



SERVIZIO PRODUZIONE
REPARTO CONTROLLO GIACIMENTI

RAPPORTO PROVE DI PRODUZIONE

Campo di **ALFONSINE** Pozzo N° **11** Localita' **Voltana**
Prova N° **1** Data **11.12.8.1954**

ELEVAZIONE PIANO TAVOLA ROTARY **3.08** INTERVALLO PRODUTTIVO **1491/1515**
PROFONDITA' FINALE **1700** SPECCHIO TAPPO DI FONDO **1570**
COLONNE TUBATE **13"3/8 m. 287** CEMENTATE CON Q. LI **351 R. 1000** RISALITA **a giorno**
» **9"5/8 m. 1350,50** » **351 R. 1000** » **a m. 120 p.t.r.**
» **6"5/8 m. 1570** » **70 R. 1000** » **a m. 1254**
» **2"7/8** FISSATO CON PACKER **=** SOSPESO **a m. 1486**

Manifestazioni

GAS : **densità 0,56**
OLIO : **assente**
GASOLINA : **"**
ACQUA : **umidità**
SABBIA : **assente**

Pressioni e portate

Ø DUSE	PRESSIONI DI TESTA			P O R T A T E								DURATA PROVA ORE	
	CASING	TUBING	FONDO	GAS		GASOLINA		OLIO		ACQUA			
				mc/ora	mc/24h	lt/ora	gr/mc/h	lt/ora	lt/mc/h	lt/ora	gr/mc/h		
Chiuso	150,0	1500	166,9	=									5,45'
7	145,5	1420	161,8	4230	101500								3
9	142,1	1366	157,3	6550	157200								3
11	139,5	1267	146,0	9580	230000								3

TEMPO DI RISALITA PRESSIONE A POZZO CHIUSO **20 ore** PORTATA DI PRODUZIONE STIMATA **185000**
salvo declino della pressione
di giacimento

IL CAPO REPARTO

OPERATORE

E. DREI

CONFRONTO FRA IL POTENZIALE ASSOLUTO E QUELLO RELATIVO AL
TUBING Ø 2"7/8.

Metodo grafico.-

Il potenziale assoluto è la massima portata teorica di un pozzo in corrispondenza della quale la pressione di fondo P_s in erogazione è uguale a zero.

Il potenziale relativo ad una tubazione di dato diametro e di data lunghezza, è la portata massima teorica in corrispondenza della quale la pressione di testa è uguale alla pressione atmosferica. In tale caso la pressione di fondo sarà pari alla pressione atmosferica alla testa, più la pressione dovuta al peso della colonna di gas, più la perdita di carico per attrito.

Applicando le formule della RRROT per il calcolo delle pressioni di fondo, si ha:

$$P_s = P_1 \times e^{KSF}$$

e ponendo due portate arbitrarie in 200'000 e 400'000 mc/g:

Q	$R_1^2 \times \frac{L}{1000} = R^2$	$P_1 = \sqrt{R_1^2}$	P_r	T_r	F_{pv}	P
200'000	$1250 \times 1,503 = 1878$	43,3	0,55	1,60	1,022	0,67
400'000	$4400 \times 1,503 = 6610$	81,0	0,66	1,60	1,031	0,67

Q	$\bullet KSF$	P_s	P_s^2
200'000	1,045	45,2	2043
400'000	1,044	64,6	7150

Riportando i valori di P_s^2 sul diagramma logaritmico in funzione delle corrispondenti portate, si ha la relazione B per il tubing $\varnothing 2\frac{7}{8}$:

$$(Q, P_s^2)$$

L'intersezione della curva C con la retta B dà il potenziale relativo al tubing che in questo caso risulta di 500000 mc/g., superiore quindi alla portata di regime del pozzo.

La curva F si ottiene riportando sul diagramma i valori delle pressioni di testa del tubing, e da questa si nota come in corrispondenza del potenziale relativo la pressione diventa zero.

INTERPRETAZIONE DELLA CURVA DI RISALITA DELLA PRESSIONE DI FONDO E DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITA' EFFETTIVA PER IL GAS.-

L'andamento della curva di risalita della pressione di fondo alla chiusura della duse $\varnothing$ 11 mm., riportata sul diagramma normale n° 5 e semilogaritmico n° 6, non è completo, essendo il rilievo durato soltanto tre ore.

Purtuttavia, da tale curva, è possibile determinare:

- 1°) - L'equazione della parte retta della curva computata col metodo dei minimi quadrati:

$$P = 157,26 + 3,07 \log_{10} \Delta T$$

- 2°) - Il tempo necessario per raggiungere il valore della pressione di fondo registrato all'inizio della prova, risolvendo l'equazione della retta rispetto a ΔT :

$$\log \Delta T = \frac{166,7 - 157,26}{3,03} =$$

$$= 3,0619 \text{ pari a circa 20 ore}$$

- 3°) - La determinazione della capacità produttiva e della permeabilità effettiva per il gas nella formazione, essendo l'inclinazione della retta espressa da:

$$\frac{q(T)u}{4\pi KH} \quad e \quad q(T) = Q \frac{P_0}{P_1} \times \frac{T_1}{T_0} \times Z \times \frac{10^6}{86400}$$

da cui sostituendo ai simboli i valori noti, si ha:

$$q(T) = 230000 \times \frac{1,033}{167,7} \times \frac{320}{288} \times 0,845 \times \frac{10^6}{86400}$$

$$= 15'400 \text{ cc/sec. alle condiz. giac.}$$

$$\frac{q(T)\mu}{4\pi KH} = \frac{3,07}{2,37857} = 1,29 \text{ atm. bar.}$$

da cui:

$$KH = 18 \text{ darcies-cm.}$$

$$K = 0,015 \text{ darcies}$$

$$K = 15 \text{ md.}$$

4°) - La permeabilità nella zona interessata dallo skin effect:

$$\frac{q(T)\mu}{4\pi KH} = \frac{6,18}{2,37857} = 2,6 \text{ atm. bar. da cui:}$$

$$K = 0,0075 \text{ darcies}$$

$$K = 7,5 \text{ md.}$$

5°) - La determinazione del raggio di drenaggio e del raggio della zona interessata dallo skin effect non è attendibile non essendo il pozzo stabilizzato. Dai calcoli risulta infatti un R_d di circa 2 m.

OSSERVAZIONI.-

Questo pozzo, pur avendo un potenziale discreto, si presenta, contrariamente, con una limitata zona di drenaggio.

I dati più significativi sono:

- Tempo eccessivo di risalita della pressione alla chiusura della duse $\varnothing$ 11 mm. in circa 20 ore.
- Permeabilità effettiva per il gas nella formazione a 15 md.
- Permeabilità ridotta nella zona dello skin effect a 7,5 md.
- Potenziale assoluto del pozzo in 742'000 mc/giorno.
- Portata di regime in 185'000 mc/giorno.

ED/ov.

