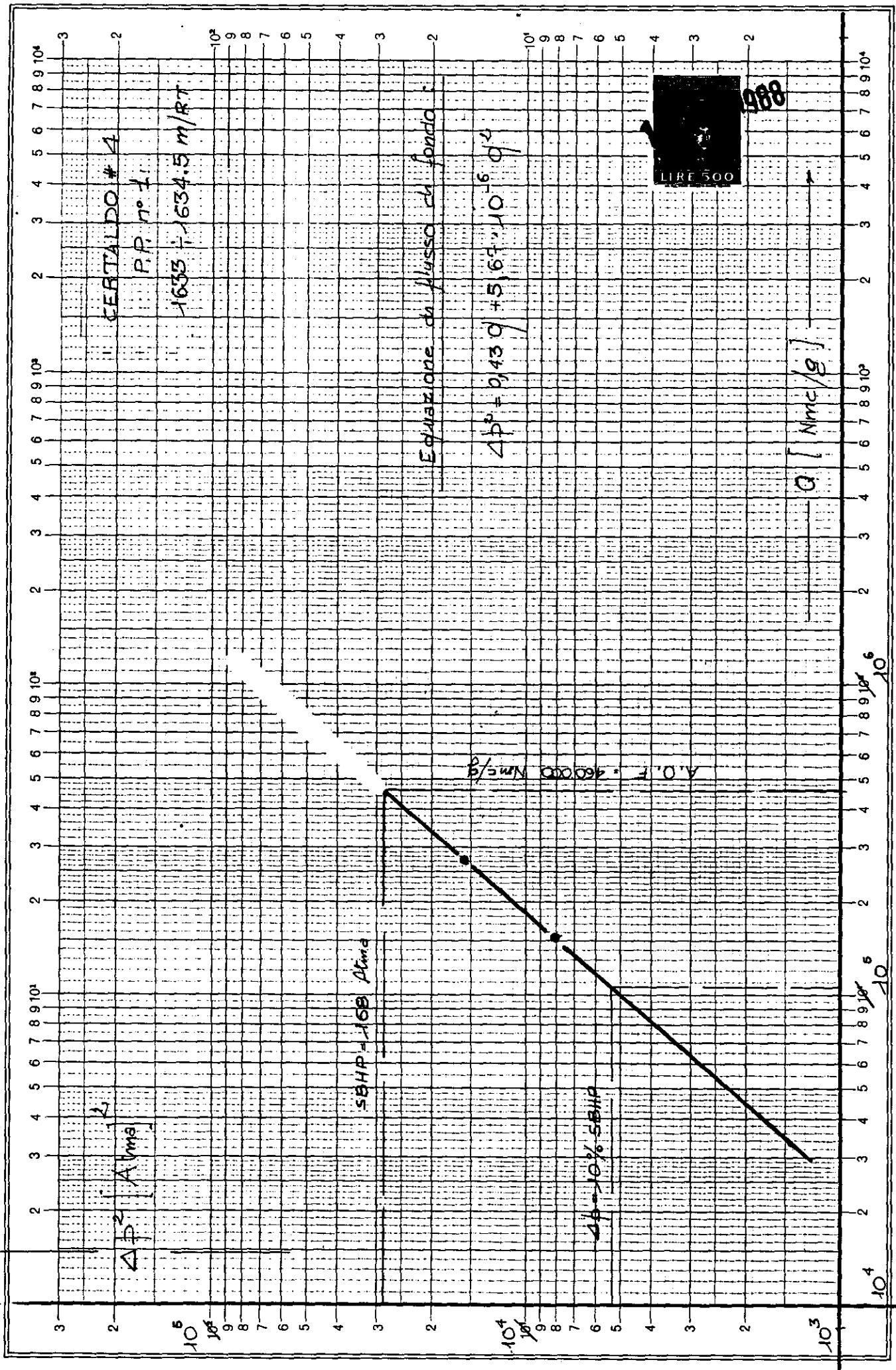


FIG. 7

POZZO KERTALDO n° 4
PR n° 2 21-12-83
Giudizio della prova

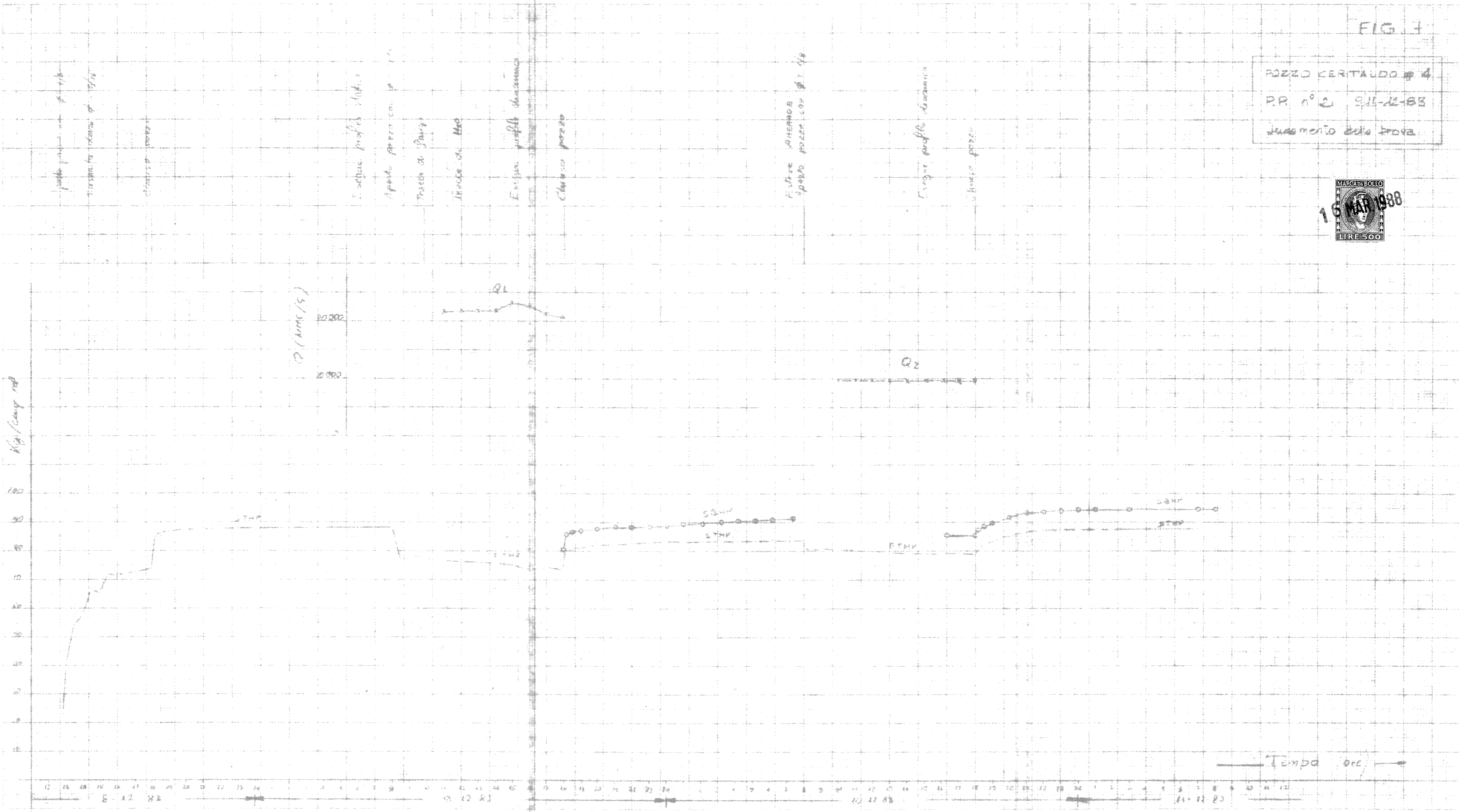


FIG. 8

0 14 18 22 26 30 34 38 42

pressione
(atm rel)

