









Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV	Sondaggio: SN_02
Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia	Data: 26/09/2019 - 17/10/2019
Coordinate:	Quota: m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 : 100

## STRATIGRAFIA - SN 02

Pagina 5/6

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test			prove in foro	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
									Prel. % 0 --- 100	S.P.T. m	N						
						CR11) Rin 80,00 80,50											
				81													17
				82													
				83													
				84													
				85													
				86													
				87													
				88													18
				89													
				90													
				91													
				92													
				93													19
				94													
				95													
				96		CR12) Rin 95,50 96,00											
				97													
				98													
				99													
101				100										100.0			20

Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV	Sondaggio: SN_02
Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia	Data: 26/09/2019 - 17/10/2019
Coordinate:	Quota: m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:100

**STRATIGRAFIA - SN 02**

Pagina 6/6

Utilizzata sonda perforatrice tipo ATLAS MUSTAN.  
Eseguito rilievo masse metalliche in superficie.  
Eseguito rilievo del gas in foro.  
Utilizzato carotiere doppio con corona diamantata da 33,00 a 40,00m; da 41,00m a 44,00m; da 62,00m a 100,00m.  
Prelevati n. 3 campioni indisturbati.  
Prelevati n. 19 campioni rimaneggiati.  
Eseguite n. 15 prove S.P.T..  
Eseguite n. 2 prove Lefranc.  
Eseguite n. 2 prove Lugeon.  
Eseguite n. 3 prove Pressiometriche.  
Eseguite n. 2 prove Dilatometriche.  
Eseguite n. 1 prove Fratturazione Idraulica.  
Installato tubo in PVC da 0,5" e 1,5" per Cella Casagrande fino a 11,50m da p.c.  
Installato chiusino con lucchetto.  
\*Ind: Campionatore triplo.  
Normativa: A.G.I. 1977



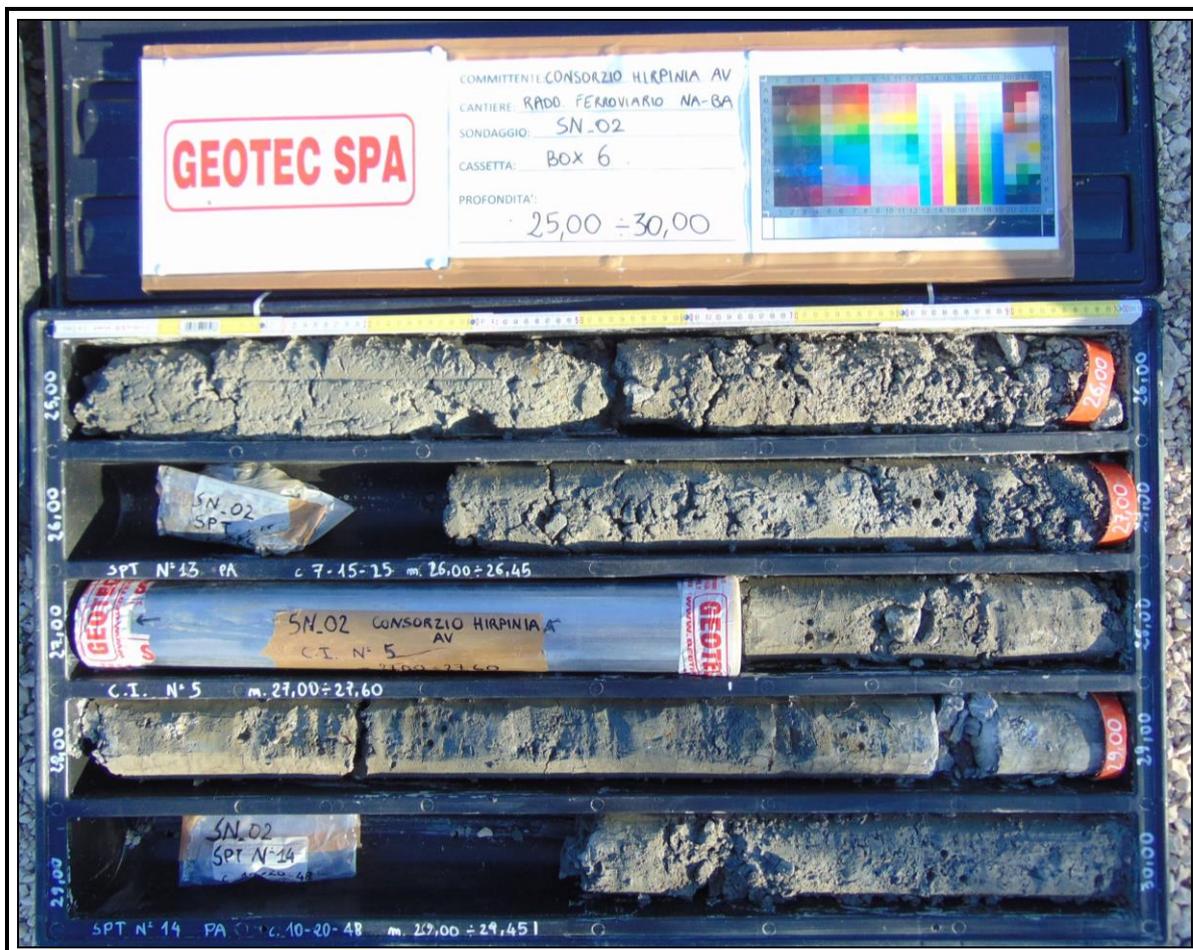
**Sondaggio SN\_02**



Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02



## Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02



Sondaggio SN\_02

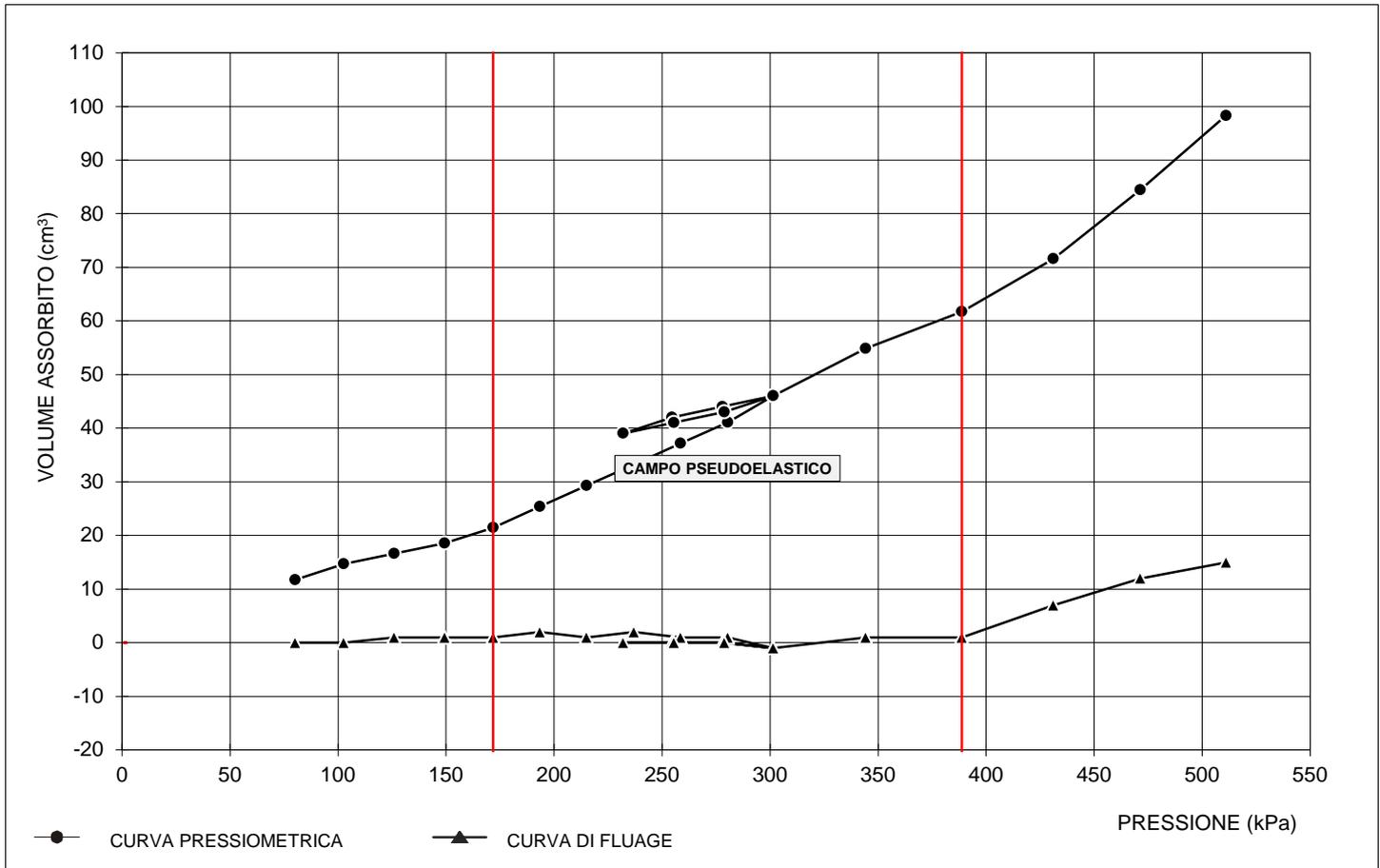




**Sondaggio SN\_02**



**CURVA PRESSIOMETRICA E DI FLUAGE**



La curva indica la presenza di un terreno con natura espansiva. Buona la stima della pressione limite, più incerta l'individuazione della fase pseudoelastica.

**LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO**

PRESSIONE DI RICOMPRESSIONE	Po	171,8	(kPa)
VOLUME DI RICOMPRESSIONE	Vo	21,5	(cm³)
PRESSIONE DI SCORRIMENTO FINALE	Pf	388,8	(kPa)
VOLUME DI SCORRIMENTO FINALE	Vf	61,7	(cm³)

**PARAMETRI DI CALCOLO**

VOLUME LIMITE	Vi	578,0	(cm³)
VOLUME CORRETTO LETTO NELLA PORZIONE CENTRALE DI ΔV	Vm	576,6	(cm³)
PARAMETRO DI CONTROLLO	Ep/P'I	12	(-)
VOLUME DELLA CELLA ALLA LETTURA DI 0 VOLUME IN SUPERFICIE	Vi	535	(cm³)
COEFFICIENTE DI POISSON	v	0,40	(-)
COEFFICIENTE REOLOGICO	α	0,59	(-)

**RISULTATI**

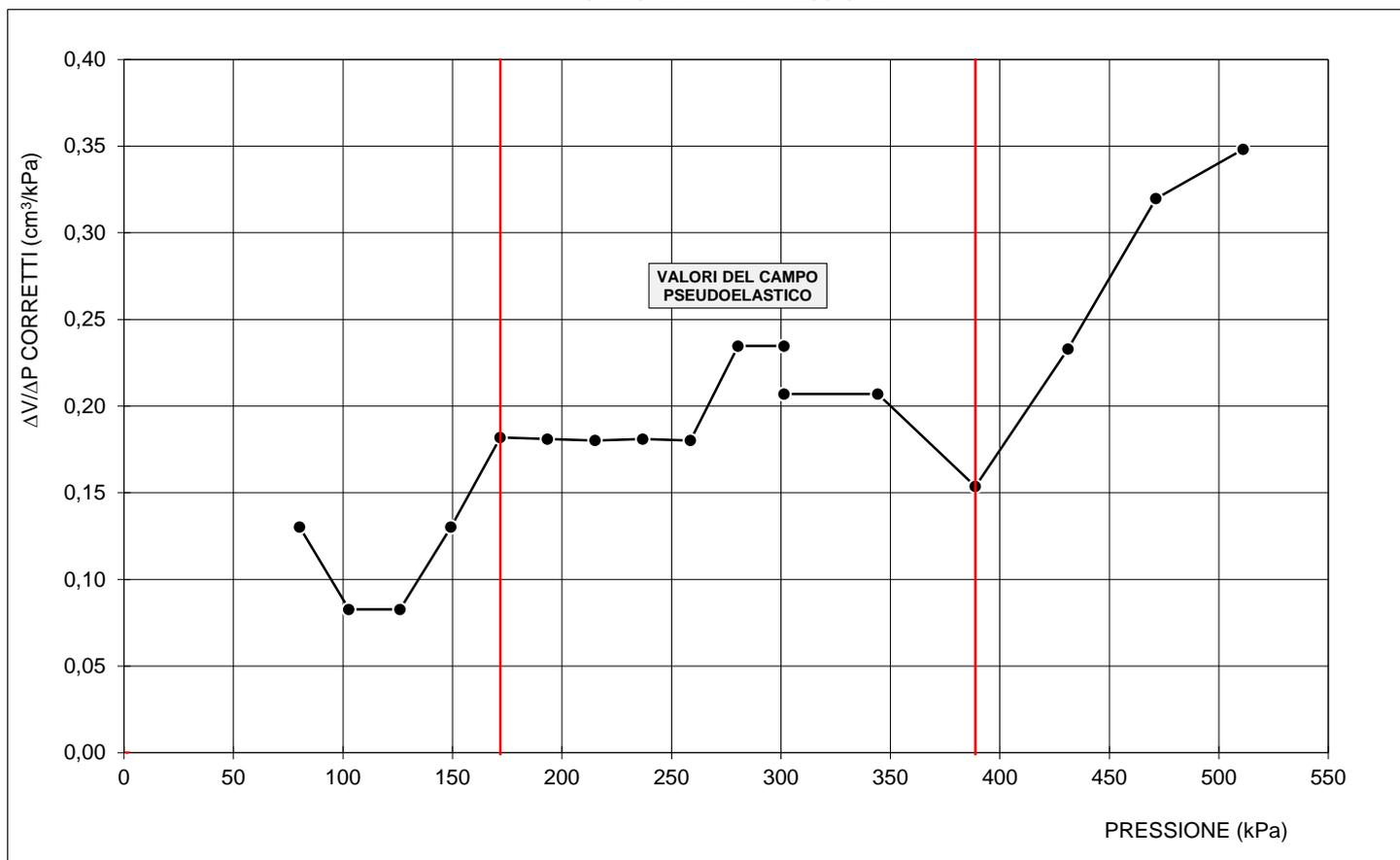
PRESSIONE LIMITE	PI	920	(kPa)
PRESSIONE LIMITE NETTA	P'I	748	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	8.715	(kPa)
MODULO DI YOUNG	E	14.819	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI NON DRENATE	Cu	136	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI DRENATE	φ'	/	(°)