ALFONSINE N° 11

Prova di Produzione 11/8/54

Intervallo: mt. 1491 - 1515

Pay netto mt. 12 ca.

Pozzo chiuso dopo spurgo.

Ore 21	C. 142,6	T. 139,5
22	149,0	149,0
23	149,9	149,5
24	149,6	149,6
1	149,8	149,8
2	150,0	150,0
2,20	150,0	150,0

Pozzo in erogazione $\varnothing$ 7 mm.

Ore 3	C. 146,6	T. 144,6	Q = 4.290 mc/h = 102960 mc/g
4	145,5	142,7	Q = 4.290 " = 102960 "
5	145,5	142,2	Q = 4.230 " = 100520 "
5,45	145,5	142,0	Q = 4.230 " = 100520 "

Pozzo in erogazione con $\varnothing$ 7 mm.

Ore 6 (apertura)	C. 148,7	T. 148,7	
7	135	136,0	Q = 6.560 mc/h = 157440 mc/g
8/del 12 agosto	142,1	136,4	Q = 6.560 " = 157440 "

N.B. - Le prove continueranno con $\varnothing$ 7 mm. fine alle ore 10 indi
si chiuderà il pozzo per osservazioni sulla risalita.

GAS d = 0,56 - anidro
GASOLINA = assente
ACQUA = "
SABBIA = "

Milano, 12/8/54
AZ/gv

7/10/54

ALFONSINE 11

Continuazione Prova di Produzione dell'11/8/54.

Ore 9 - Atm. C. 142,1 - T. 136,6 - Q. = 6560 mc/h. = 100.500 mc/g.

Erogazione con Ø 11 m/m.

Ore 10 - Atm. C. 139,5 - T. 126,7 - Q. = 9570 mc/h. = 230.000 mc/g.

" 11 - " " 139,7 - " 128,3 - Q. = 9580 " = " "

" 12 - " " 139,5 - " 126,7 - Q. = 9550 " = " "

Risalita pressione

da 139,5 a 142,3 in 1'

144,5 " 2'

145,1 " 3'

145,5 " 5'

147 " 30'

147,6 " 1h.

148,2 " 2h.

148,8 " 3h.

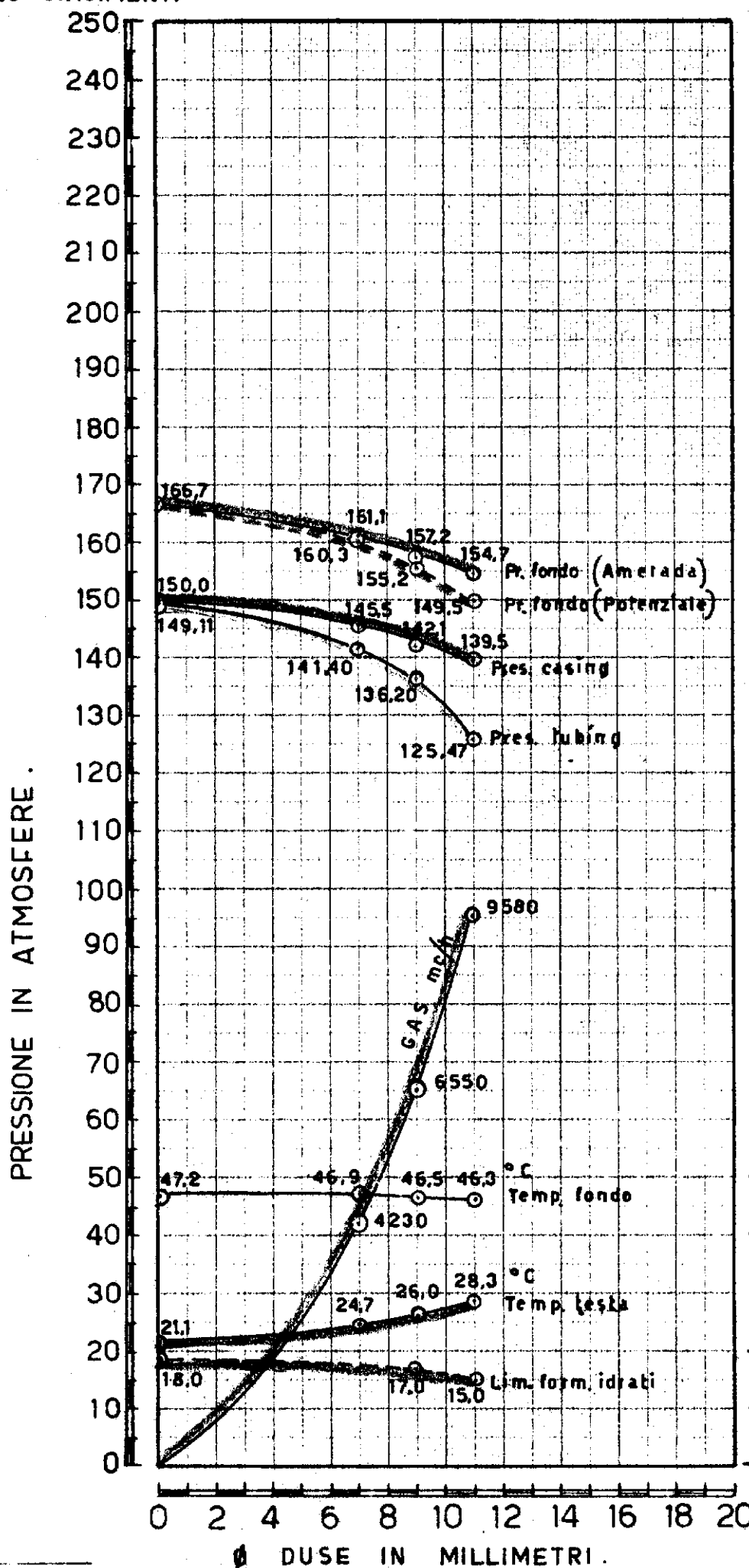
N.B. - Porosità scarsa rispetto agli altri pozzi del Campo.