CERTALDO #4

P.P. n° 2

942 ÷ 945 m/RT



100
200
300
400
500
600
700
800
900

profondità m/RT

3 Dinamico $\phi = 3/16''$

4 Dinamico $\phi = 1/8''$

1 Statico a fine prova
2 Statico dopo spurgo

TOP SPARI

942 m/RT

22 24 26 28 30 32 34 36

910
920
930
940
950
960

pressione
(atm rel)

3

4

2

1

spari

945

938

944

FIG. 9

POZZO CERTALDO # 4
PR. n° 2 8/11-12-83
RISALITE di PRESSIONE



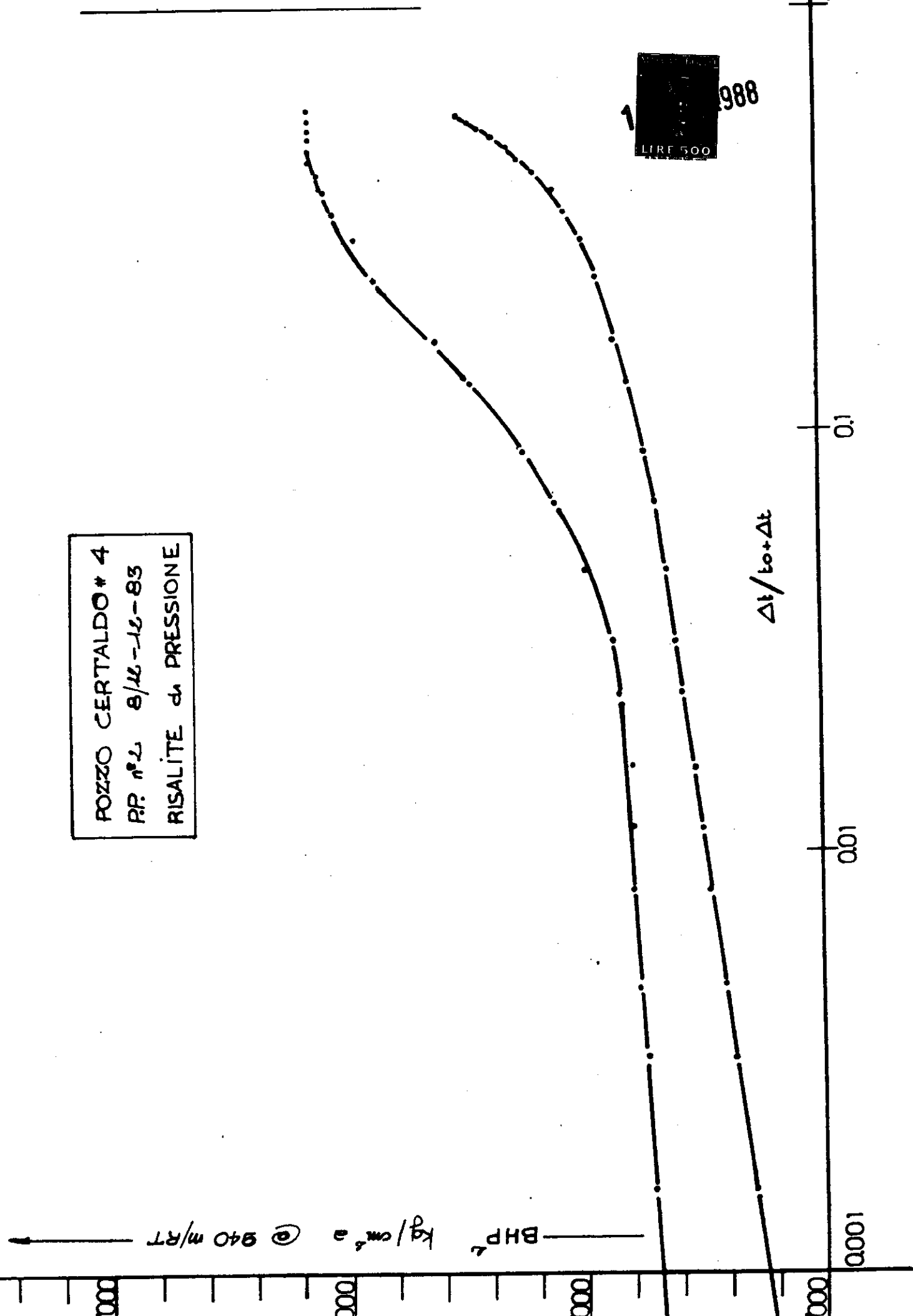
BHP_L kg/cm² a @ 940 m/RT

$\Delta t / t_0 + \Delta t$

1000

100

0.1



EROGABILITÀ DI TESTA POZZO

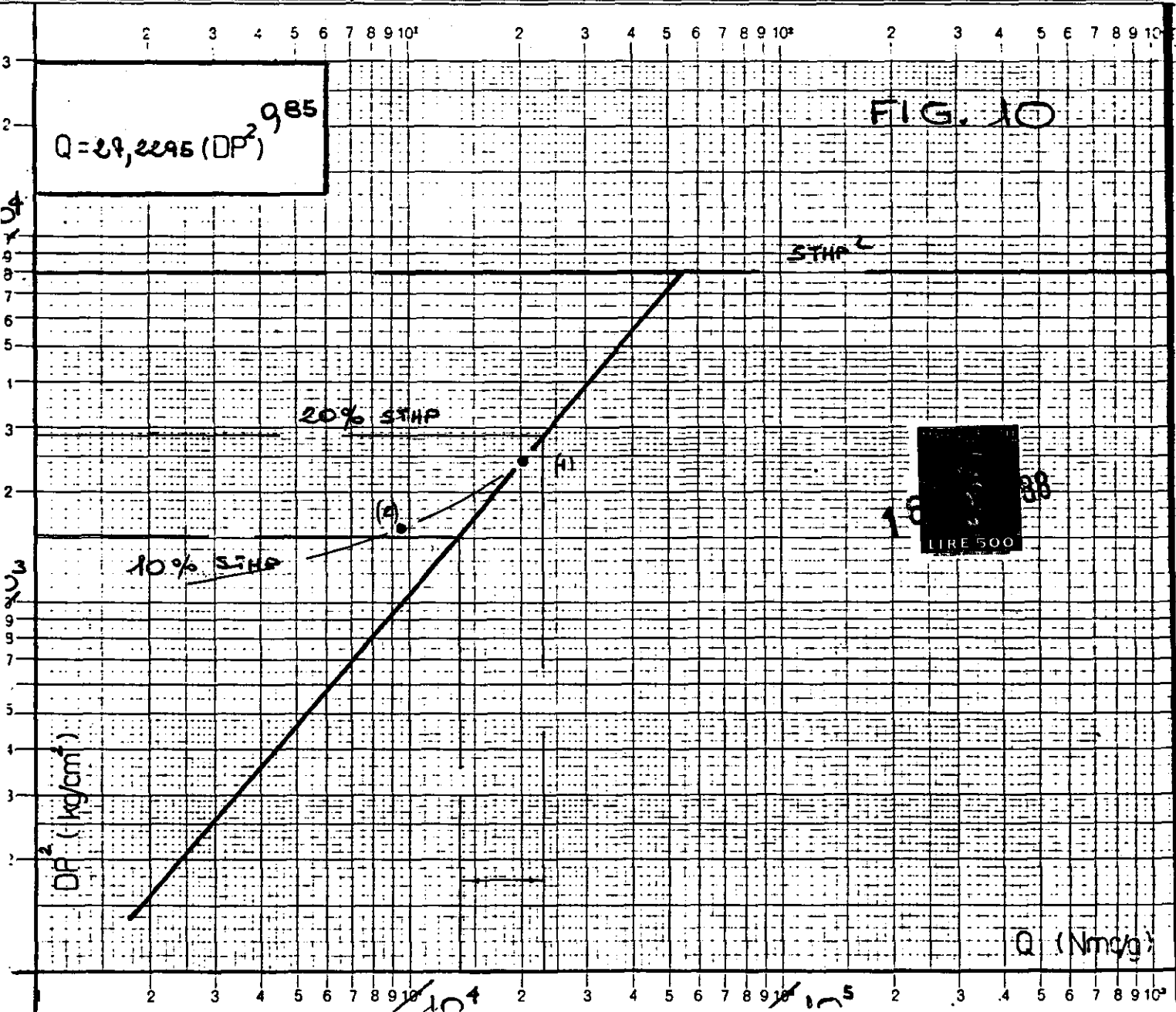
CAMPO CERTALDO POZZO CERTALDO # 4 INTERVALLO 942-945 m/RT
 POOL — PIATTAFORMA — PROVA PROD. N° 2 9/11-12-83