**1° CICLO D'ISTERESI**

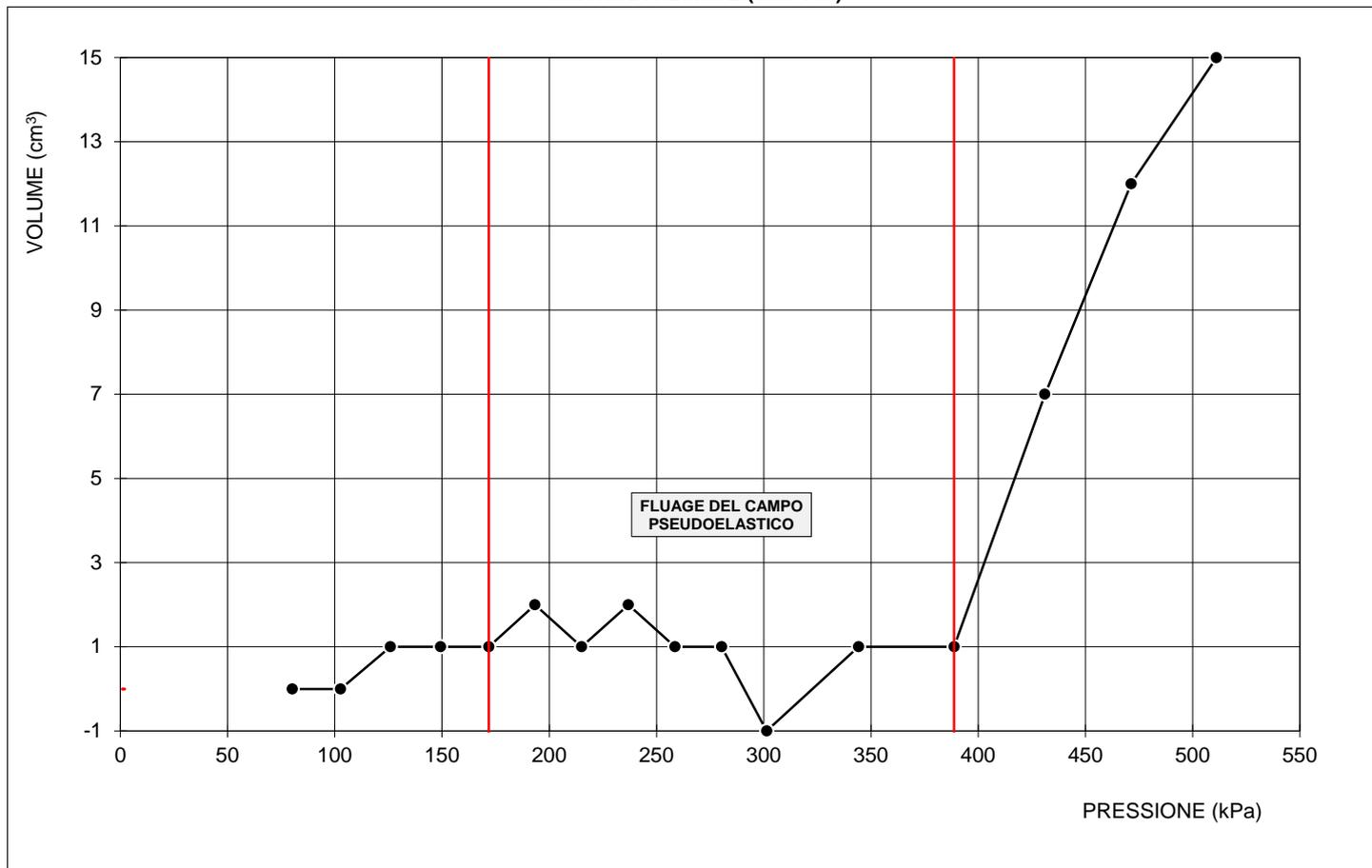
**2° CICLO D'ISTERESI**

VOLUME INIZIALE	V <sub>0</sub>	39,0	(cm³)	VOLUME INIZIALE	V <sub>1</sub>		(cm³)
VOLUME FINALE	Vf	46,0	(cm³)	VOLUME FINALE	V <sub>2</sub>		(cm³)
PRESSIONE INIZIALE	P <sub>0</sub>	232,0	(kPa)	PRESSIONE INIZIALE	P <sub>1</sub>		(kPa)
PRESSIONE FINALE	Pf	301,4	(kPa)	PRESSIONE FINALE	P <sub>2</sub>		(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	16.032	(kPa)	MODULO DI MENARD	Ep		(kPa)

**CURVA DELLA VARIAZIONE DI  $\Delta V/\Delta P$  CORRETTO PER OGNI STEP DI PRESSIONE  
IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE**



**CURVA DI FLUAGE (V60-V30)**



## DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

GRAFICO PRESSIONE CORRETTA IN FUNZIONE DEL VOLUME CORRETTO

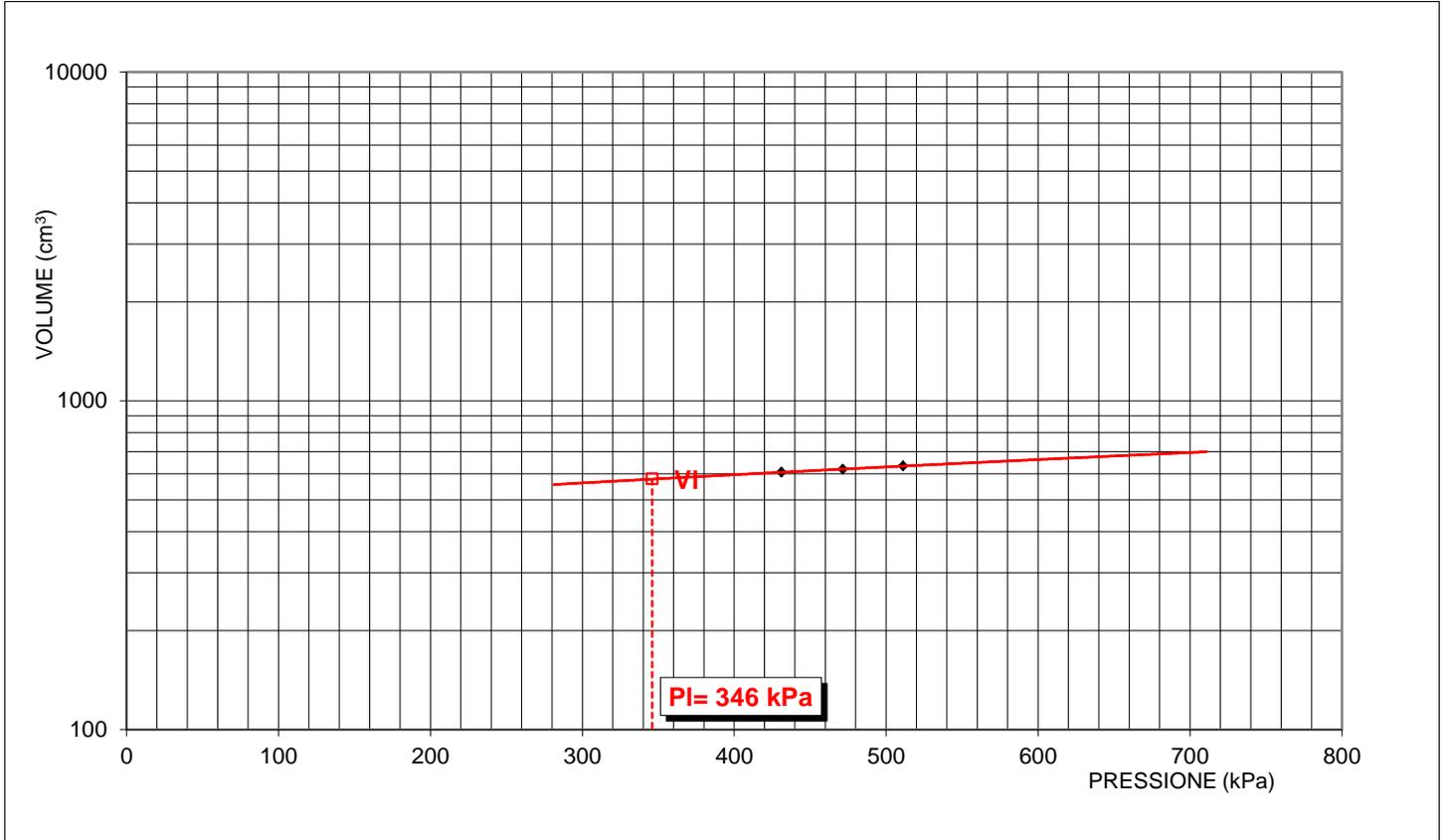
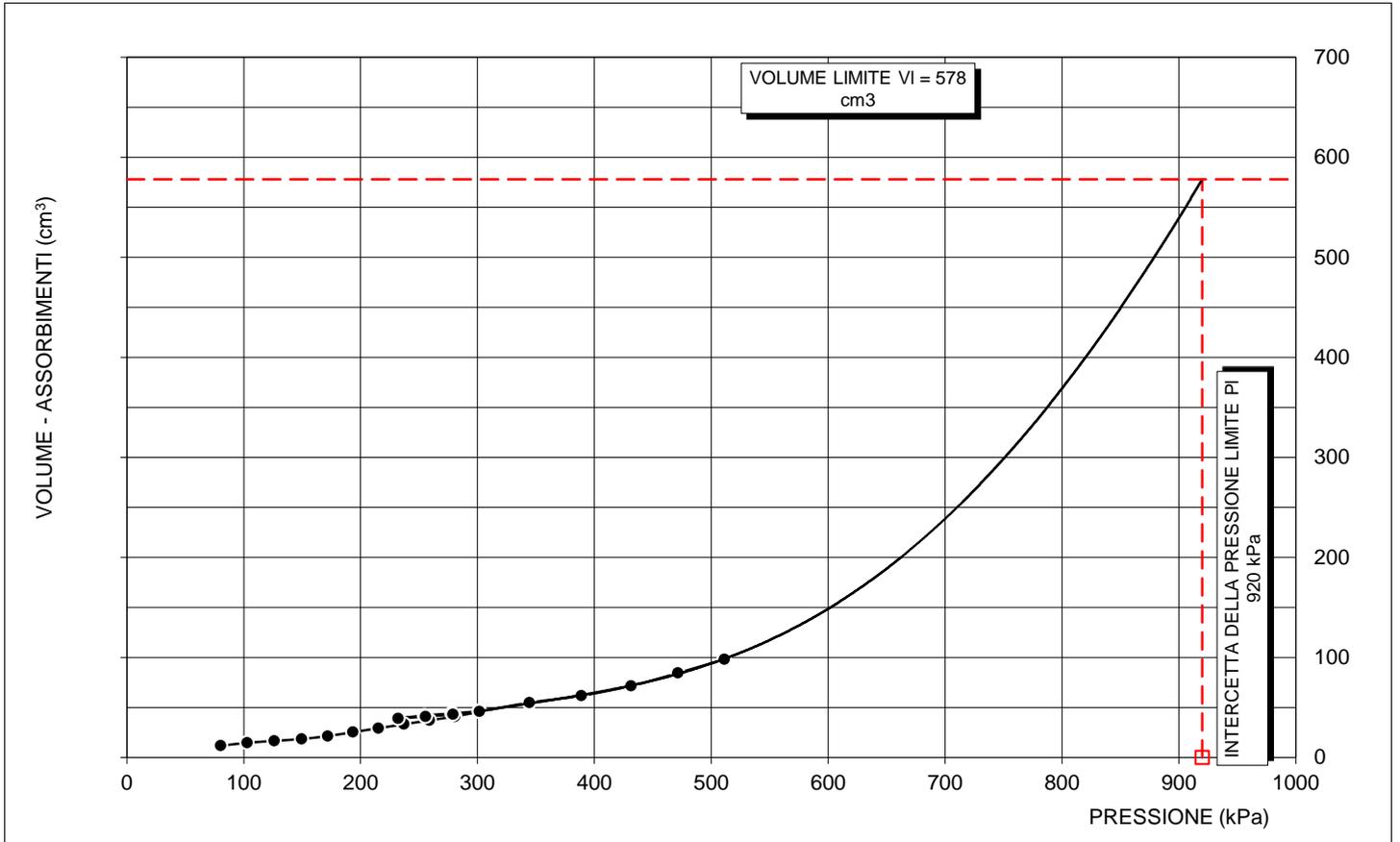