Milano, 12/8/54

AZ/fr

LIQUIDI
litri/ora

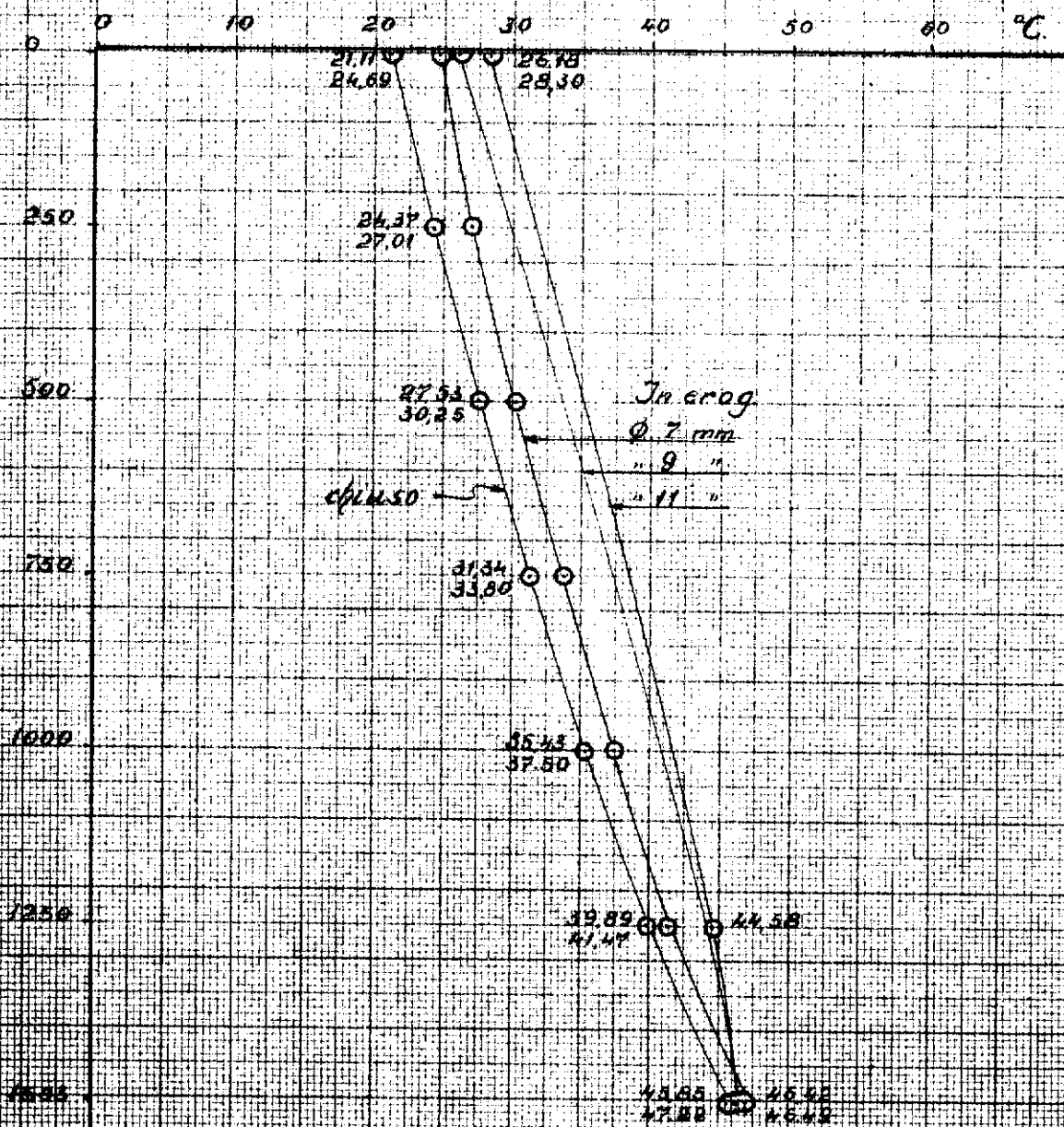
GAS
mc/ora



1

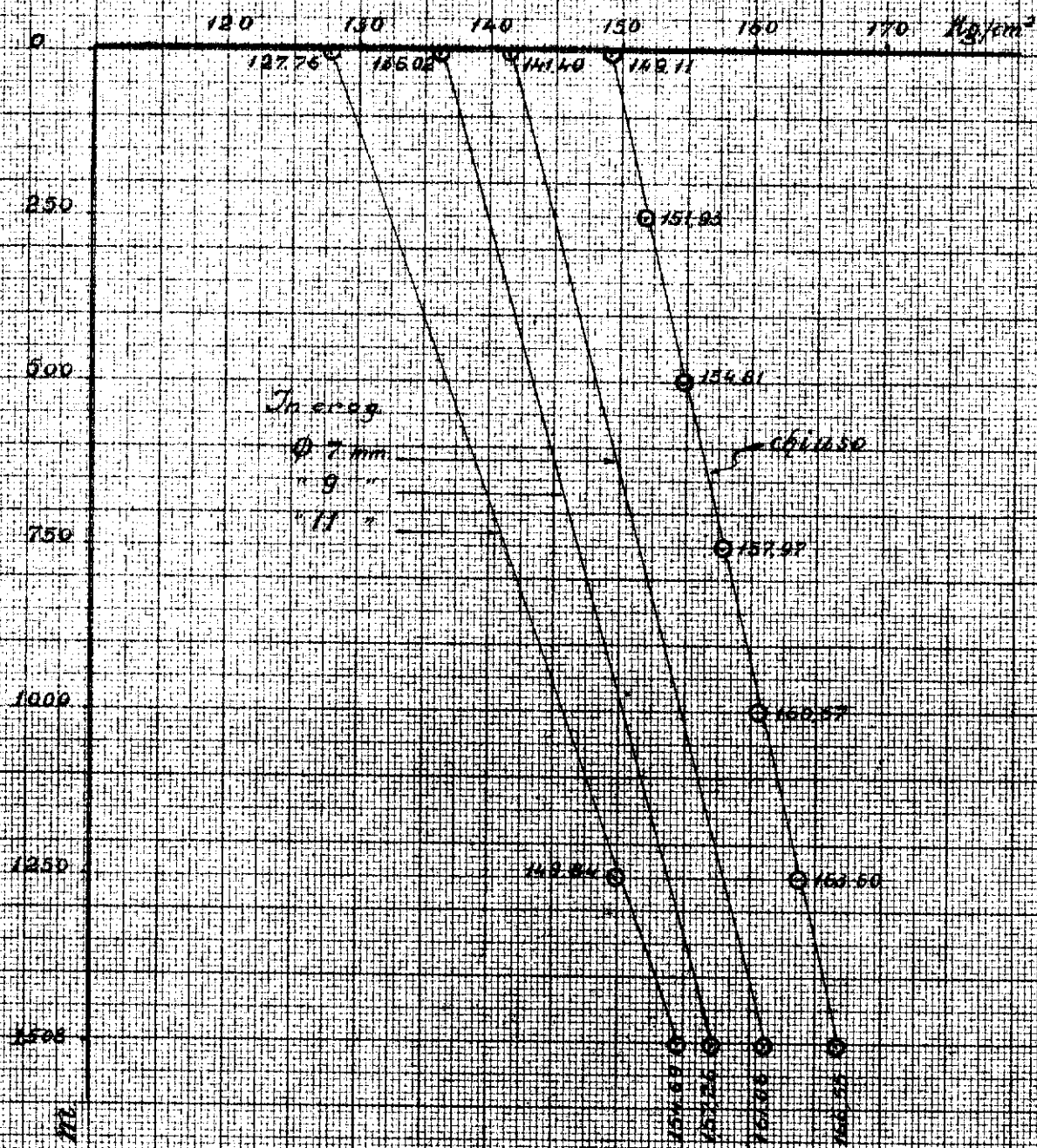
Alfonsine, 11.8.1954

POZZO N° 11 - Diagramma di temperatura a pozzo
chiuso e in erogazione con varie
duse.-