Ø	DATA DI PROVA	PORTATA Nmc/g	FTHP Kg/cm ² a	FTHP ² (Kg/cm ² a)	DP ² = STHP ² - FTHP ² (Kg/cm ² a)	DP %
3 1/16"	9/12/83	10.600 (1)	74,3	5520	2437	7
1/8"	10/12/83	9500 (2)	79,7	6352	1605	11
		A REGIME				

STHP = 89,2 kg/cm² a STHP² = 7957 (Kg/cm² a)²

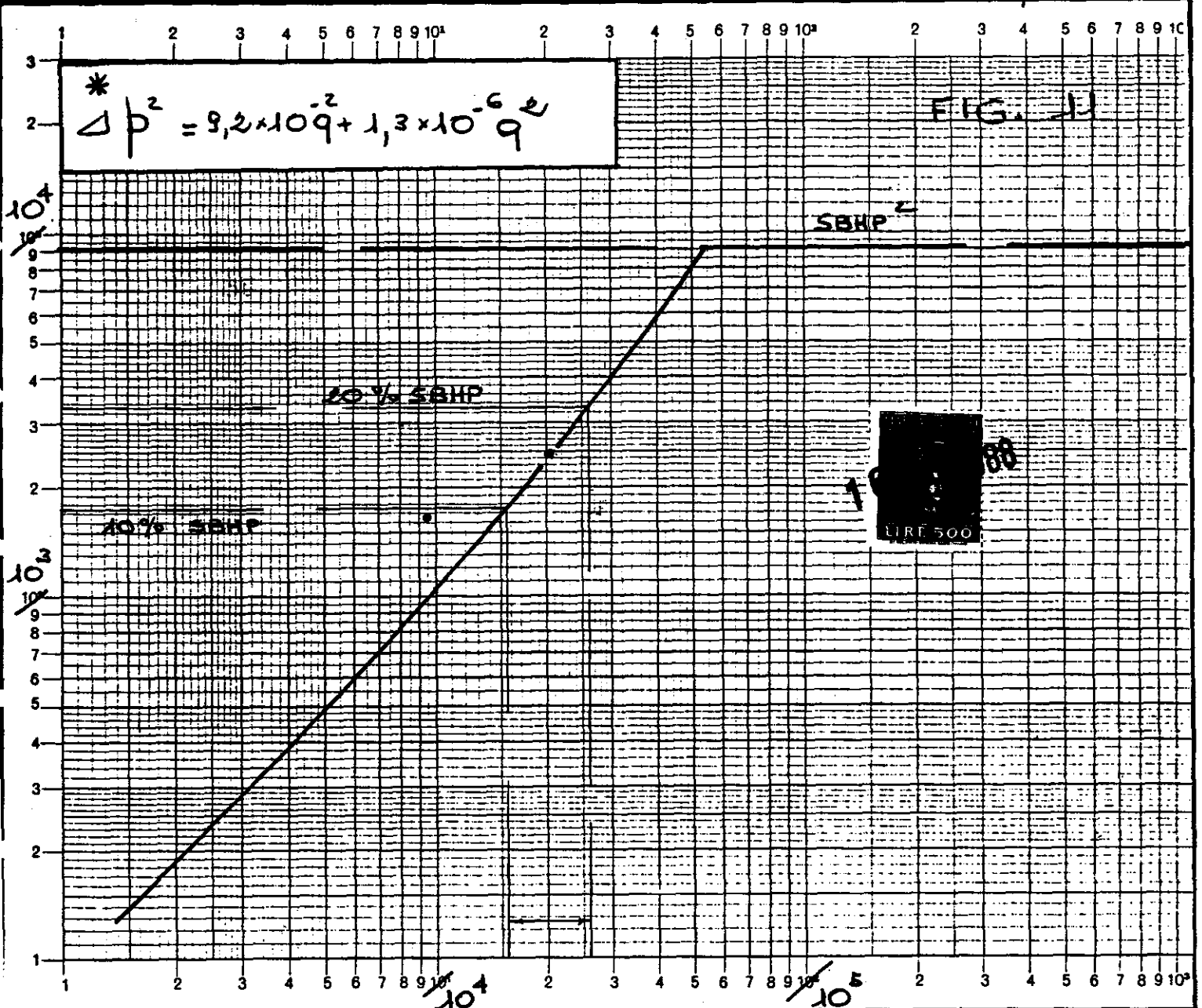
Q_e (10% STHP) = 23.500 Nmc/g Q_e (20% STHP) = 23.000 Nmc/g

NOTE: assunto $\mu = 0,85$



CAMPO CERTALDO POZZO # 4 INTERV. 942-945 m/RT

POOL — PIATTAF. — PROVA PROD. N° 1 9/11-12-83



Logar. Teilung / 1-300 u. 1-10000 Einheit / 62,5 mm
 Division / Unité /

EROGABILITÀ DI FONDO POZZO

Ø	DATA DI PROVA	PORTATA Nmc/g	FBHP kg/cm ² a	FBHP ² (kg/cm ² a) ²	DP ² (kg/cm ² a) ²	DP %
3/16"	9/12/83	20.600 (d)	81,8	6691	2448	15
1/8"	10/12/83	9.500 (e)	86,4	7465	1674	10
SBHP = 95,6 Kg/cm ² a @ 940 m/RT			SBHP ² = 9139 (Kg/cm ² a) ²			

NOTE * L'equazione è teorica ed è calcolata in base ai dati della 1^a erogazione, assumendo $\mu = 0,85$.