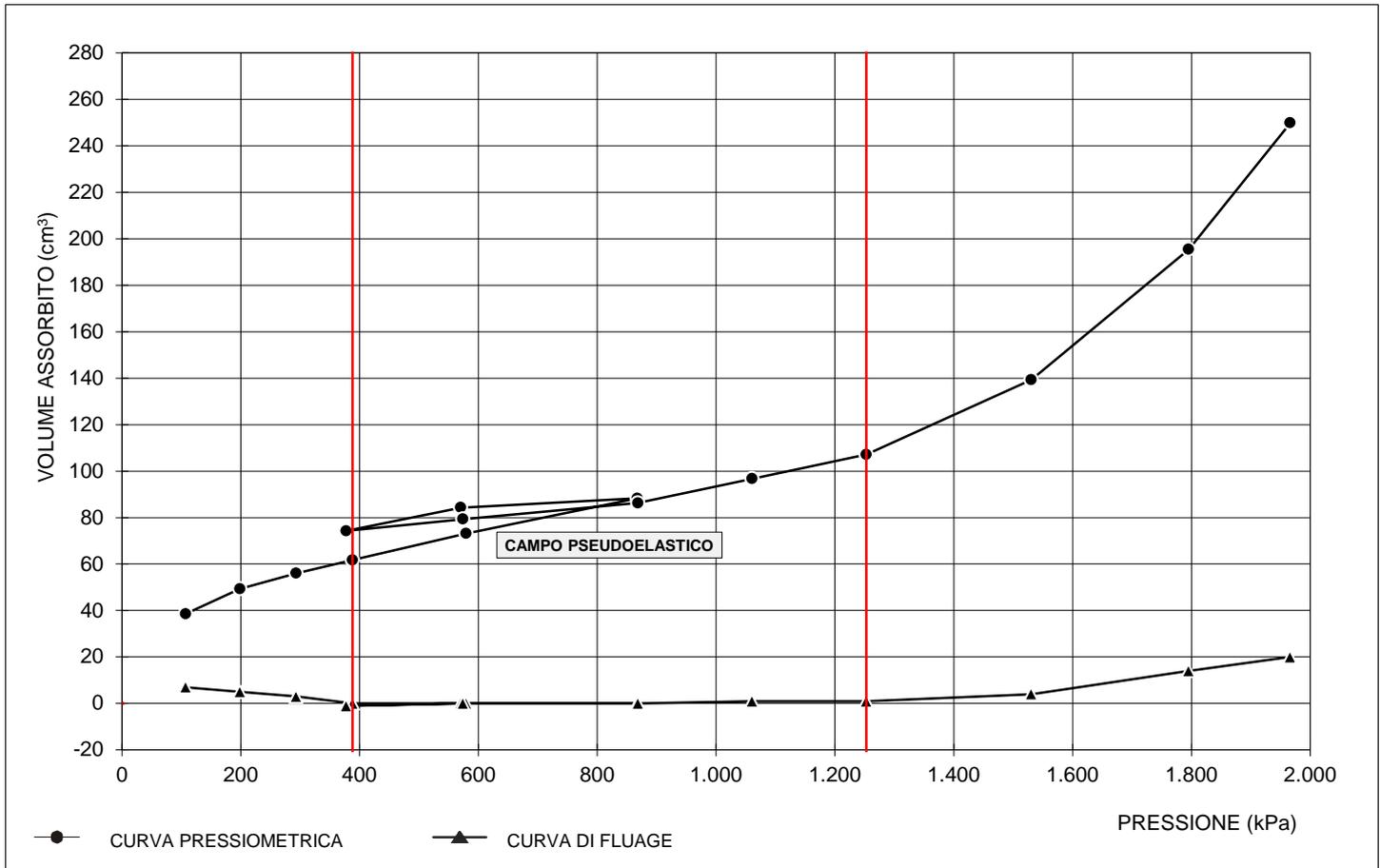
GRAFICO PRESSIONE - VARIAZIONE VOLUME CON INTERPOLAZIONE DELLA CURVA FINO AL VALORE DEL VOLUME LIMITE







**CURVA PRESSIOMETRICA E DI FLUAGE**



La curva mostra un andamento regolare e privo di anomalie. Pertanto risulta chiara l'individuazione della fase pseudoelastica e sicura la stima della pressione limite.

**LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO**

PRESSIONE DI RICOMPRESSIONE	Po	388,3	(kPa)
VOLUME DI RICOMPRESSIONE	Vo	61,7	(cm³)
PRESSIONE DI SCORRIMENTO FINALE	Pf	1.252,8	(kPa)
VOLUME DI SCORRIMENTO FINALE	Vf	107,1	(cm³)

**PARAMETRI DI CALCOLO**

VOLUME LIMITE	Vi	658,4	(cm³)
VOLUME CORRETTO LETTO NELLA PORZIONE CENTRALE DI ΔV	Vm	619,4	(cm³)
PARAMETRO DI CONTROLLO	Ep/P'I	15	(-)
VOLUME DELLA CELLA ALLA LETTURA DI 0 VOLUME IN SUPERFICIE	Vi	535	(cm³)
COEFFICIENTE DI POISSON	v	0,45	(-)
COEFFICIENTE REOLOGICO	α	0,95	(-)

**RISULTATI**

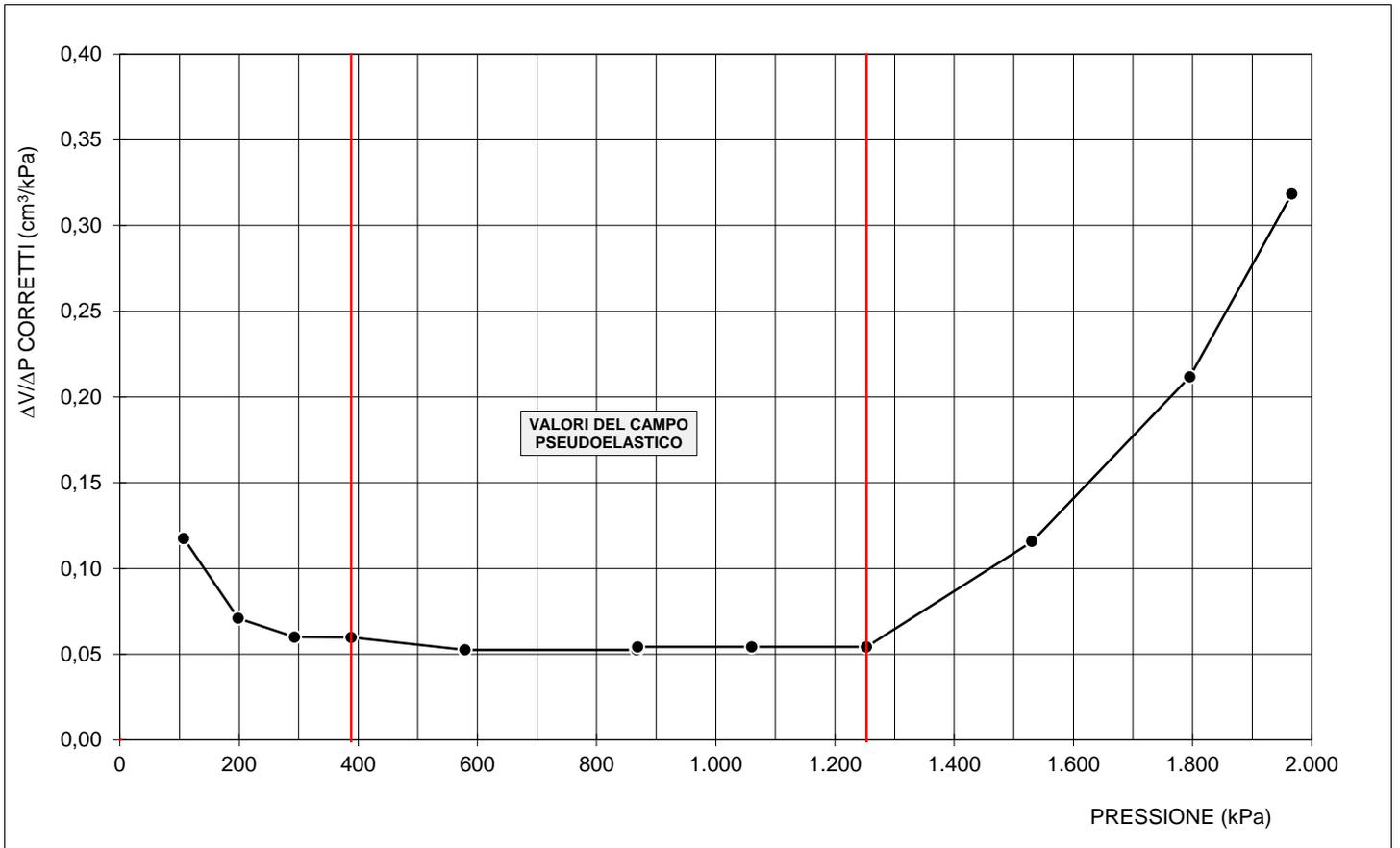
PRESSIONE LIMITE	PI	2.600	(kPa)
PRESSIONE LIMITE NETTA	P'I	2.212	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	34.204	(kPa)
MODULO DI YOUNG	E	36.102	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI NON DRENATE	Cu	402	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI DRENATE	φ'	/	(°)

**1° CICLO D'ISTERESI**

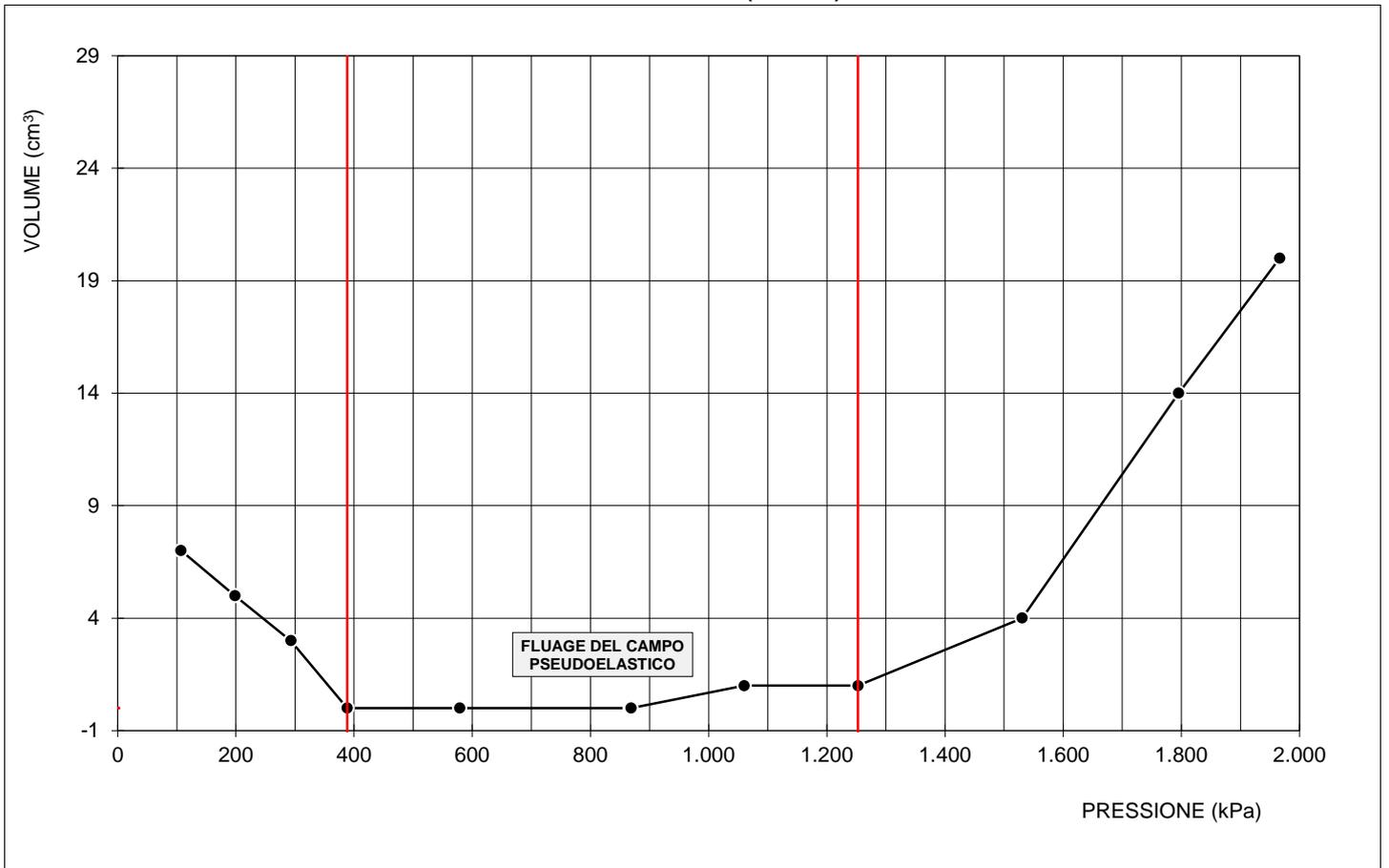
**2° CICLO D'ISTERESI**

VOLUME INIZIALE	V <sub>0</sub>	74,3	(cm³)	VOLUME INIZIALE	V <sub>1</sub>		(cm³)
VOLUME FINALE	Vf	86,3	(cm³)	VOLUME FINALE	V <sub>2</sub>		(cm³)
PRESSIONE INIZIALE	P <sub>0</sub>	377,6	(kPa)	PRESSIONE INIZIALE	P <sub>1</sub>		(kPa)
PRESSIONE FINALE	Pf	868,7	(kPa)	PRESSIONE FINALE	P <sub>2</sub>		(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	73.024	(kPa)	MODULO DI MENARD	Ep		(kPa)