Alfonsine, 11.8.1954

POZZO N° 11 - Diagramma di pressione a pozzo
chiuso e in erogazione con va-
rie duse.-



3



Campo di ALONSINE Pozzo N° 11 Localita' Voltana

Prova N° 1 Elemento N° 9070/R Data 11.12.8.954

ELEVAZIONE PIANO TAVOLE ROTARY **3.08** PROFONDITA' TOTALE **1700**

PROFONDITA' STRATO PRODUTTIVO 1491..... SPESSORE STRATO 12..... INTERVALLO SPARATO 1491
1515

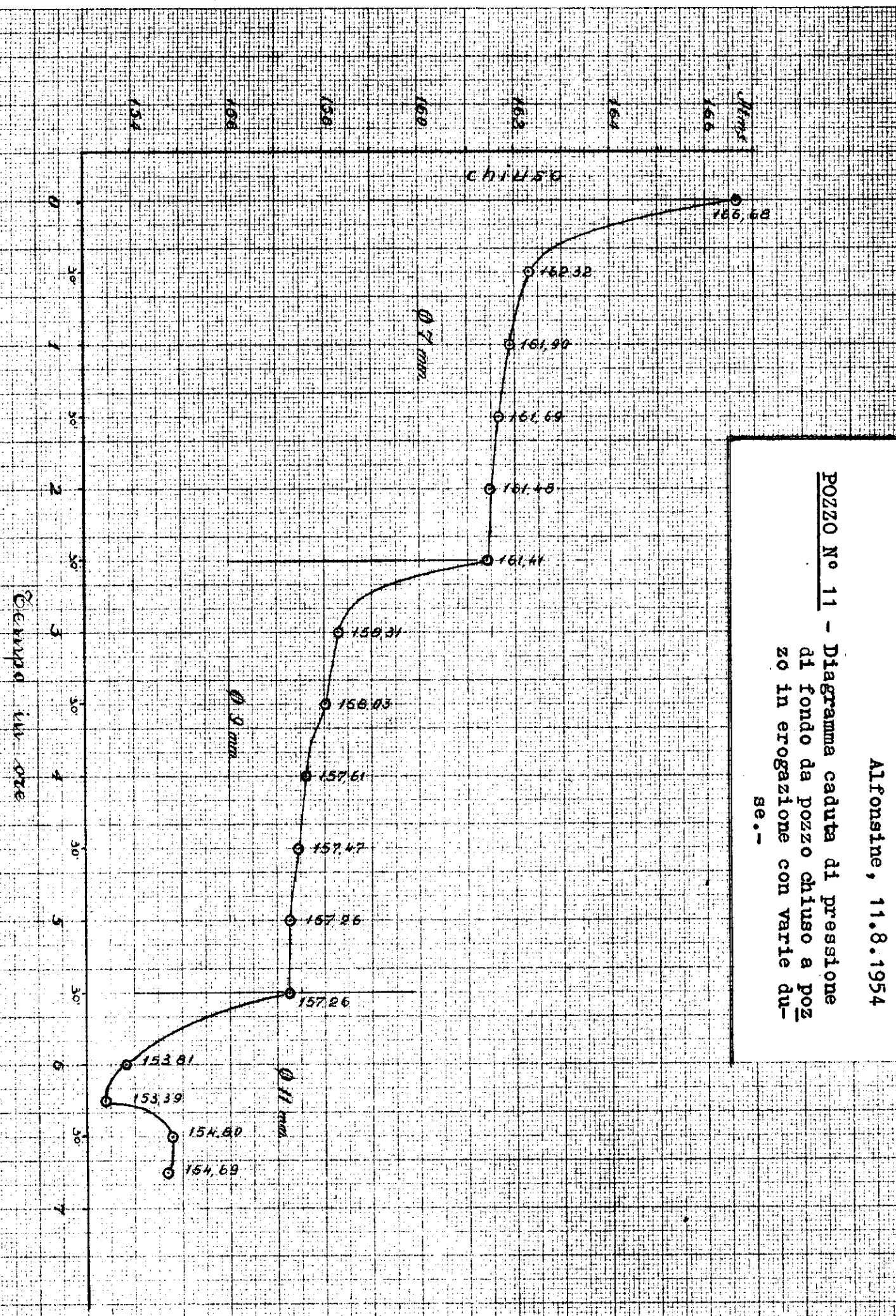
FORMAZIONE PRODUTTIVA.....SCARPA CASING 6ⁿ5/8 mt. 1579

SCARPA TUBING 2*7/8 mt. 1486 { SOSPESO 81
CON PACKER *

PROFONDITA' H mt.	LETTURA L pollici	TEMPERATURA T °C
<u>POZZO CHIUSO</u>		
5	0,126	21,11
250	0,220	24,37
500	0,308	27,53
750	0,422	31,34
1000	0,549	35,43
1250	0,699	39,89
1503	0,920	45,85
<u>IN EROG. Ø 7 mm.</u>		
5	0,229	24,69
250	0,293	27,01
500	0,388	30,25
750	0,497	33,80
1000	0,618	37,50
1250	0,755	41,47
1503	0,974	47,22
<u>IN EROG. Ø 9 mm.</u>		
5	0,270	26,18
1503	0,946	46,49
<u>IN EROG. Ø 11 mm.</u>		
5	0,330	28,30
1250	0,870	44,58
1503	0,943	46,42