GERALDO 4
Prova nº 2

20/10/1970
10h 20
10h 22

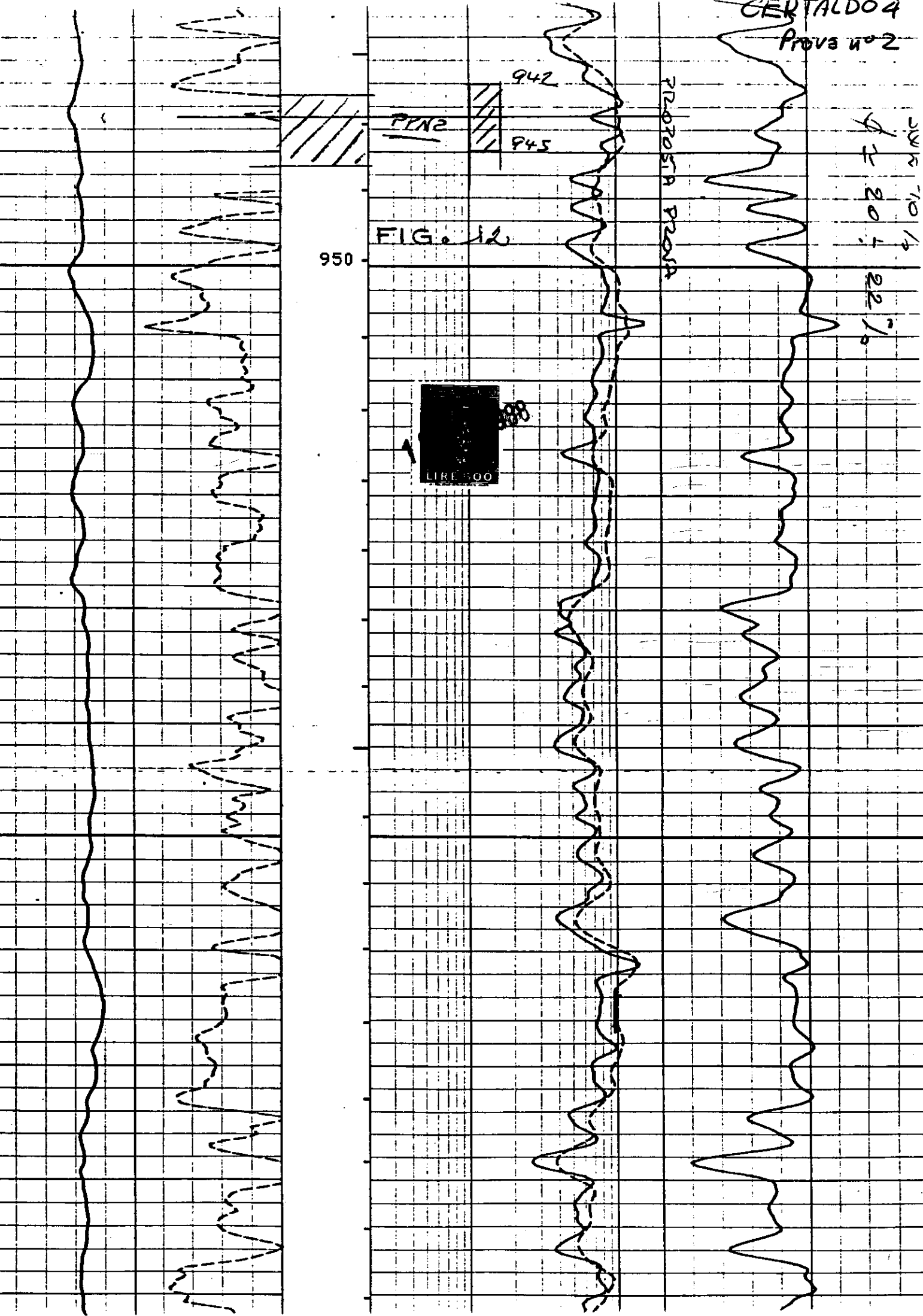
PROFESSA PRONIA

942
945

PTN2

FIG. 12

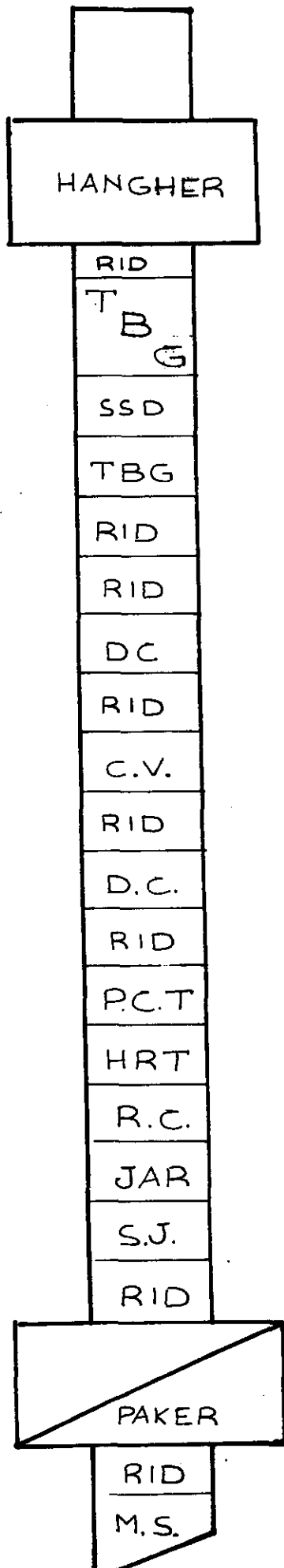
950



SCHEMA ASSEMBLAGGIO ATTREZZI BATTERIA DI PROVA

#CERTALDO 4

FIG. 13



TBG HANGHER

RID 3¹/₂ VAM - 2⁷/₈ VAM

TBG 2⁷/₈ VAM

SSD OTIS A $\phi = 2¹/₂$

N° 1 TBG 2⁷/₈ VAM

RID 2⁷/₈ VAM - 3¹/₂ IF

RID 3¹/₂ IF - 4¹/₂ IF

D.C. $\phi = 6¹/₄$: N° 2 LUNGHEZZE