**CURVA DELLA VARIAZIONE DI  $\Delta V/\Delta P$  CORRETTI PER OGNI STEP DI PRESSIONE  
IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE**



**CURVA DI FLUAGE (V60-V30)**



## DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

GRAFICO PRESSIONE CORRETTA IN FUNZIONE DEL VOLUME CORRETTO

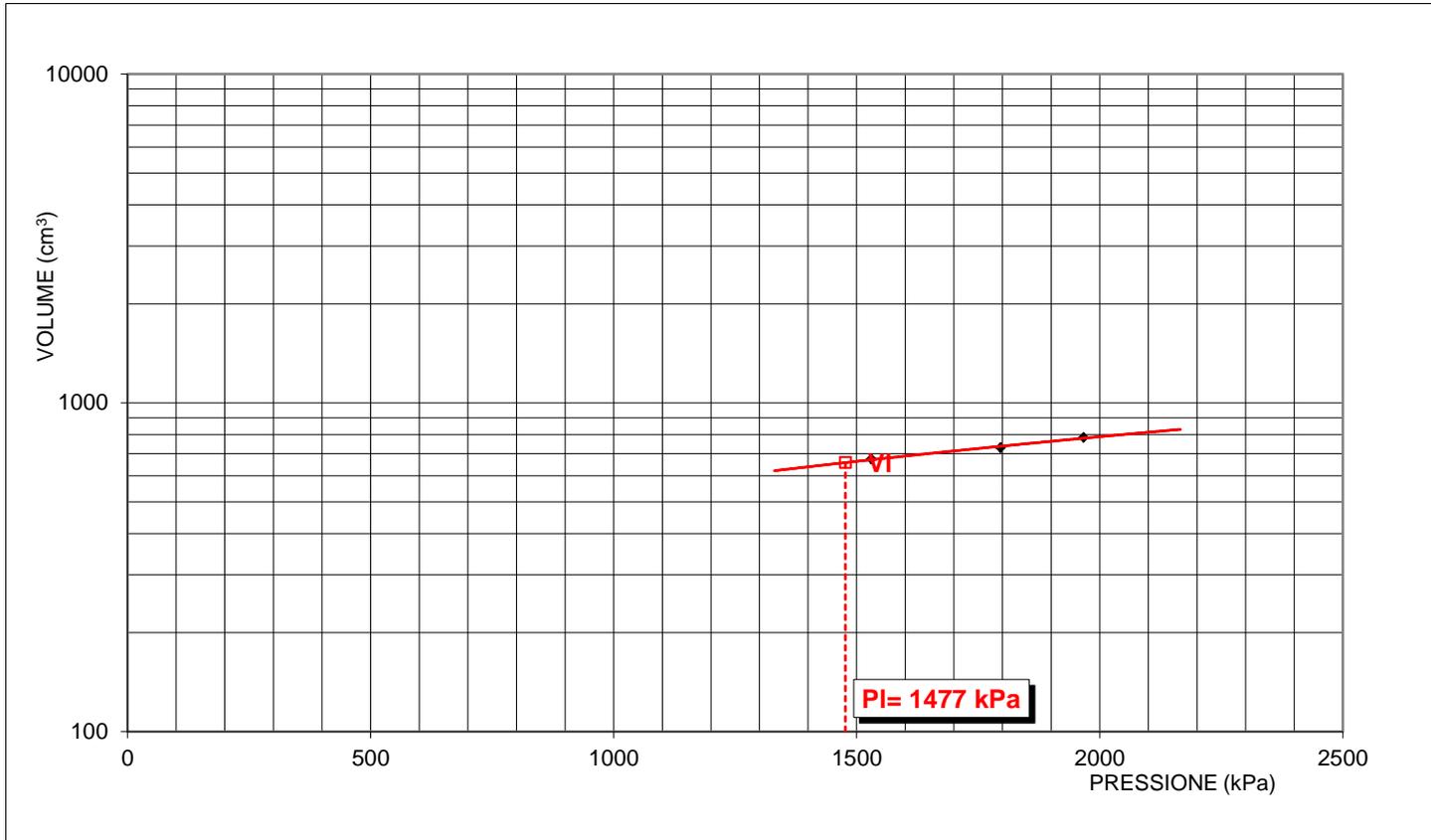
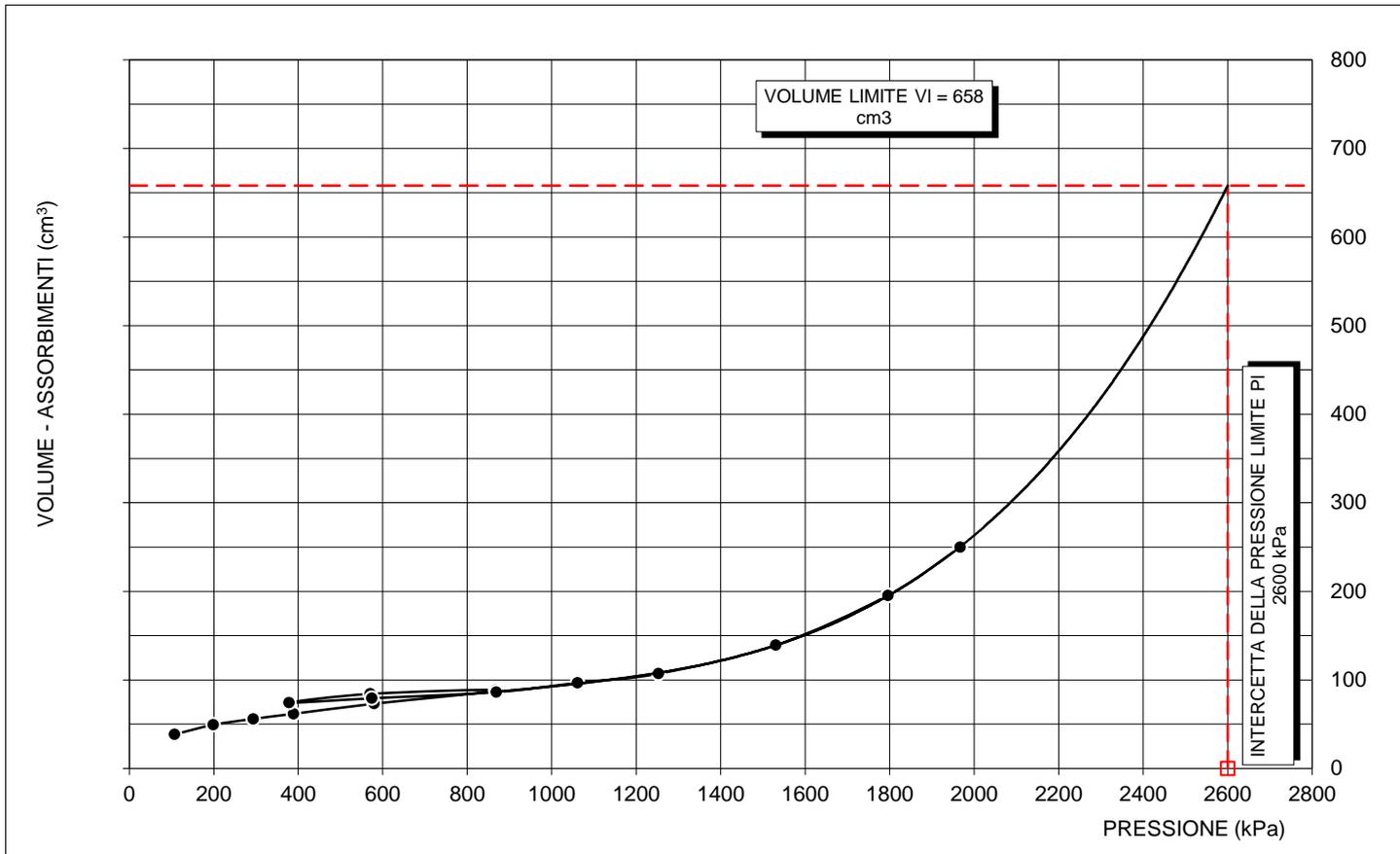
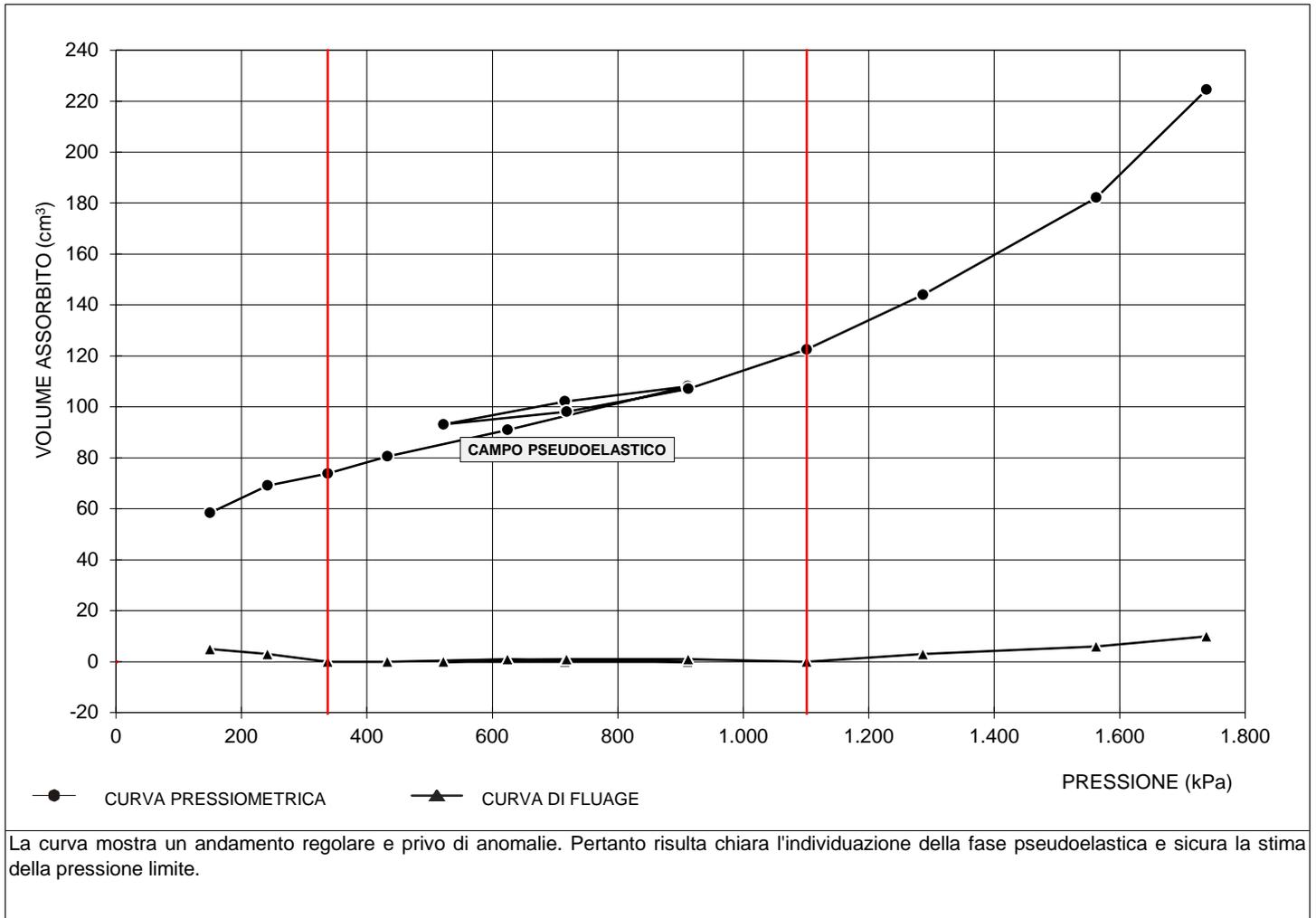


GRAFICO PRESSIONE - VARIAZIONE VOLUME CON INTERPOLAZIONE DELLA CURVA FINO AL VALORE DEL VOLUME LIMITE







**CURVA PRESSIOMETRICA E DI FLUAGE**

**LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO**

PRESSIONE DI RICOMPRESSIONE	Po	337,9	(kPa)
VOLUME DI RICOMPRESSIONE	Vo	73,9	(cm <sup>3</sup> )
PRESSIONE DI SCORRIMENTO FINALE	Pf	1.101,3	(kPa)
VOLUME DI SCORRIMENTO FINALE	Vf	122,5	(cm <sup>3</sup> )

**PARAMETRI DI CALCOLO**

VOLUME LIMITE	Vi	682,8	(cm <sup>3</sup> )
VOLUME CORRETTO LETTO NELLA PORZIONE CENTRALE DI ΔV	Vm	633,2	(cm <sup>3</sup> )
PARAMETRO DI CONTROLLO	Ep/P'I	13	(-)
VOLUME DELLA CELLA ALLA LETTURA DI 0 VOLUME IN SUPERFICIE	Vi	535	(cm <sup>3</sup> )
COEFFICIENTE DI POISSON	v	0,45	(-)
COEFFICIENTE REOLOGICO	α	0,74	(-)