11.8.94
H
11.8.94



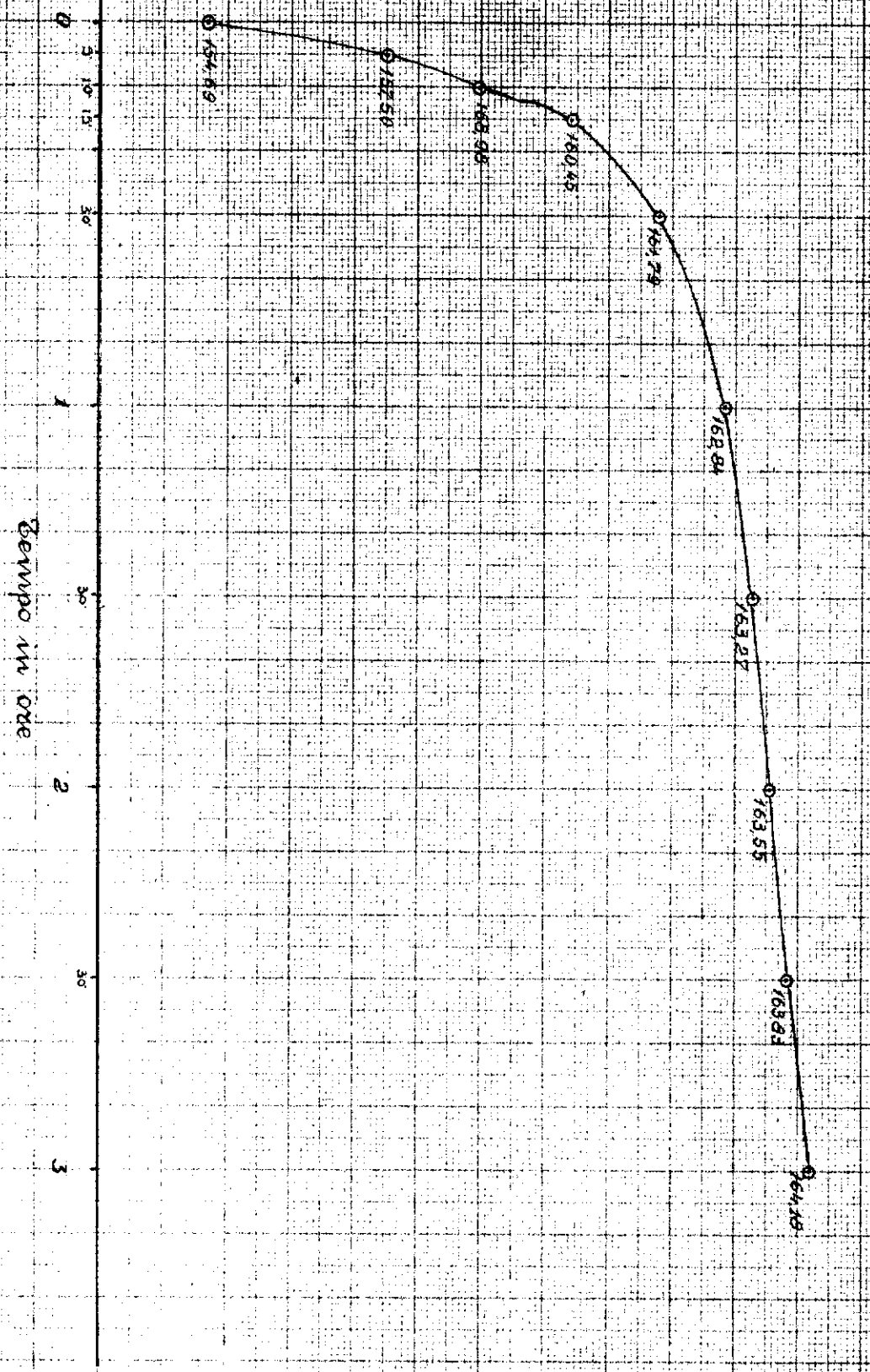
POZZO N° 11 - Diagramma caduta di pressione
di fondo da pozzo chiuso a pozzo
in erogazione con varie du-
se.-

Alfonstine, 11.8.1954



Alfonse, 11.8.1954

POZZO N° 11 - Diagramma risalita di pressione
di fondo da pozzo in erogazione
con duse Ø 11 mm. a pozzo chiu-
so.-



5

Alfonsine, 11.8.1

POZZO N° 11 - Diagramma semilog. di risata
della pressione di fondo (poz-
zo in erogazione con duse 11
mm. a pozzo chiuso.-