RID 4¹/₂ IF - 3¹/₂ IF

MULTI ID CIRC. VALVE

RID 3¹/₂ IF - 4¹/₂ IF

D.C. $\phi = 6³/₄$: N° 2 LUNGHEZZE

RID. 4¹/₂ IF - 3¹/₂ IF

P.C.T. TESTER

HRT

RECORDER CARRIER

JAR

SAFETY JOINT

RID. 3¹/₂ IF - 3¹/₂ EU

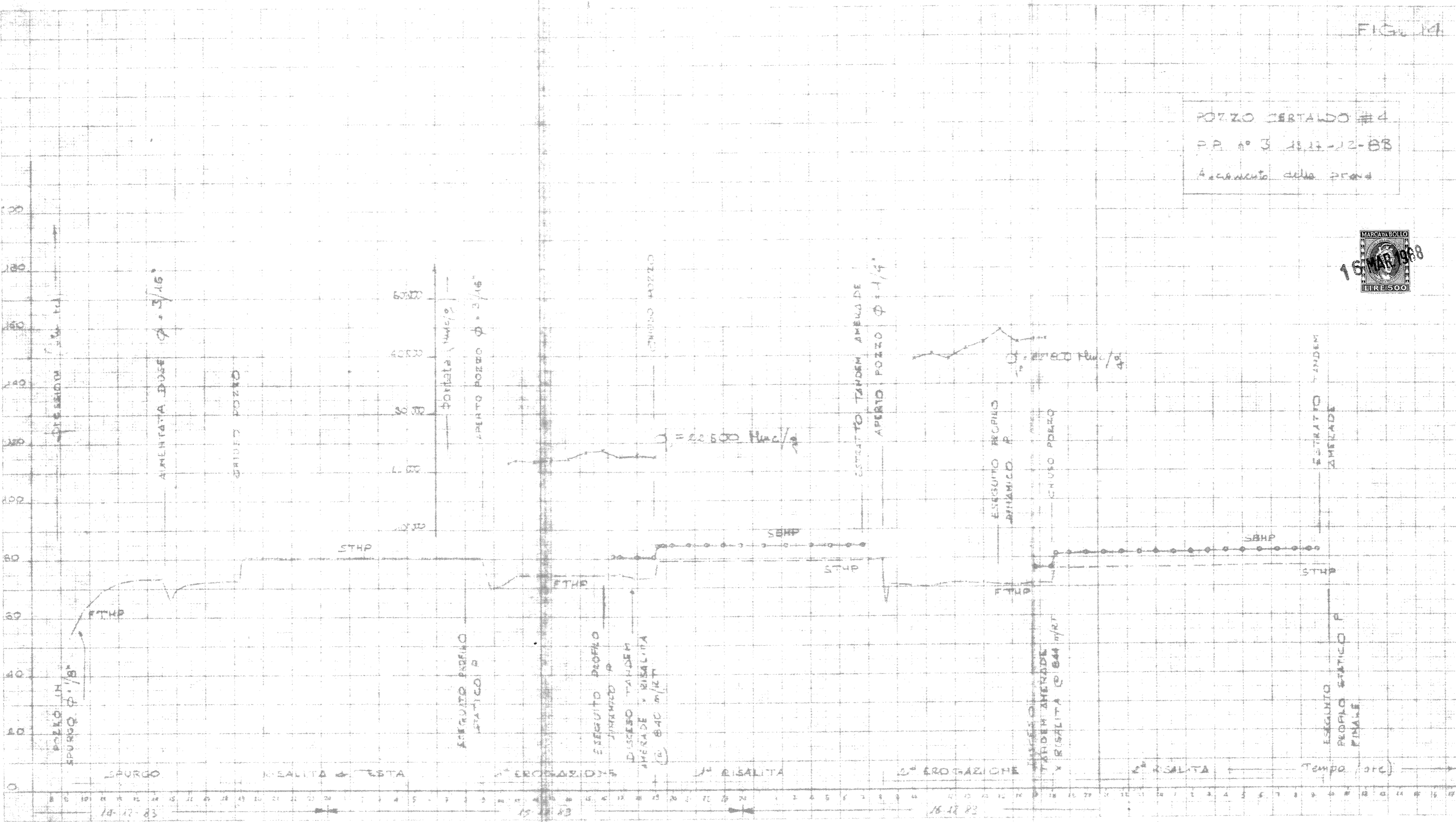
PAKER POSITEST $\phi = 9⁵/₈$

RID. 3¹/₂ EU - 2⁷/₈ EU

MULE SHOE $\phi = 2⁷/₈ EU$



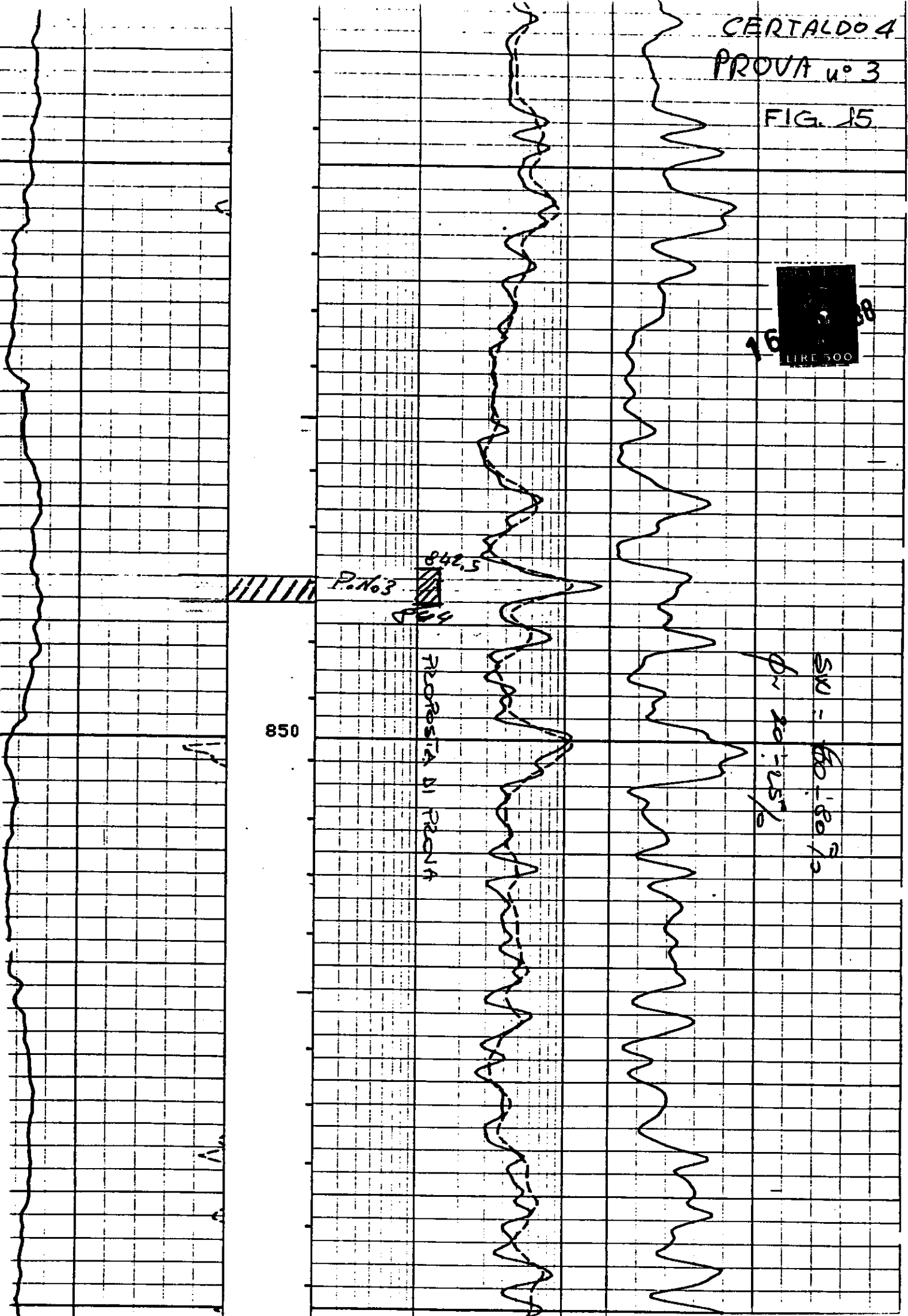
POZZO CERTALDO #4
P.P. n° 3 15.12-12-88
Accanto alla prova