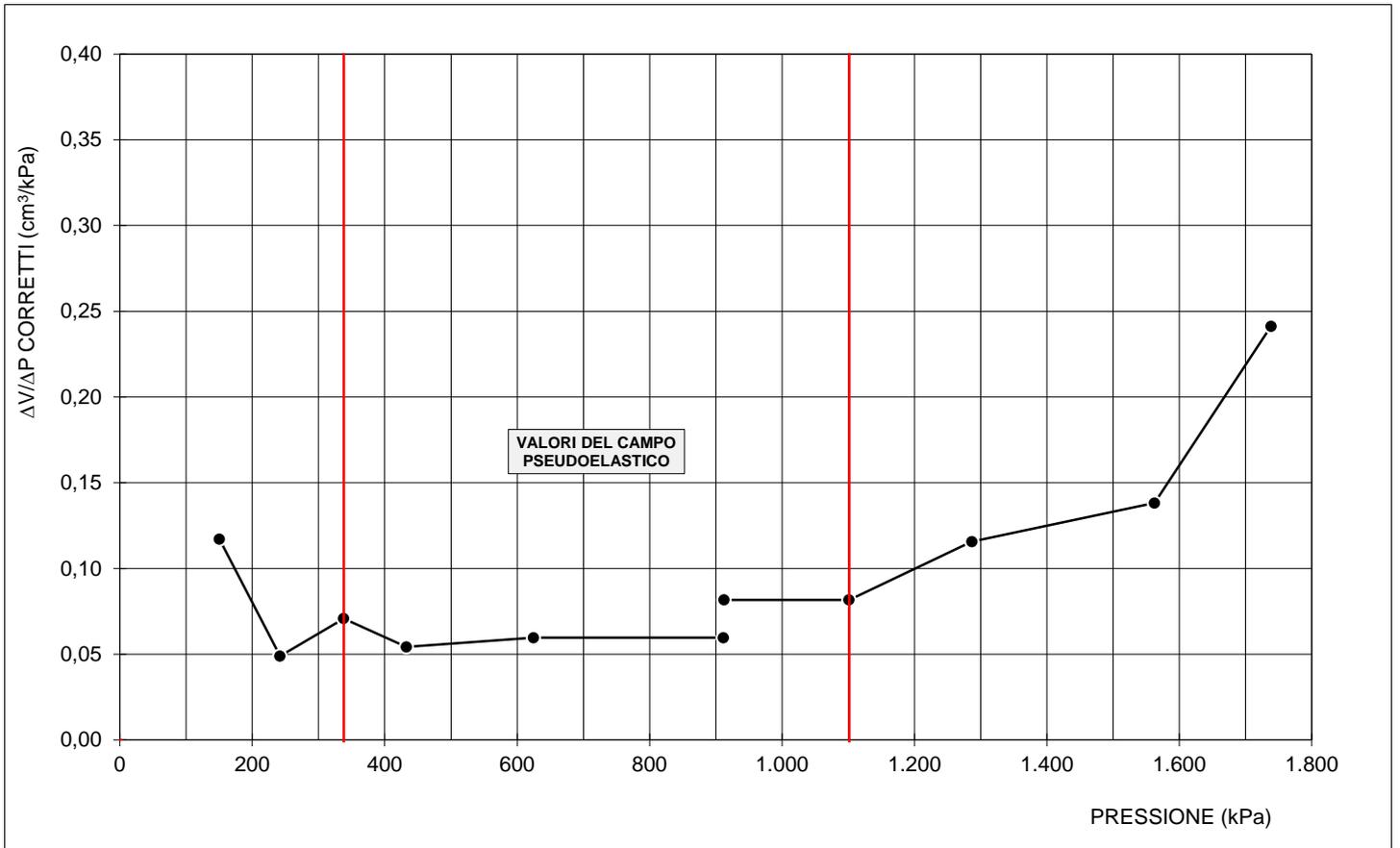
**RISULTATI**

PRESSIONE LIMITE	PI	2.500	(kPa)
PRESSIONE LIMITE NETTA	P'I	2.162	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	28.844	(kPa)
MODULO DI YOUNG	E	38.964	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI NON DRENATE	Cu	393	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI DRENATE	φ'	/	(°)

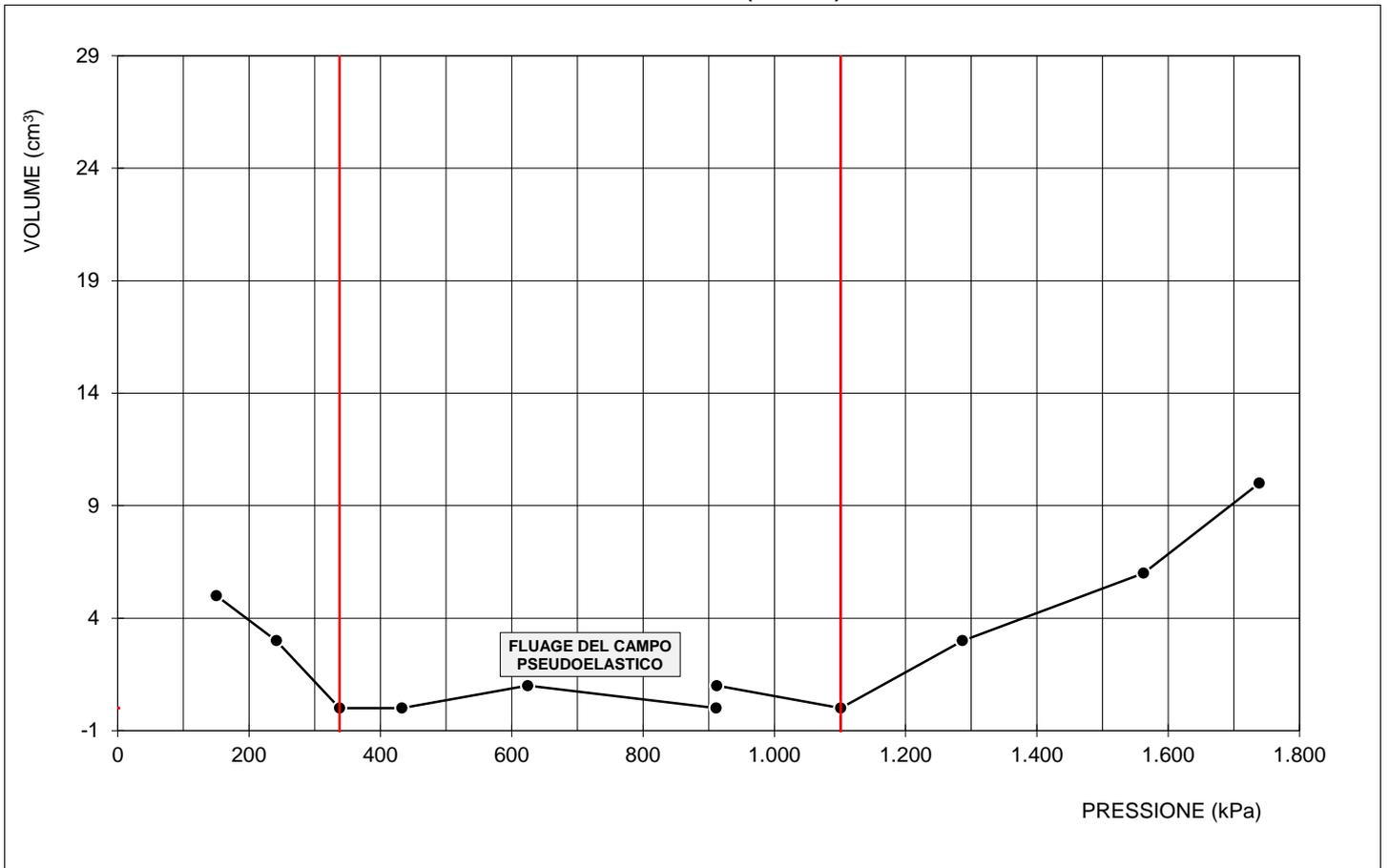
**1° CICLO D'ISTERESI**
**2° CICLO D'ISTERESI**

VOLUME INIZIALE	V <sub>0</sub>	93,1	(cm <sup>3</sup> )	VOLUME INIZIALE	V <sub>1</sub>		(cm <sup>3</sup> )
VOLUME FINALE	Vf	107,1	(cm <sup>3</sup> )	VOLUME FINALE	V <sub>2</sub>		(cm <sup>3</sup> )
PRESSIONE INIZIALE	P <sub>0</sub>	522,4	(kPa)	PRESSIONE INIZIALE	P <sub>1</sub>		(kPa)
PRESSIONE FINALE	Pf	912,4	(kPa)	PRESSIONE FINALE	P <sub>2</sub>		(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	51.309	(kPa)	MODULO DI MENARD	Ep		(kPa)

**CURVA DELLA VARIAZIONE DI  $\Delta V/\Delta P$  CORRETTI PER OGNI STEP DI PRESSIONE  
IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE**



**CURVA DI FLUAGE (V60-V30)**



## DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

GRAFICO PRESSIONE CORRETTA IN FUNZIONE DEL VOLUME CORRETTO

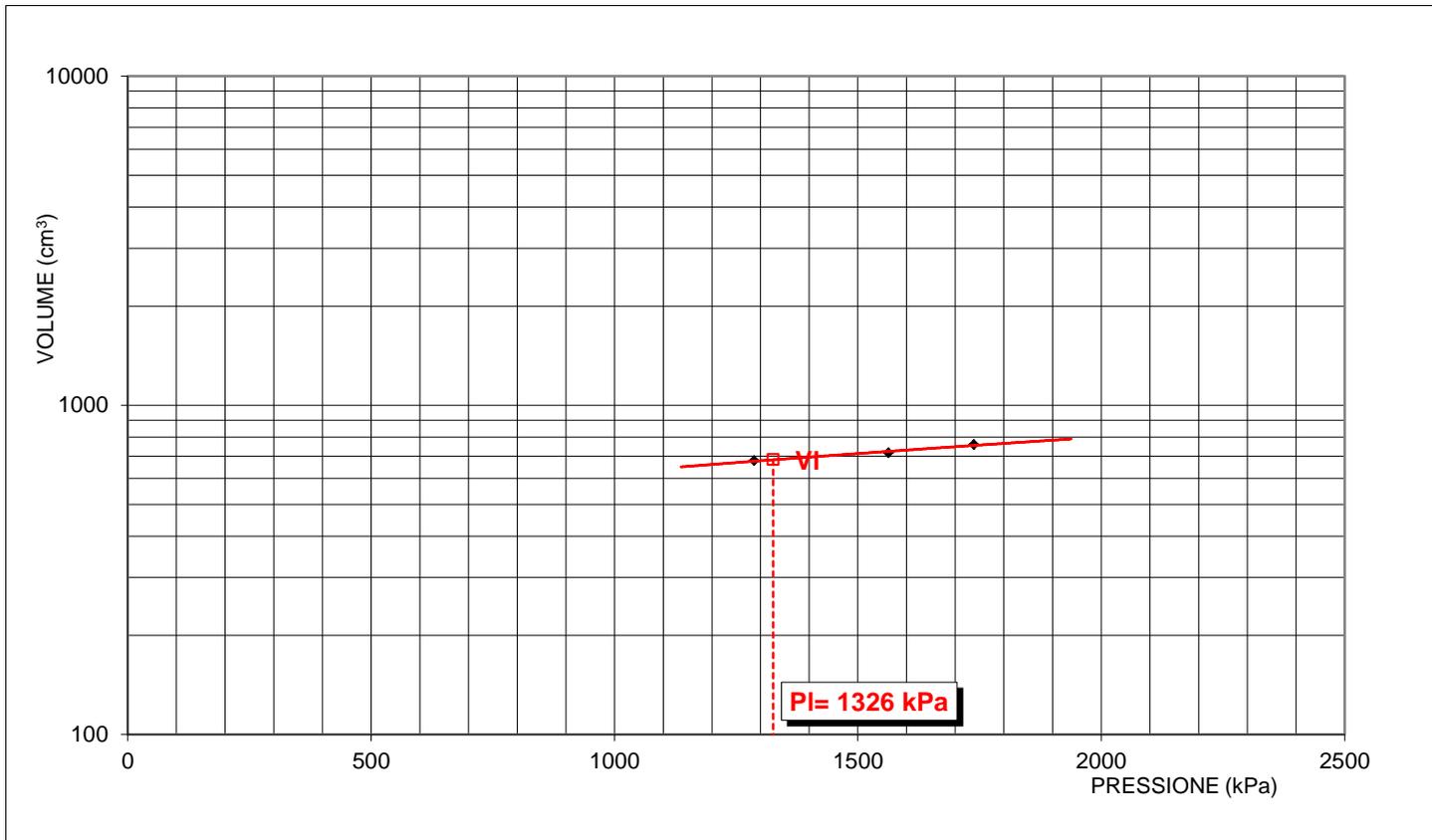
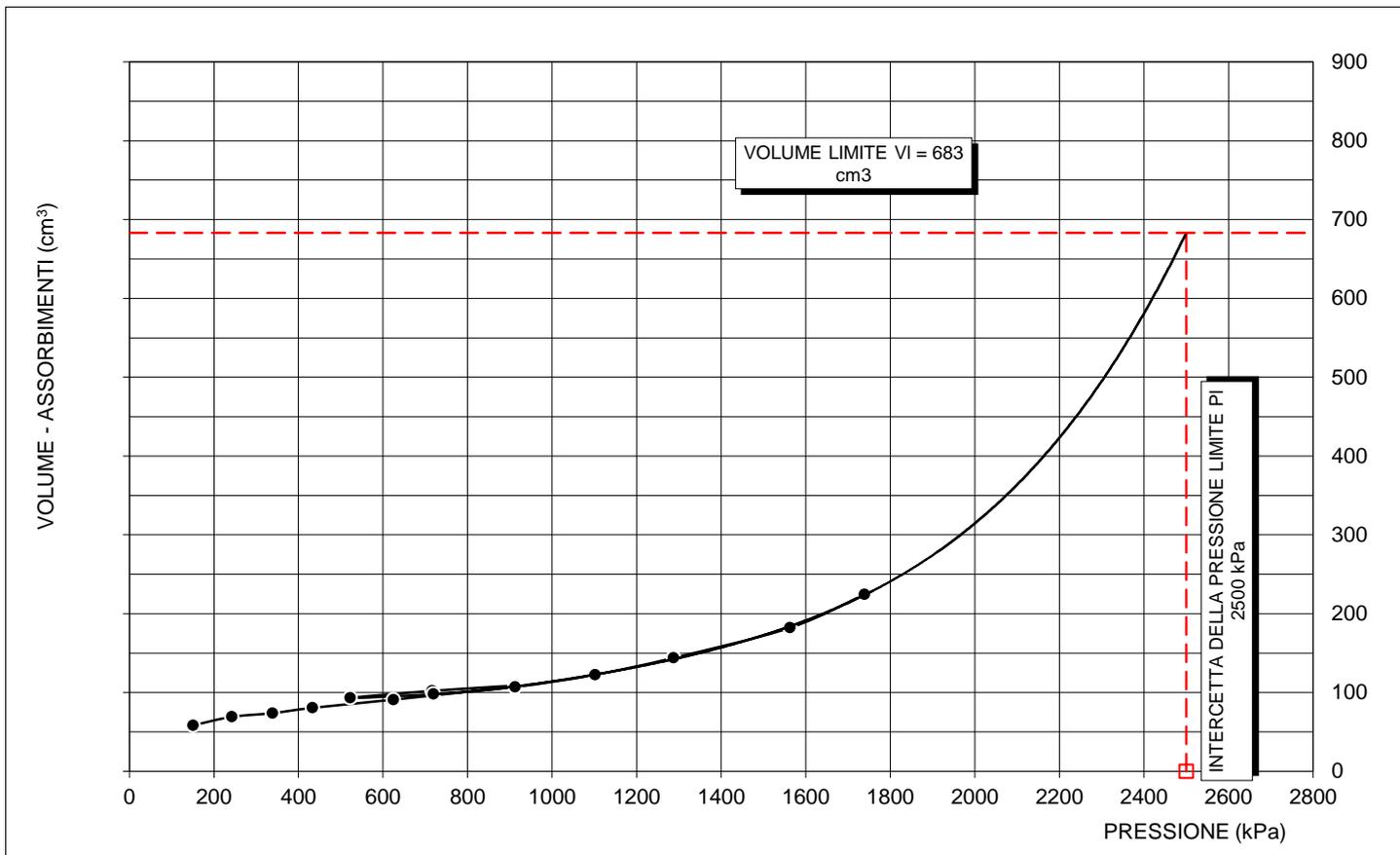