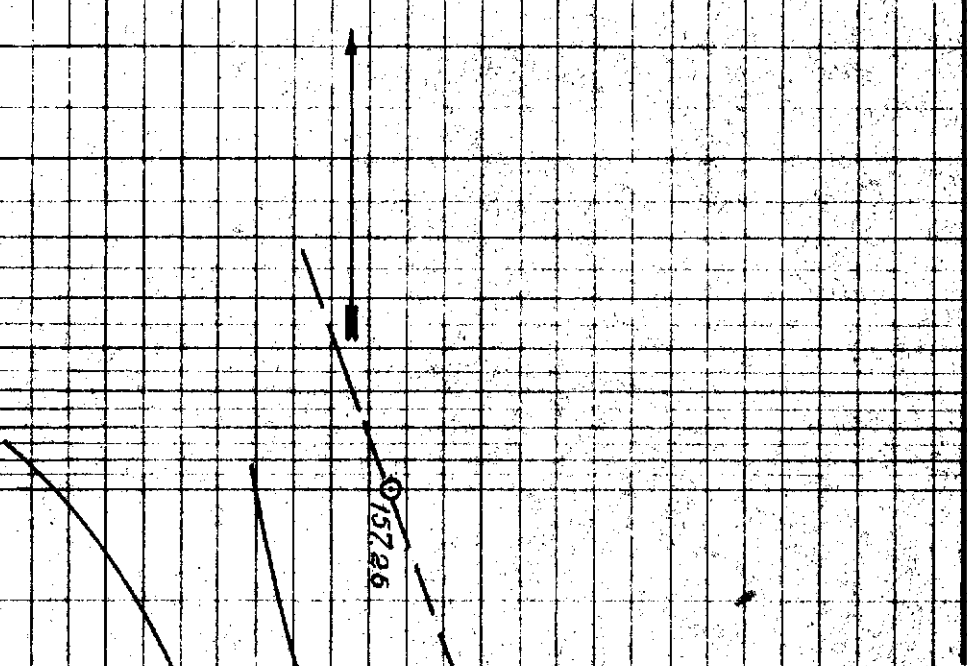
P di fondo

167
166
165
164
163
162
161
160
159
158
157
156
155
154

P. erog. 134.70

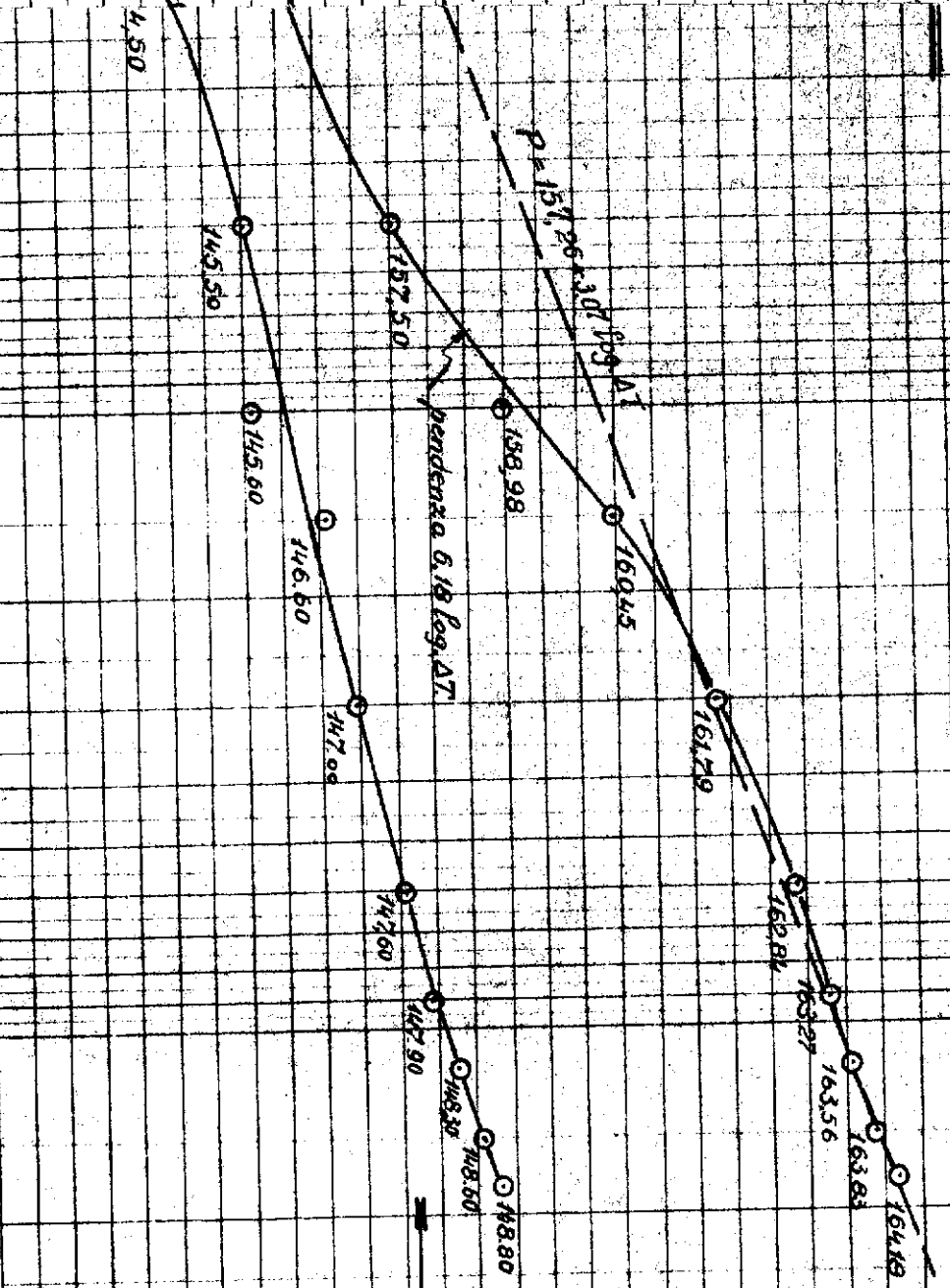
0.01 2 3 4 5 6 7 8 9 0.1

2 3 4 5 6 7 8 9 1



P. 157.26 x 3.07 log. AT

pendenza 0.18 log. AT



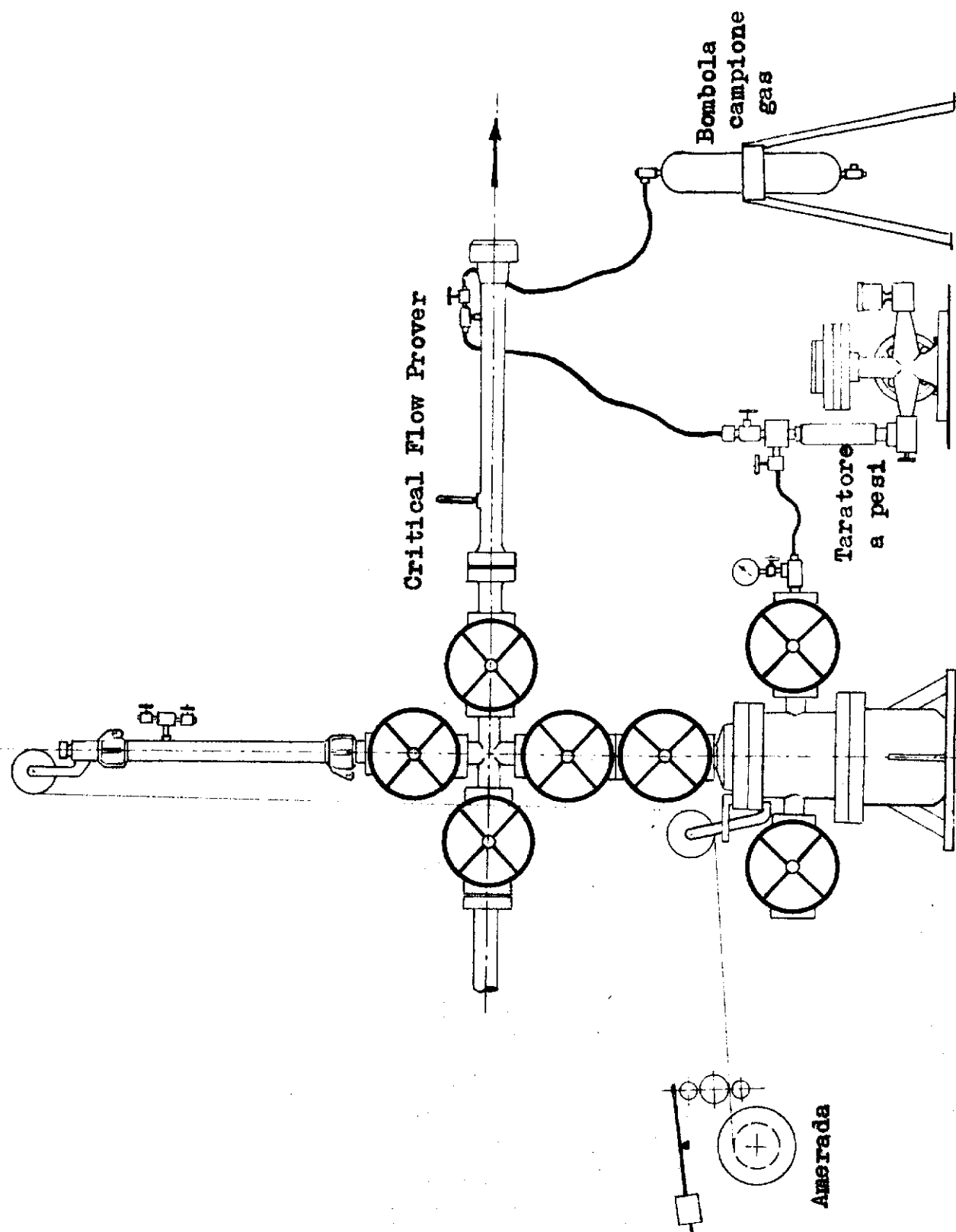
estrapolazione

P. di testa

149
148
147
146
145
144
143

2 3 4 5 6 7 8 9

SCHEMA INSTALLAZIONE



CONFRONTO FRA IL POTENZIALE ASSOLUTO E QUELLO RELATIVO AL TUBING 2"7/8.

A = Relazione fra Q e $P_f^2 - P_s^2$ calcolata col metodo del Back Pressure Test a valle degli spari.