CERTALDO 4
PROVA n° 3

FIG. 15

16
LIRE 500



842.5

P. n° 3

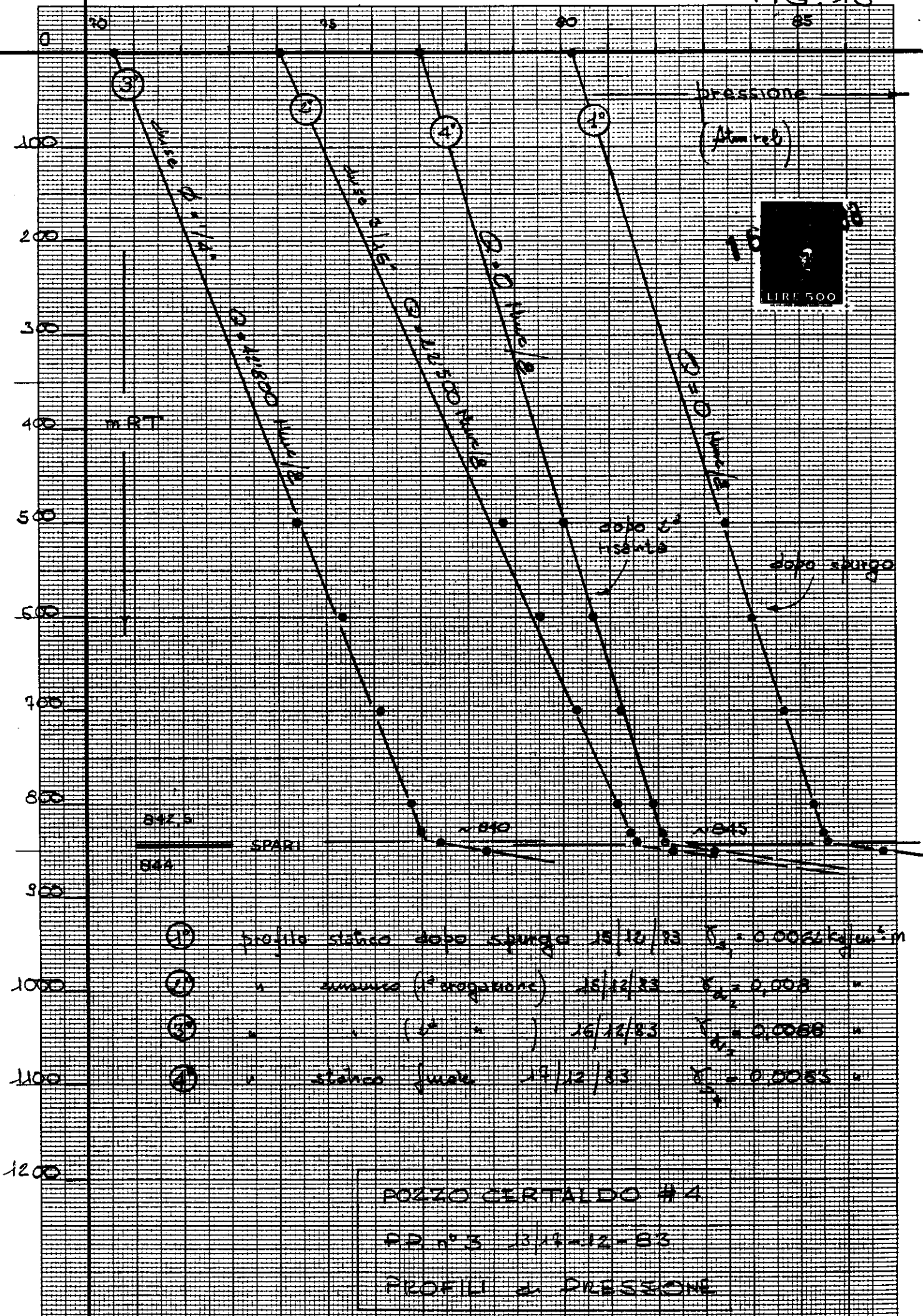
844

FRONTE DI FRONTA

850

SIL - 60 - 60 %
 $\phi \approx 20 - 25 \%$

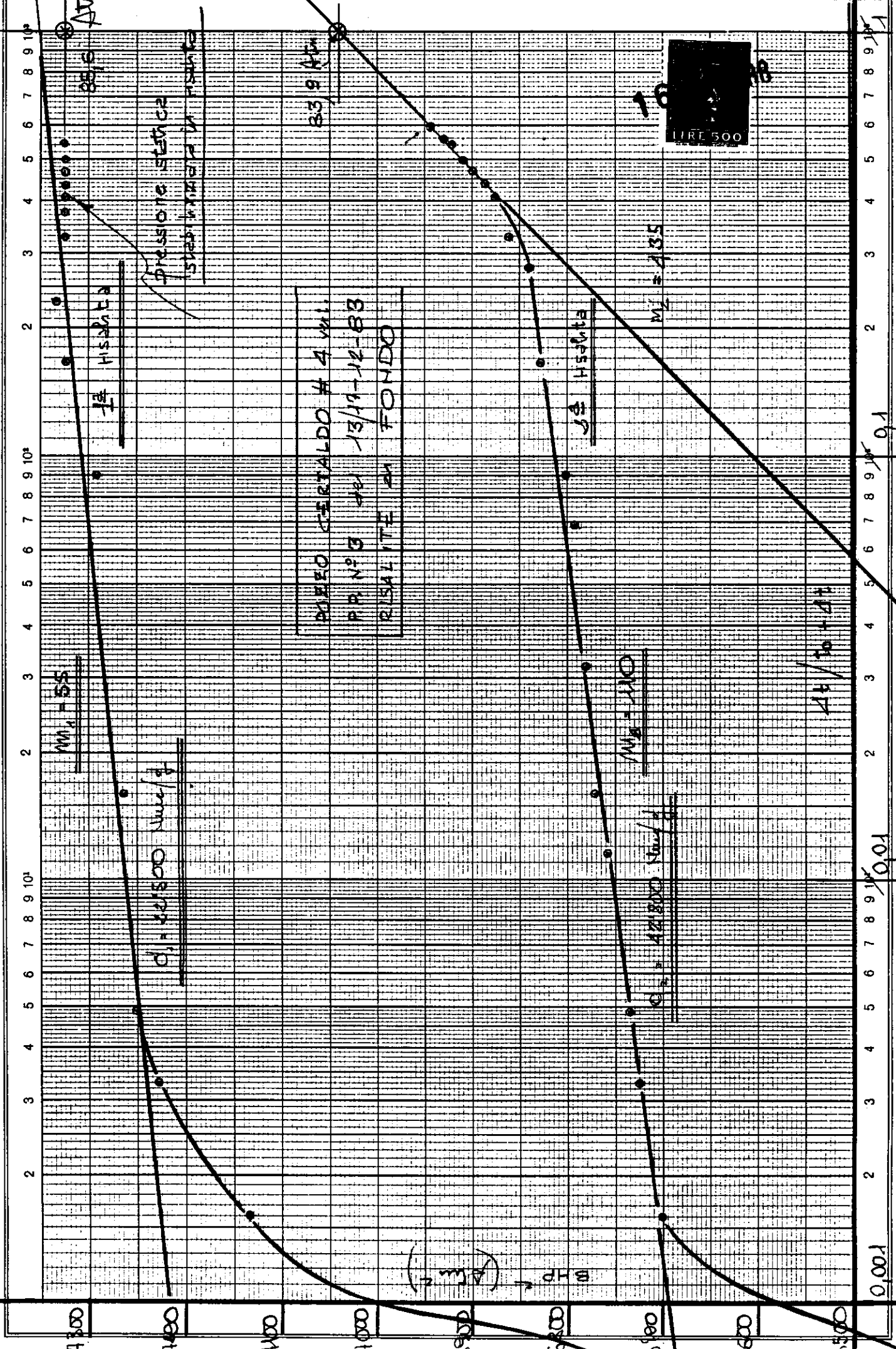
FIG. 16



- ① profilo statico dopo spurgo 18/12/83 $\gamma_{\text{m}} = 0.0066 \text{ kg/cm}^3 \cdot \text{m}$
- ② " annuncio (1ª erogazione) 15/12/83 $\gamma_{\text{m}} = 0.008$ "
- ③ " " (2ª " ") 16/12/83 $\gamma_{\text{m}} = 0.0068$ "
- ④ " statico finale 19/12/83 $\gamma_{\text{m}} = 0.0083$ "