GRAFICO PRESSIONE - VARIAZIONE VOLUME CON INTERPOLAZIONE DELLA CURVA FINO AL VALORE DEL VOLUME LIMITE





A.T.I. tra	borehole	SN_02	probe depth m	33,0	mod DVT REV 2 MARZO 2018				
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA	job	1925-28	v. accept.	1925-28			
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA	report	1925-28	DRT				
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	site	PONTE MELITO	coordinates	EAST	NORTH	date	01.10.19	pag	1/3
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)									

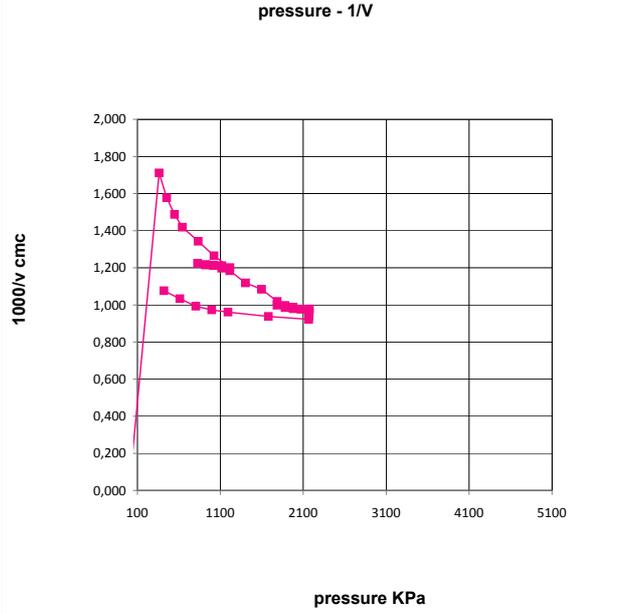
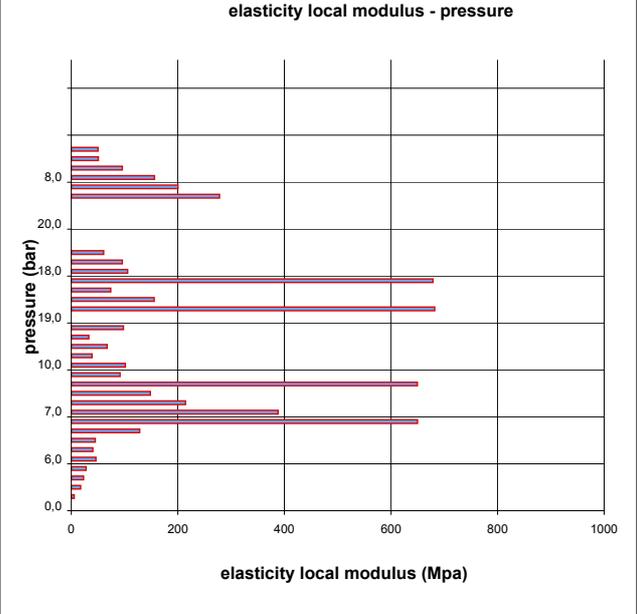
**DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987**

Borehole				LITHOTYPE		PRESSURE								
SN_02						STEP	P	Pcorr	Vol	e c	1/V	diameter	Dil. Diam	Modulo
test	1	depth m	33,00	direction - displacement		bar	Kpa	cmc	%	1000/cmc	(mm)	( mm )	MPa	
slope (degree)	90	core barrel	C.SEMPLICE 101 MM			0	0,0	0	0,0	-9,266	0,000	91,643	0,000	0,0
Device:	CSM Type GEODV03 95 mm					1	1,0	362	584,5	-1,163	1,711	99,827	8,184	5,3
Orientation capteur	Standard method: ISRM 1987					2	2,0	454	634,0	-0,507	1,577	100,490	8,847	17,5
Probe diam 95 MM	Borehole diam 101 MM					3	3,0	548	672,5	0,000	1,487	101,002	9,359	23,0
Meteo	Temperature					4	4,0	642	705,0	0,426	1,419	101,432	9,789	27,7
lithotype	ARGILLA MARNOSA					5	6,0	833	744,9	0,948	1,342	101,959	10,316	46,2
water table	2,0 POCKET PENETRO METER					6	8,0	1024	790,9	1,545	1,264	102,562	10,919	40,5
Creep test P ( Bars ) =				creep diagram		7	10,0	1216	832,9	2,086	1,201	103,109	11,466	44,9
Temps min	PBAR	MM				8	9,0	1118	825,4	1,990	1,212	103,012	11,369	128,5
0	20,0	105,765				9	8,0	1021	823,9	1,971	1,214	102,992	11,349	649,6
1	20,0	105,891				10	7,0	923	821,4	1,939	1,217	102,960	11,317	388,1
2	20,0	105,917				11	6,0	825	816,9	1,881	1,224	102,901	11,258	214,6
3	20,0	105,993				12	7,0	923	823,4	1,964	1,214	102,986	11,343	148,1
4	20,0	106,081				13	8,0	1020	824,9	1,984	1,212	103,005	11,362	649,5
5	20,0	106,334				14	9,0	1117	835,4	2,119	1,197	103,142	11,499	91,5
PROBE SCHEME				pressure - time		15	10,0	1214	844,9	2,241	1,184	103,265	11,622	101,5
						16	12,0	1405	893,9	2,868	1,119	103,899	12,256	38,9
rod adaptor						17	14,0	1598	922,9	3,238	1,084	104,272	12,629	67,2
electronic device						18	16,0	1787	981,8	3,986	1,018	105,028	13,385	32,8
double action piston						19	20,0	2174	1022,8	4,502	0,978	105,549	13,906	97,8
expandable cylinder						20	19,0	2076	1023,3	4,509	0,977	105,556	13,913	-2000,8
						21	18,0	1978	1021,8	4,490	0,979	105,537	13,894	682,1
						22	17,0	1881	1015,3	4,408	0,985	105,454	13,811	155,6
						23	16,0	1785	1001,8	4,238	0,998	105,283	13,640	74,1
						24	17,0	1883	1003,3	4,257	0,997	105,302	13,658	678,8
						25	18,0	1979	1012,8	4,377	0,987	105,422	13,779	105,8
						26	19,0	2076	1023,3	4,509	0,977	105,556	13,913	95,8
						27	20,0	2173	1039,8	4,716	0,962	105,765	14,122	60,7
						28	20,0	2171	1049,8	4,841	0,953	105,891	14,248	-1,2
						29	20,0	2171	1051,8	4,866	0,951	105,917	14,274	-1,2
						30	20,0	2170	1057,8	4,941	0,945	105,993	14,350	-1,2
						31	20,0	2170	1064,8	5,029	0,939	106,081	14,438	-1,2
						32	20,0	2167	1084,8	5,279	0,922	106,334	14,691	-1,2
						33	15,0	1679	1066,4	5,048	0,938	106,101	14,458	278,3
						34	10,0	1192	1040,9	4,730	0,961	105,779	14,136	200,4
						35	8,0	997	1027,9	4,567	0,973	105,614	13,971	156,2
						36	6,0	804	1006,9	4,303	0,993	105,347	13,704	95,8
						37	4,0	612	968,0	3,810	1,033	104,850	13,207	50,6
						38	2,0	420	929,0	3,316	1,076	104,351	12,708	50,2
PROBE CALIBRATION				calibration		i valori diametrali sono calcolati come valore medio della sonda cilindrica in espansione								
probe	GEODV03 CSM TYPE					FIELD LIMITS								
membrane	CAUCCIU' ARMATO					min	P	P corr	V corr	creep	1000/V	diameter	Dil. Diam	loop
measure cell height (cm)						min	3,0	547,6	672,5	0,0	1,5	101,0	9,4	primo
V0 cell volume at rest (cmc)	3133					max	20,0	2174,4	1022,8	4,5	1,0	105,5	13,9	carico
length cable (mt)	100					max	10,0	1215,6	832,9	2,1	1,2	103,1	11,5	I
Volume initial Vi (cmc)	673					min	6,0	825,3	816,9	1,9	1,2	102,9	11,3	
diam calibration tube (cm)	10,1					max	20,0	2174,4	1022,8	4,5	1,0	105,5	13,9	II
tube calibration volume cmc	3806					min	16,0	1784,7	1001,8	4,2	1,0	105,3	13,6	
Calibration in air						max	20,0	2167,4	1084,8	5,3	0,9	106,3	14,7	III
coeff m	0,11 Kpa/cmc					min	6,0	803,7	1006,9	4,3	1,0	105,3	13,7	
Confined calibration														
first load	9,7 cmc/Mpa													
unload	5,1 cmc/Mpa													



A.T.I. tra <b>SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)</b> <b>GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)</b> <b>GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)</b> <b>TRIVELSONDAGGI SRL - Crispiano (mandante)</b>	<b>DILATOMETRIC ROCK TEST DRT</b>			mod DVT REV 2 MARZO 2018			
	borehole	SN_02	probe depth m	33,0	code	1	
Client:	<b>CONSORZIO HIRPINIA</b>		job	1925-28	v. accept	1925-28	
Project	<b>RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA</b>		report	<b>1925-28</b>	<b>DRT</b>		
site	<b>PONTE MELITO</b>	coordinates	EAST	date	01.10.19	pag	3/3
			NORTH				

**DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987**

<p><b>PLACE</b></p> 	<p><b>SECTION</b></p> 
 	
<p><b>pressure - 1/V</b></p> 	<p><b>elasticity local modulus - pressure</b></p> 

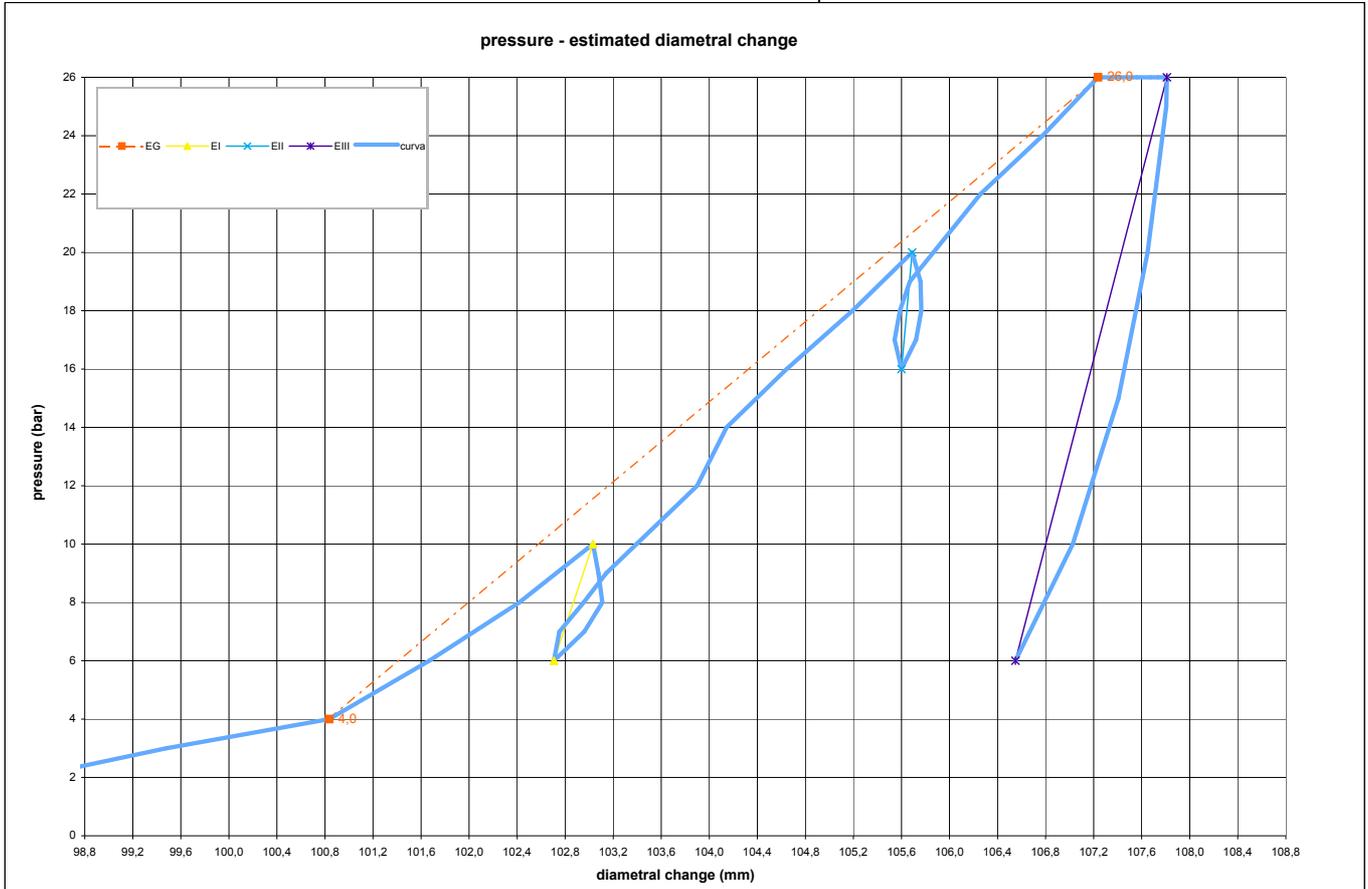
A.T.I. tra	borehole	SN_02	probe depth m	39,0	mod DVT REV 2 MARZO 2018	code	2
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA		job	1925-28	v. accept.	1925-28
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA		report	1925-28	DRT	
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	site	PONTE MELITO	coordinates	EAST	date	01.10.19	pag 1/3
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)				NORTH			

**DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987**

Borehole				LITHOTYPE				PRESSURE																													
SN_02				direction - displacement				STEP	P	Pcorr	Vol	e c	1/V	diameter	Dil. Diam	Modulo																					
test 2 depth m 39,00								bar	Kpa	cmc	%	1000/cmc	(mm)	(mm)	MPa																						
slope (degree) 90 core barrel DOPPIO WIRE LINE								0	0,0	0	0,0	-9,116	0,000	91,643	0,000	0,0																					
Device: CSM Type GEODV03 95 mm								1	1,0	453	304,5	-4,802	3,284	95,994	4,351	12,2																					
Orientation capteur Standard method: ISRM 1987								2	2,0	532	474,0	-2,483	2,110	98,332	6,689	4,1																					
Probe diam 95 MM Borehole diam 101 MM								3	3,0	621	558,5	-1,347	1,791	99,477	7,834	9,5																					
Meteo Temperature								4	4,0	707	660,0	0,000	1,515	100,836	9,193	8,0																					
lithotype ARGILLA SCAGLIOSA								5	6,0	896	722,9	0,827	1,383	101,869	10,026	28,7																					
water table 2,0 POCKET PENETRO METER								6	8,0	1086	779,9	1,569	1,282	102,418	10,775	32,3																					
Creep test P ( Bars ) =								7	10,0	1276	826,9	2,177	1,209	103,031	11,388	39,9																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temps min</th> <th>PBAR</th> <th>MM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>26,0</td><td>107,237</td></tr> <tr><td>1</td><td>26,0</td><td>107,387</td></tr> <tr><td>2</td><td>26,0</td><td>107,561</td></tr> <tr><td>3</td><td>26,0</td><td>107,673</td></tr> <tr><td>4</td><td>26,0</td><td>107,736</td></tr> <tr><td>5</td><td>26,0</td><td>107,810</td></tr> </tbody> </table>				Temps min	PBAR	MM	0	26,0	107,237	1	26,0	107,387	2	26,0	107,561	3	26,0	107,673	4	26,0	107,736	5	26,0	107,810					8	9,0	1178	830,4	2,223	1,204	103,077	11,434	-277,8
Temps min	PBAR	MM																																			
0	26,0	107,237																																			
1	26,0	107,387																																			
2	26,0	107,561																																			
3	26,0	107,673																																			
4	26,0	107,736																																			
5	26,0	107,810																																			
PROBE SCHEME								9	8,0	1080	832,9	2,255	1,201	103,109	11,466	-388,3																					
								10	7,0	983	821,4	2,107	1,217	102,960	11,317	83,3																					
rod adaptor electronic device								11	6,0	887	801,9	1,855	1,247	102,706	11,063	48,5																					
double action piston								12	7,0	985	805,4	1,900	1,242	102,751	11,108	275,3																					
expandable cylinder								13	8,0	1081	820,9	2,100	1,218	102,953	11,310	61,3																					
PROBE CALIBRATION								14	9,0	1177	835,4	2,287	1,197	103,142	11,499	65,9																					
probe GEODV03 CSM TYPE								15	10,0	1273	854,9	2,538	1,170	103,395	11,752	48,9																					
membrane CAUCCIU' ARMATO								16	12,0	1465	893,9	3,038	1,119	103,899	12,256	49,2																					
measure cell height (cm)								17	14,0	1659	912,9	3,280	1,095	104,143	12,500	103,1																					
V0 cell volume at rest (cmc)				3133				18	16,0	1850	951,8	3,777	1,051	104,644	13,001	50,0																					
length cable (mt)				100				19	18,0	2042	994,8	4,321	1,005	105,193	13,550	45,7																					
Volume initial Vi (cmc)				673				20	20,0	2233	1033,8	4,813	0,967	105,689	14,046	51,0																					
diam calibration tube (cm)				10,1				21	19,0	2135	1039,3	4,882	0,962	105,759	14,116	-186,7																					
tube calibration volume cmc				3806				22	18,0	2036	1039,8	4,889	0,962	105,765	14,122	-2008,8																					
Calibration in air								23	17,0	1939	1036,3	4,845	0,965	105,721	14,078	291,7																					
coeff m				0,11 Kpa/cmc				24	16,0	1842	1026,8	4,725	0,974	105,600	13,957	106,4																					
Confined calibration								25	17,0	1940	1022,3	4,669	0,978	105,543	13,900	-227,1																					
first load				9,7 cmc/Mpa				26	18,0	2038	1025,8	4,713	0,975	105,587	13,944	290,7																					
unload				5,1 cmc/Mpa				27	19,0	2135	1032,3	4,794	0,969	105,670	14,027	156,0																					
								28	20,0	2232	1047,8	4,989	0,954	105,866	14,223	64,8																					
								29	22,0	2424	1078,8	5,377	0,927	106,258	14,615	65,2																					
								30	24,0	2616	1119,8	5,889	0,893	106,773	15,130	49,4																					
								31	26,0	2807	1156,8	6,348	0,864	107,237	15,594	55,4																					
								32	26,0	2806	1168,8	6,497	0,856	107,387	15,744	-1,2																					
								33	26,0	2804	1182,8	6,670	0,845	107,561	15,918	-1,2																					
								34	26,0	2803	1191,8	6,781	0,839	107,673	16,030	-1,2																					
								35	26,0	2803	1196,8	6,843	0,836	107,736	16,093	-1,2																					
								36	26,0	2802	1202,8	6,917	0,831	107,810	16,167	-1,2																					
								37	25,0	2704	1202,3	6,911	0,832	107,804	16,161	2164,5																					
								38	20,0	2215	1189,8	6,757	0,840	107,649	16,006	424,8																					
								39	15,0	1727	1170,4	6,517	0,854	107,407	15,764	270,5																					
								40	10,0	1241	1139,9	6,139	0,877	107,026	15,383	171,3																					
								41	6,0	853	1101,9	5,866	0,907	106,549	14,906	108,6																					
								i valori diametrali sono calcolati come valore medio della sonda cilindrica in espansione																													
								FIELD LIMITS																													
								min	P	P corr	V corr	creep	1000/V	diameter	Dil. Diam	loop																					
								min	4,0	707,1	660,0	0,0	1,5	100,8	9,2	primo																					
								max	26,0	2807,5	1156,8	6,3	0,9	107,2	15,6	carico																					
								max	10,0	1276,3	826,9	2,2	1,2	103,0	11,4	I																					
								min	6,0	887,0	801,9	1,9	1,2	102,7	11,1																						
								max	20,0	2233,2	1033,8	4,8	1,0	105,7	14,0	II																					
								min	16,0	1841,8	1026,8	4,7	1,0	105,6	14,0																						
								max	26,0	2802,2	1202,8	6,9	0,8	107,8	16,2	III																					
								min	6,0	852,9	1101,9	5,7	0,9	106,5	14,9																						

A.T.I. tra	<b>DILATOMETRIC ROCK TEST DRT</b>		mod DVT REV 2 MARZO 2018		
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	borehole	SN_02	probe depth m	39,0	
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA		code	2
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA		job	1925-28
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)	site	PONTE MELITO		v. accept.	1925-28
		coordinates	EAST	report	1925-28 DRT
			NORTH	date	01.10.19 pag 2/3

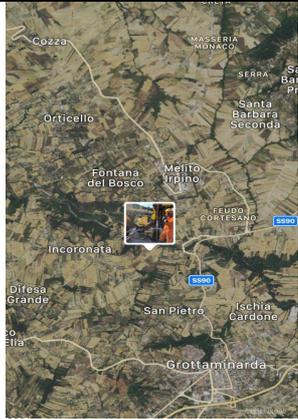
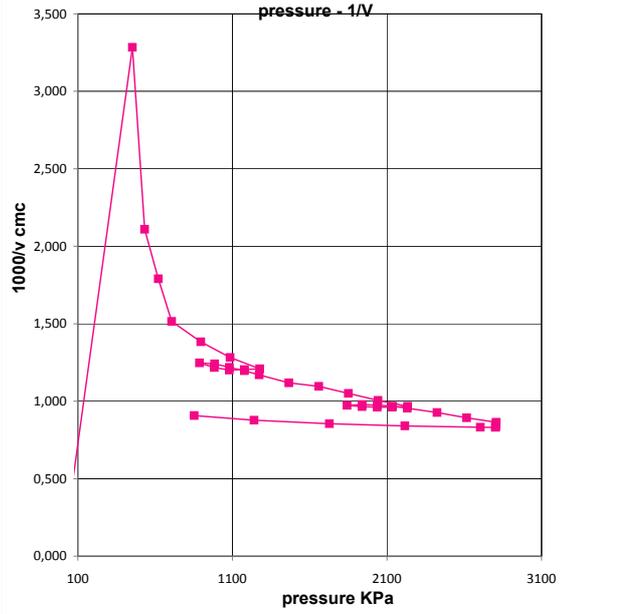
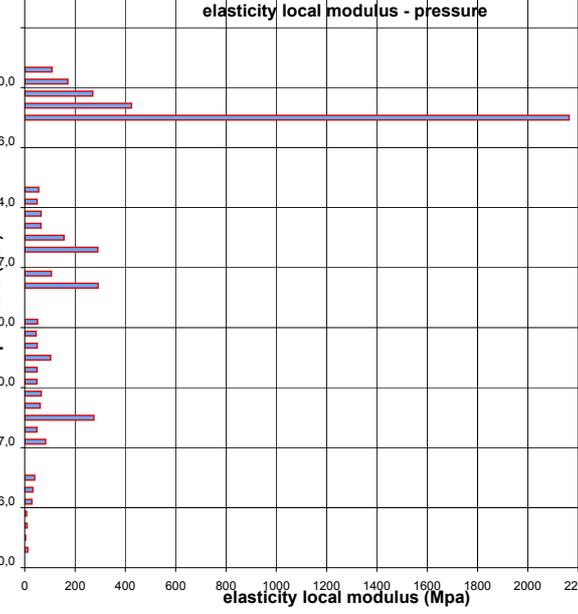
**DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987**