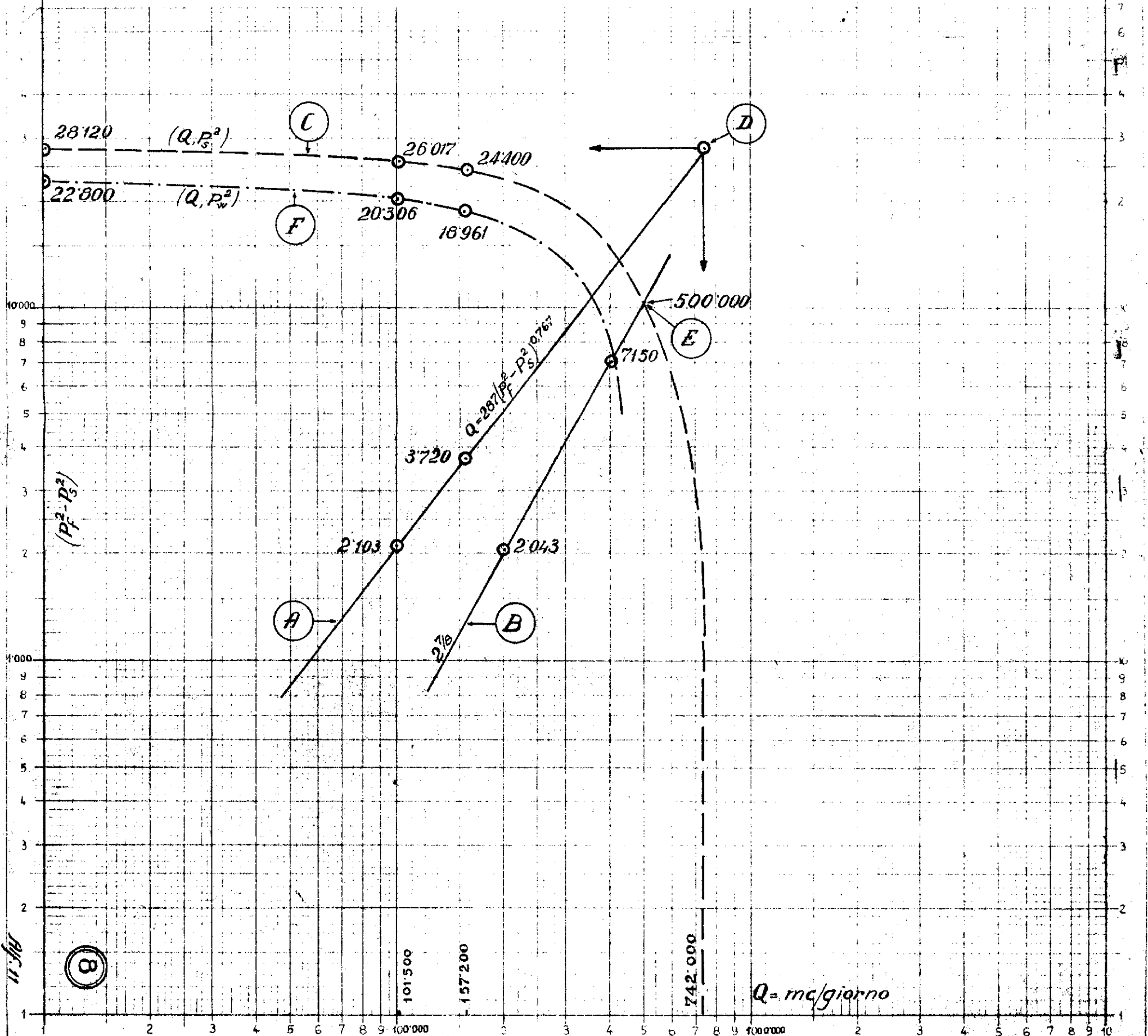
B = Relazione fra Q e P_s^2 per la portata massima attraverso il tubing 2"7/8.

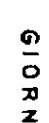
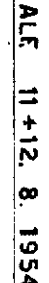
C = Relazione fra Q e P_s^2 per l'afflusso nel pozzo.

D = Open flow o potenziale assoluto del pozzo.

E = Intersezione fra B e C che dà la portata massima attraverso la colonna di produzione in condizioni di open flow.

F = Relazione fra portata e pressione di testa.







SERVIZIO PRODUZIONE
REPARTO CONTROLLO GIACIMENTI

RAPPORTO DI PRESSIONE DI FONDO

Campo di **ALFONSINE** Prova dopo la messa in produzione N° **1**
Pozzo N° **11** Prova speciale N°
Data **11-12.8.954** Controllo di routine N°

ELEVAZIONE PIANO TAVOLA ROTARY **3,08** PROFONDITA' TOTALE **1700** SPECCHIO TAPPO **1570**
PROFONDITA' STRATO PRODUTTIVO **1491** SPESSORE STRATO **12** INTERVALLO SPARATC **1515**
FORMAZIONE PRODUTTIVA SCARPA CASING **1579** SCARPA TUBING **1486**
DIAMETRO TUBING **2 7/8** TUBING FISSATO CON PACKER **=** SOSPESO **1486**
PRESSIONE DI TESTA TUBING **150** CASING **150** ALTEZZA MANOMETRO

POZZO APERTO	DUSE 11	POZZO CHIUSO	DATA PROVA		TEMPO DI CHIUSURA	T °C	H mt.	p atm.	D mt.	P atm.
			PRECEDENTE	ATTUALE						
		11				21,1	5	149,11		
						24,4	250	151,93		
						27,5	500	154,81		
						31,3	750	157,97		
						35,4	1000	160,57		
						39,9	1250	163,60		
						45,8	1503	166,55		
11	7					46,9	1503	161,06		testa
11	9					46,5	1503	157,26		"
11	11					28,3	5	127,76		
						44,6	1250	149,84		
						46,4	1503	154,69		

IL CAPO REPARTO

OPERATORE

LEGENDA: T = Temperatura di fondo; H = Profondita' della prova; p = Pressione di fondo osservata; D = Ruota piano di riferimento; P = Pressione di fondo corretta al piano di riferimento



SERVIZIO PRODUZIONE
REPARTO CONTROLLO GIACIMENTI

ALLEGATO alla Prova di Produzione ALFONSINE 11

OSSERVAZIONI

ANDAMENTO DELLA PROVA

Giorno 11 Agosto 1954 - Dalle ore 9 alle ore 21 spurgato il pozzo con
duse $\varnothing$ 8, 9, 10 mm.

Andamento delle pressioni come da diagrammi.

Chiusura del pozzo ore 21 ed andamento risali-
ta delle pressioni.