POZZO CERTALDO #4
 PD n° 3 13/12-12-83
 PROFILI di PRESSIONE

FIG. 17



Teilung } 1 - 1000 Einheit } 90 mm
 Logar. Division }

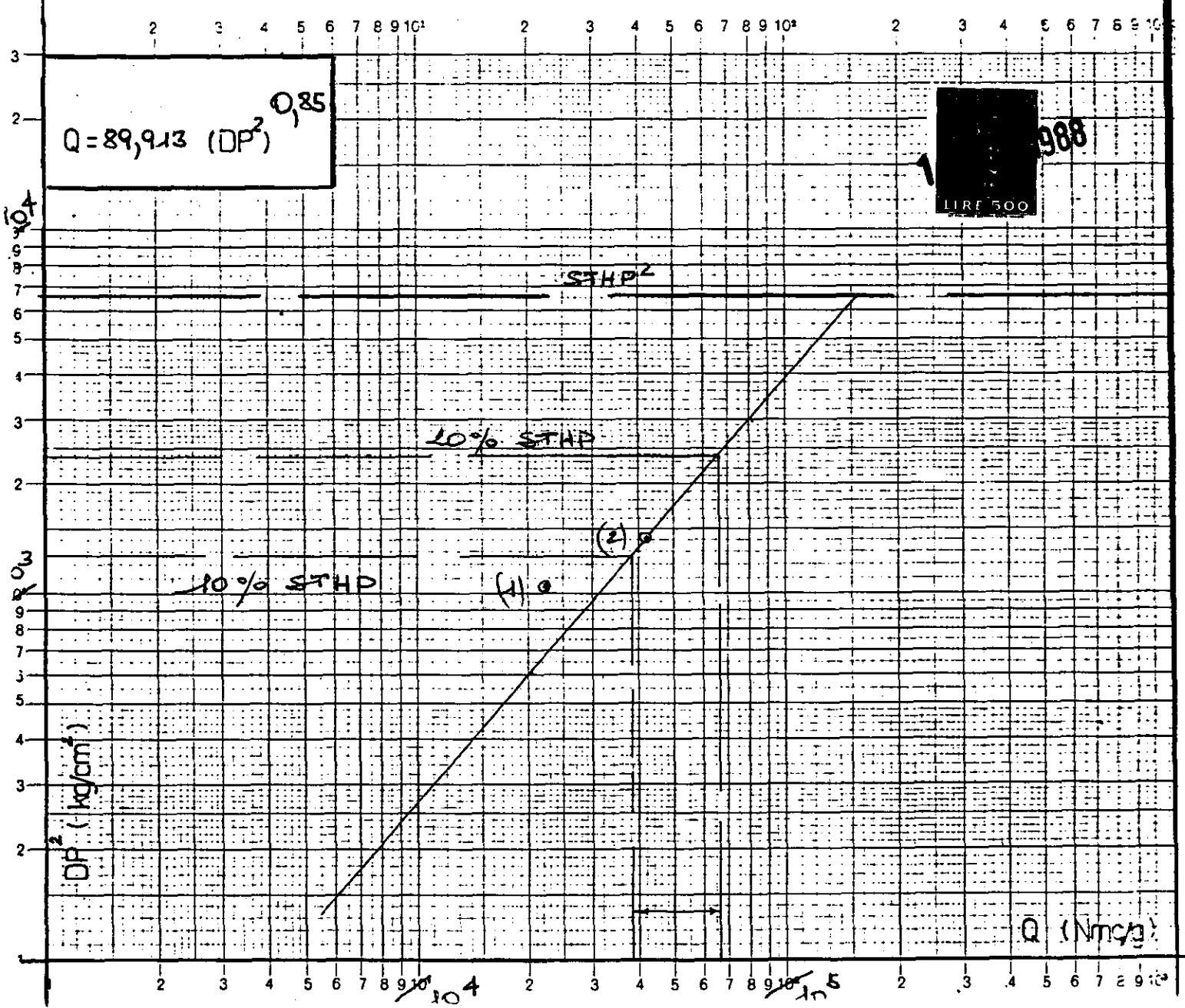
EROGABILITÀ DI TESTA POZZO

FIG. 18

CAMPO _____ POZZO CERTALDO #4 INTERVALLO 842,5 ÷ 844 m | RT
 POOL _____ PIATTAFORMA _____ PROVA PROD. N° 3

Ø	DATA DI PROVA	PORTATA Nmc/g	FTHP Kg/cm ² a	FTHP ² (Kg/cm ² a)	DP ² = STHP ² - FTHP ² (Kg/cm ² a)	DP %
3/16"	15/12/83	22'500 (1)	74,7	5580	1046	8
1/4"	16/12/83	42'800 (2)	72,2	5213	1413	11
		A REGIME				
STHP = 81,4 kg/cm ² a			STHP ² = 6626 (Kg/cm ² a) ²			
Q _e (10% STHP) = 33'800 Nmc/g			Q _e (20% STHP) = 67'000 Nmc/g			

NOTE: assunto $\mu = 0,85$



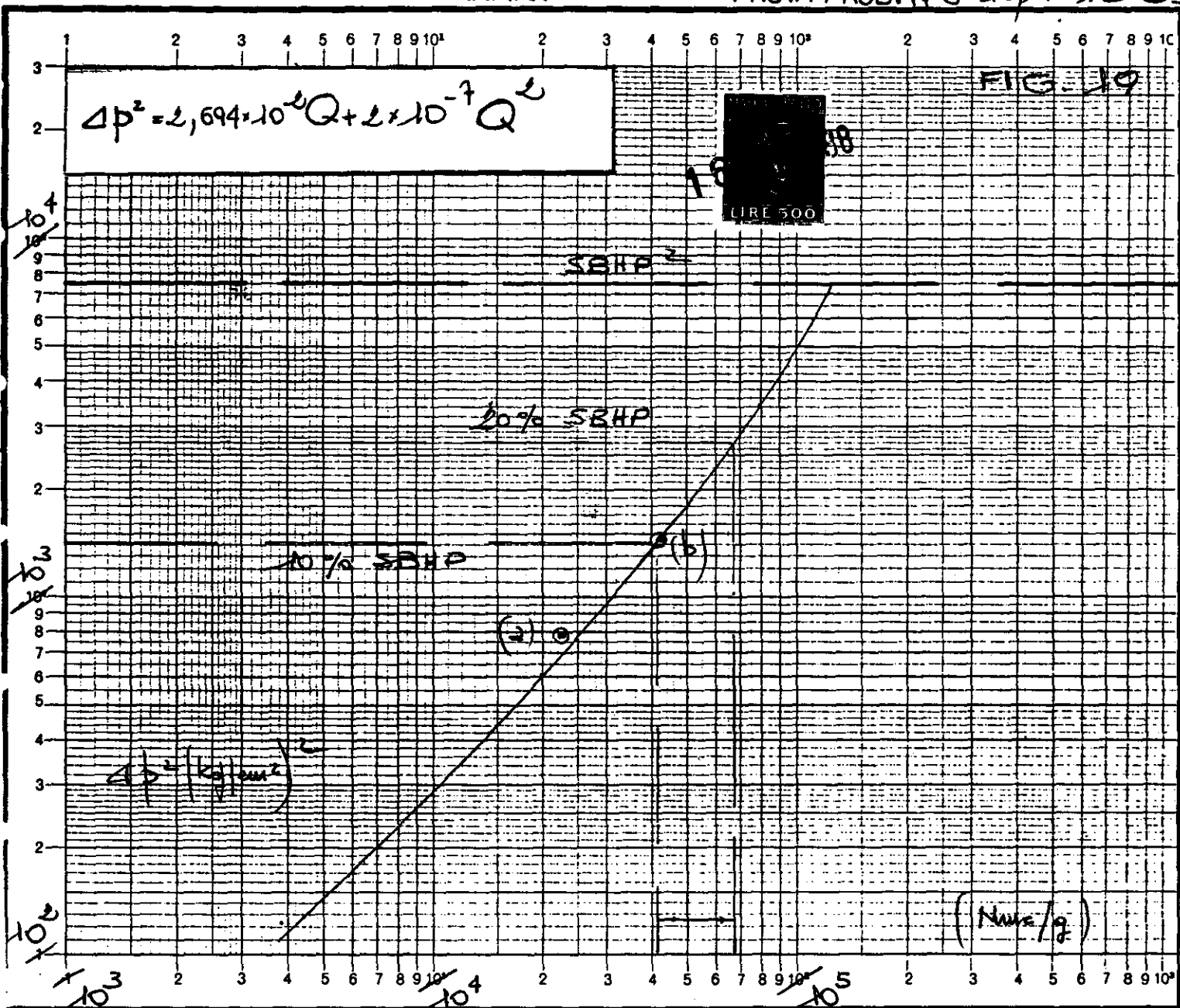
CAMPO —

POZZO CERTALDO INTERV. 842,5 ; 844 m / RT

POOL —

PIATTAF. #4

PROVA PROD. N° 3 13/17-12-83



Logar. Teilung } 1-300 u. 1-10000 Einheit } 62,5 mm
 Division } Unité }

EROGABILITÀ DI FONDO POZZO

Ø	DATA DI PROVA	PORTATA Nmc/g	FBHP kg/cm ² a	FBHP ² (kg/cm ² a) ²	DP ² (kg/cm ² a) ²	DP %
3/16"	15/12/83	22'500 (1)	81,86	6701	793 (a)	5
1/4"	16/12/83	42'800 (2)	77,6	6022	1472 (b)	10

SBHP = 86,57 Kg/cm²a \varnothing 840 m / RT SBHP² = 7494 (Kg/cm²a)²

NOTE L'equazione calcolata è teorica ed è basata sui dati

tella e² erogazione.

SITUAZIONE DEL POZZO

SNOR
 Campo **ERTALDO**
 Pozzo N **4**

Società per Azioni
SERVIZIO PRODUZIONE

Aggiornata al: **26/12/83**

Fine completamento Fine intervento

Completamento sirgolo Selettivo Completamento doppio Selettivo

Informazioni generali

Pozzo perforato nel periodo **26/9 ÷ 23/11/83**
 Impianto usato per la perforazione **SU H 731**
 Altezza p.t.r. sulla 1° flangia mt **7,70**
 Profondità max raggiunta **2654**
 Tappi di cementazione a mt **1700**
 Tappi di cemento **1700÷1786; 2000÷2250; 2450÷2650**
 Bridge Plug a mt **1660**
 Densità fango casing **1280** gr/lt + **Inibitore**
 Controllo fondo

Colonne Tubate	13 3/8	9 5/8	0	0
Testa a mt	0	0	/	/
Scarpa a mt	407	1786	/	/
CEMENT	1° Risalita mt	giorno	408	/
	2° Risalita mt	/	/	/
	D.V. collar mt	/	/	/
<input type="checkbox"/> liner hanger	/	/	/	/
Foro scoperto Ø	/	/	/	/

Profilo diametri interni

Ø nom.	fino a mt	grado	spess.	lbs/ft	Ø interno
13 3/8	407	155	10.92	61	
9 5/8	1786	180	11.05	435	

INTERVENTI	DATA	Scopo

NOTE: **TUTTI I PACKER HANNO UN**
ID di 3 1/4"

Caratteristiche	STRING LUNGA		STRING CORTA	
	Ø nom. - Giunto			
Grado acciaio	P 105			
lbs/ft	6.5 0			
fino a mt	1630			
Ø	9 5/8	9 5/8	9 5/8	
lbs/ft				
Modello - tipo	FH	FH	FH	
Casa costruttr.	BAKER	BAKER	BAKER	
Fissato a mt	743	897	1607	

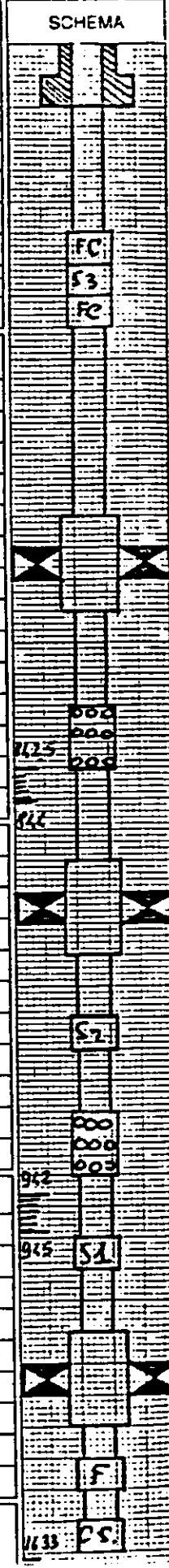
Attrezzi in pozzo	I.D. mm	O.D. mm	a mt
	L.N OTIS S3	231	
SSD OTIS 'A'	231		837
L.N OTIS S2	231		917
SSD OTIS 'A'	231		936
L.N OTIS S1	231		1596
S.N BAKER "F"	225		1620
CATCHER SUB	231		1630

STRING LUNGA	STRING CORTA	
	I.D. mm	O.D. mm

INTERVALLI APERTI

STRING LUNGA		STRING CORTA	
da mt	a mt	da mt	a mt
842.5	844		
942.0	945		
1633	1634.5		

Assistente W.O. **D.M.**
 Assistente Tecnico **[Signature]**



Agip

S.p.A.

Ingegneria del Petrolio
Laboratori Chimico-Fisica

S. Donato Milanese, 12-12-1983

BOLLETTINO N. 796/83 CIFL(Gas)

Campione di gas del pozzo CERTALDO 4



Dati di campionamento

Intervallo : m. 1633-1634.5

Punto di prelievo: Separatore Press. 12.9 Bar Temp. 23.9 C

Data di prelievo: 3-12-1983 Data di arrivo: 12-12-1983

Inviato da SNOR Bombola N. 7821196

Risultati analitici

COMPOSIZIONE CENTESIMALE
(cromatografia di gas)

CARATTERISTICHE FISICHE - CALCOLATE

	%vol		
Azoto	7.22	Densita'(aria=1)	0.592
Anidride carbonica	0.62	Peso specifico 15 C e 760 Hg	0.725 kg/m ³
Idrogeno solforato	-	Potere calorifico superiore 15 C e 760 Hg	8330 kcal/m ³
Metano	91.98	Potere calorifico inferiore 15 C e 760 Hg	7501 kcal/m ³
Etano	0.13		
Propano	0.03		
I-Butano	0.02		
N-Butano	tracce		
Neo-Pentano	-		
I-Pentano	tracce		
N-Pentano	tracce		
Esani	tracce		
Eptani	tracce		
Ottani	tracce		

Il Responsabile Analisi Gas

Stefanini

S. Donato Milanese, 12-12-1983

BOLLETTINO N. 797/83 CIFL(Gas)

Campione di gas del pozzo CERTALDO 4

Dati di campionamento

Intervallo : m. 942-945

Punto di prelievo: Separatore Press. 8 Bar Temp. 33.9 C

Data di prelievo: 9-12-1983 Data di arrivo: 12-12-1983

Inviato da SNOR Bombola N. 119 A



Risultati analitici

 COMPOSIZIONE CENTESIMALE
 (cromatografia di gas)

	%vol
Azoto	1.99
Anidride carbonica	0.27
Idrogeno solforato	-
Metano	97.51
Etano	0.12
Propano	0.08
I-Butano	0.02
N-Butano	tracce
Neo-Pentano	-
I-Pentano	0.01
N-Pentano	tracce
Esani	tracce
Eptani	tracce
Ottani	tracce

CARATTERISTICHE FISICHE CALCOLATE

Densita'(aria=1)	0.567
Peso specifico 15 C e 760 Hg	0.695 kg/m ³
Potere calorifico superiore 15 C e 760 Hg	8843 kcal/m ³
Potere calorifico inferiore 15 C e 760 Hg	7962 kcal/m ³

Il Responsabile Analisi Gas

Stepanini



S.p.A.

Ingegneria del Petrolio
Laboratori Chimico-Fisica

S. Donato Milanese, 16-12-1983

BOLLETTINO N. 817/83 CIFL(Gas)



Campione di gas del pozzo CERTALDO 4

Dati di campionamento

Intervallo : m. 842.5-844

Punto di prelievo: Separatore Press. 7.7 Bar Temp. 17.8 C

Data di prelievo: 15-12-1983 Data di arrivo: 16-12-1983

Inviato da SNOR Bombola N. 2674

Risultati analitici

COMPOSIZIONE CENTESIMALE
(cromatografia di gas)

	%vol
Azoto	2.58
Anidride carbonica	0.14
Idrogeno solforato	-
Metano	97.08
Etano	0.11
Propano	0.07
I-Butano	0.02
N-Butano	tracce
Neo-Pentano	-
I-Pentano	tracce
N-Pentano	tracce
Esani	tracce
Eptani	tracce
Ottani	tracce

CARATTERISTICHE FISICHE CALCOLATE

Densita'(aria=1)	0.568
Peso specifico 15 C e 760 Hg	0.696 kg/m3
Potere calorifico superiore 15 C e 760 Hg	8796 kcal/m3
Potere calorifico inferiore 15 C e 760 Hg	7920 kcal/m3

Il Responsabile Analisi Gas

ST/primi