Andamento pressioni.-

Tempo	Casing	Tubing	Fondo	Gas mc/ora	N o t e
21,00	142,6	139,5			Chiusura pozzo (ereg. $\varnothing$ 8)
15	147,7	147,7			Calibratura tubing: il gra-
30	148,3	148,3			ve si ferma a m. 1505,20.
22,00	149,0	149,0			
23,00	149,5	149,5			Discesa Amerada elem. Temp.
24,00	149,6	149,6			9070/R. 3 ore.
1,00	149,8	149,8	166,55		Discesa Amerada elem. Pres.
2,00	150,0	150,0			9074 - 3 ore.
2,45	150,0	150,0	166,70		Discesi elem. P. e T. orol.
					12 ore.
3,00	146,6	144,6	166,70	4290	Aperto pozzo con duse $\varnothing$ 7.
30	145,9	143,6	162,32	4280	
4,00	145,5	142,7	161,90	4240	
30	145,5	142,3	161,69	4230	
5,00	145,5	142,2	161,48	4230	
30	145,5	142,0	161,41	4230	
45	145,5	142,0		4230	
6,00	148,7	148,7	158,31	6570	Aperto pozzo con duse $\varnothing$ 9.
30	135,8	135,8	158,03	6560	
7,00	142,5	136,5	157,61	6550	
30	142,1	136,5	157,47	6550	
8,00	142,1	136,4	157,26	6540	
30	142,1	136,6	157,22	6550	
9,00	142,1	136,6		6550	Aperto pozzo con duse $\varnothing$ 11.
30	138,8	124,9	153,81	9550	
10,00	139,9	125,1	153,39	9420	

IL CAPO REPARTO

OPERATORE



SERVIZIO PRODUZIONE
REPARTO CONTROLLO GIACIMENTI

ALLEGATO alla Prova di Produzione ALFONSINE 11

pag. 2

OSSERVAZIONI

Andamento pressioni.-

Tempo	Casing	Tubing	Fondo	Gas mc/ora	N o t e
10,30	139,8	126,0	154,80	9500	
11,00	139,7	128,3	154,70	9580	Discesi elem. P. e T. orol.
30	139,5	127,4		9550	12 ore.
12,00	139,5	126,7	154,70	9550	Prelevati campioni gas alla testa tubing con bombole: 2.149030 2.149036 2.149037

Curva di risalita della pressione alla chiusura duse Ø 11 mm.

Tempo	Casing	Tubing	Fondo	N o t e
0'	139,5	126,7	154,68	
1'	142,3			
2'	144,5	144,5		
3'	145,2			
4'	145,3			
5'	145,5	145,5	157,50	
10'	146,4	145,6	158,98	
15'	146,6	146,6	160,45	
30'	147,0	147,0	161,79	
60'	147,6	147,6	162,84	
90'	147,9	147,9	163,27	
120'	148,3	148,3	163,55	
150'	148,6	148,6	163,83	
180'	148,8	148,8	164,18	Ore 15 estrazione Amerada.

Ore 15,15' - Fine della prova. Inizio smontaggio attrezzatura.
Colmataggio pozzo.

IL CAPO REPARTO

OPERATORE

COMPUTO DELL'EQUAZIONE DEL FLUSSO DI GAS DALLA FORMAZIONE AL
POZZO E DEL POTENZIALE ASSOLUTO.

$$Q = C (P_f^2 - P_s^2)^n \quad (1)$$

Con i valori della pressione di fondo calcolati precedentemente e relativi alle varie portate, si può scrivere:

Duse mm	P_f o P_s kg/cmq. as.	P_f^2 o P_s^2	$(P_f^2 - P_s^2)$	Q mc/24 h.	P_w	P_w^2
Chiuso	167,68	28120	=	=	151,0	22800
7	161,30	26017	2103	101500	143,0	20306
9	156,21	24400	3720	157200	137,7	18961
		+	+	+		+

I dati delle colonne (+) riportati su diagramma a coordinate logaritmiche n° 8 permettono di determinare graficamente ed analiticamente il potenziale assoluto del pozzo.

1 - Calcolo di n.-

I valori del fattore di pressione ($P_f^2 - P_s^2$) ed i corrispondenti valori di portata indicati in figura sulla curva del potenziale assoluto, permettono di scrivere:

$$n = \frac{\log 157200 - \log 101500}{\log 3720 - \log 2103} = 0,767$$

2 - Calcolo di C.-

$$Q = C (P_f^2 - P_s^2)^n$$

Il valore di C si esprime scrivendo:

$$\log C = \log Q - n \log (P_f^2 - P_s^2)$$

Sostituendo i rispettivi valori si ha:

$$\begin{aligned}\log C &= \log 157200 - 0,767 \log 3720 = \\ &= 2,45785\end{aligned}$$

$$C = 287$$

Di conseguenza l'equazione di flusso è:

$$Q = 287 (P_f^2 - P_s^2)^{0,767}$$

Porrendo: $P_s = \text{zero}$ si ha

$$Q = 287 (28120)^{0,767} = 742'000 \text{ mc/g.}$$

che rappresentano il potenziale assoluto del pozzo.

I limiti di produzione sono pertanto:

$$\begin{aligned}5\% &= 37'000 \text{ mc/giorno} \\ 25\% &= 185'000 \quad \quad \quad \text{"}\end{aligned}$$

Pressioni di fondo.-

L'osservazione dell'andamento della pressione di fondo durante l'erogazione delle varie duse mostra un andamento in declino.

Per ottenere un valore attendibile da introdurre nel calcolo del potenziale del pozzo, si estrapolano i dati delle pressioni alle 24 ore, seguendo il metodo di D. Cornell.

ΔT ore	$P_f \text{ o } P_s$	$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)$	$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)^2$
0	167,68	1,0000	1,0000
0,30	163,32	0,9740	0,9487
1,00	162,90	0,9714	0,9436
1,30	162,70	0,9703	0,9414
2,00	162,48	0,9690	0,9389
2,30	162,41	0,9686	0,9382

Applicando il metodo dei minimi quadrati si ottiene l'equazione della retta espressa dalla formula:

$$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)^2 = 0,9436 - 0,0136 \log_{10} \Delta T$$

ed estrapolando a 24 ore, si ha:

$$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)^2 = 0,9249 \quad \text{da cui:}$$

$$P_s = 167,68 \times \sqrt{0,9249} = 161,3 \text{ kg/cm}^2 \text{ assoluti}$$

Analogamente per la duse ϕ 9 mm., si ha:

ΔT ore	$P_f \circ P_s$	$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)$	$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)^2$
0	167,68	1,000	1,000
0,30	159,31	0,9500	0,9025
1,00	159,03	0,9485	0,8996
1,30	158,61	0,9460	0,8949
2,00	158,47	0,9450	0,8930
2,30	158,26	0,9436	0,8904

ed applicando il metodo dei minimi quadrati:

$$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)^2 = 0,8996 - 0,02312 \log_{10} \Delta T$$

da cui estrapolando, si ha:

$$\left(\frac{P_s}{P_f}\right)^2 = 0,8677 \quad \text{e} \quad P_s = 156,21 \text{ kg/cm}^2 \text{ ass.}$$

Non è possibile l'interpretazione del declino della duse ϕ 11 mm.