DATA PROCESSING		SENSOR 1		SENSOR 2		SENSOR 3		SENSOR AVE			
<b>Legend:</b> H = test depth W = water table depth v = Poisson ratio vo = cell initial volume do = cell initial diameter Φ = borehole wall diameter Po = start pressure Pmax = max loop pressure (MPa) Pmin = min loop pressure (MPa) d max displacement at P max d min displacement at P min σv vertical total stress estimated ε c = dR / Ro		<b>ELASTICITY MODULUS Ei</b>									
		<b>DATA</b>	loop	Pmax	Pmin	E1 (Mpa)	E2 (Mpa)	E3 (Mpa)	Eav (Mpa)		
		symbol	datum	1	10,00	6,00				151	
		γnsoil	2,5	2	20,00	16,00				558	
		W (ml)	39,0	3						195	
v	0,25	4									
vo (cmc)	3133	5									
do (mm)	91,64	<b>DEFORMATION MODULUS Ti</b>									
σv (kPa)	975	loop	Pmax	Pmin	T1 (Mpa)	T2 (Mpa)	T3 (Mpa)	Tm (Mpa)			
		1	10,00	4,00				33			
		2	20,00	10,00				45			
		3	26,00	20,00				34			
		4									
		5									
<b>ELASTICITY MODULUS Ei</b>		<b>ELASTICITY MODULUS Ey estimated</b>									
Ei = (1+ v) Φ Pax - Pmin		Ey = (EII+EIII)/2		Pmax	Pmin	EG1 (Mpa)	EG2 (Mpa)	EG3 (Mpa)	EGm (Mpa)		
dmax - dmin		Ey = EIII		26,00	4,00				41		
				<b>DIAMETER</b>		F	F	F	F		
				beginning diameter (mm)					100,836		
				final diameter (mm)					105,689		
				range mm					4,853		
<b>DEFORMATION MODULUS Ti</b>		<b>DM loop minimum displacement</b>				<b>DILATOMETRIC AND GEOTECHNICAL ESTIMATED PARAMETERS</b>					
Ti = (1+ v) Φ Pi - Pi-1		Pbar	C1	C2	C3	Cm	Po initial pressure (KPa)	707	T3 (MPa)	34	
Xi - Xi-1		bar	0	120	240	0	Pf creep pressure (KPa)	2807	E3 (MPa)	195	
		10,0	10,997	10,997	10,997	11,388	PL limit pres. (KPa) Cassan >	4090	E/PL	10,85	
							PL' net limit pres (KPa) >	3115	EG/Ey	0,17	
							Ko lateral coeff at rest (KPa)	1,00	cu coesion (KPa) johnson >	434	
							Pho lateral pressure (KPa)	975	φ friction angle (°) >		
<b>GLOBAL DEFORMATION MODULUS EG</b>											
EG = (1+ v) Φ Pmax - Po											
dmax - do											
note:											

A.T.I. tra	<b>DILATOMETRIC ROCK TEST DRT</b>			mod DVT REV 2 MARZO 2018			
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	borehole	SN_02	probe depth m	39,0	code	2	
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA		job	1925-28	v. accept	1925-28
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA		report	1925-28	DRT	
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispiano (mandante)	site	PONTE MELITO	coordinates	EAST		NORTH	
				date	01.10.19	pag	3/3

**DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987**

<b>PLACE</b>	<b>SECTION</b>
	
 	
 <p style="text-align: center;"><b>pressure - 1/V</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>elasticity local modulus - pressure</b></p>

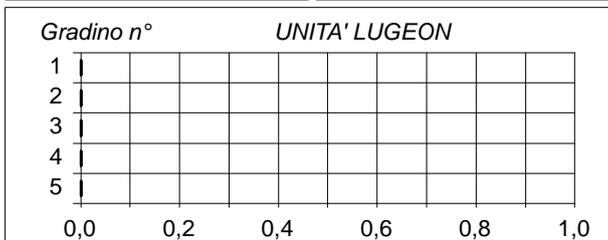




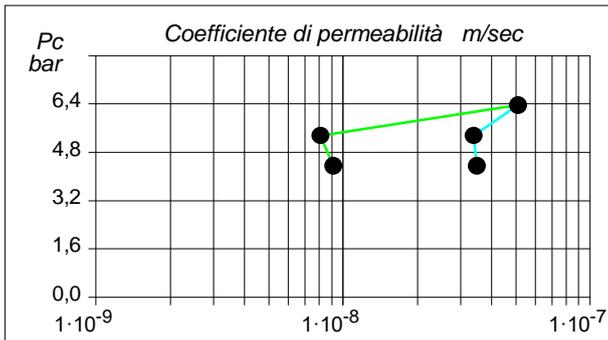
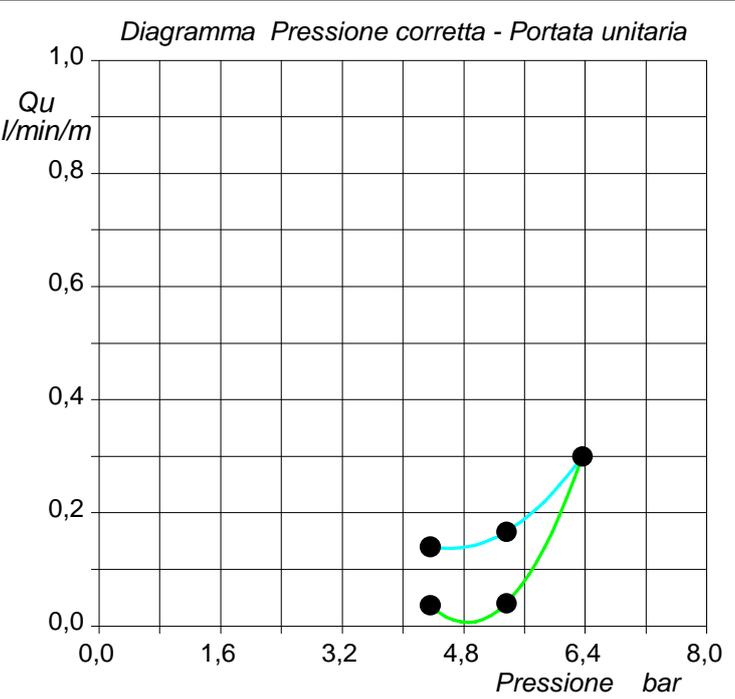
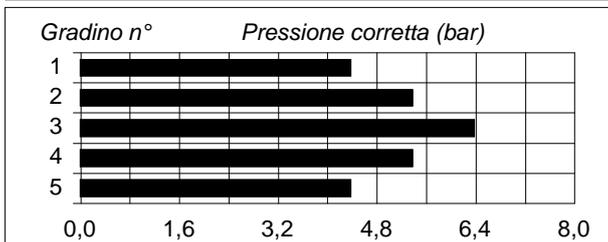
Committente: <b>CONSORZIO HIRPINIA AV</b>		Prova: <b>1</b>
Riferimento: <b>1° Lotto funzionale Apice - Irpinia</b>		Data: <b>01/10/2019</b>
Località:		Orario prova:
Sondaggio: <b>SN_02</b>		

Caratteristiche generali		Assorbimento (litri)					
		min	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Sezione di misura: profondità da m	31,00	0	2427,8	2432,0	2437,0	2446,0	2447,2
Sezione di misura: profondità a m	34,00	2	2428,1	2433,0	2438,9	2446,5	2447,3
Diametro del foro (mm):	101	4	2428,7	2434,6	2440,5	2446,6	2447,5
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	1,10	6	2430,2	2435,3	2442,0	2446,8	2447,8
Profondità della falda dal p.c. (m):	34,00	8	2431,0	2436,2	2445,0	2447,0	2447,9
Inclinazione del sondaggio (°):	0,0	10	2432,0	2437,0	2446,0	2447,2	2448,3
Packer tipo:		12					
Coefficiente di forma:	4,61	14					
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):	0,20	16					
Regime di Flusso:	Dilatazione	18					
		20					

Legenda		Pressione (bar):	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00
Gradino n° 1	●	Pressione corretta (bar):	4,36	5,36	6,36	5,36	4,36
Gradino n° 2	●	Assorbimento (litri):	4,2	5,0	9,0	1,2	1,1
Gradino n° 3	●	Portata (litri/minuto):	0,42	0,50	0,90	0,12	0,11
Gradino n° 4	●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	0,140	0,167	0,300	0,040	0,037
Gradino n° 5	●	UNITA' LUGEON	0,32	0,31	0,47	0,07	0,08
		Coefficiente di permeabilità (m/sec):	3,5E-8	3,4E-8	5,1E-8	8,1E-9	9,1E-9



In blu il ciclo di carico.  
In verde il ciclo di scarico.



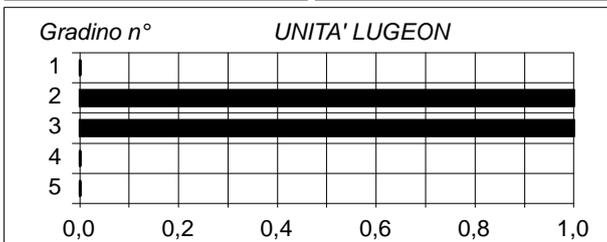
Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

Il Direttore  
Dott. Geol. Davide Cosentino

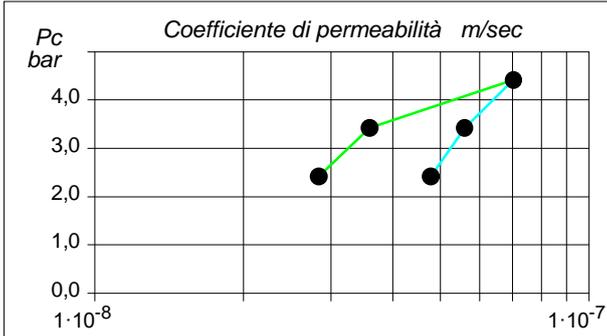
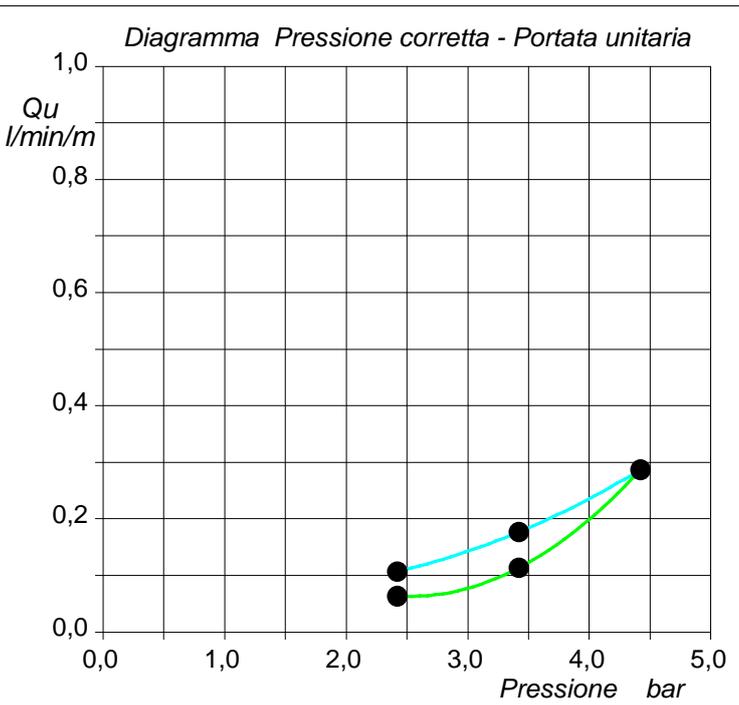
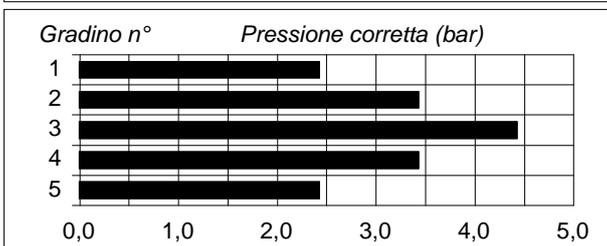
Committente: <b>CONSORZIO HIRPINIA AV</b>	
Riferimento: <b>1° Lotto funzionale Apice - Irpinia</b>	Prova: <b>2</b>
Località:	Data: <b>01/10/2019</b>
Sondaggio: <b>SN_02</b>	Orario prova:

<i>Caratteristiche generali</i>		<i>Assorbimento (litri)</i>					
		min	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Sezione di misura: profondità da m	39,00	0	2450,2	2453,4	2458,7	2467,3	2470,7
Sezione di misura: profondità a m	42,00	2	3450,8	2454,1	2460,4	2467,9	2471,0
Diametro del foro (mm):	101	4	3451,8	2455,5	2462,8	2468,6	2471,3
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	1,10	6	3452,6	2456,6	2463,9	2469,5	2471,9
Profondità della falda dal p.c. (m):	13,10	8	3452,6	2457,6	2465,7	2470,0	2472,1
Inclinazione del sondaggio (°):	0,0	10	2453,4	2458,7	2467,3	2470,7	2472,6
Packer tipo:		12					
Coefficiente di forma:	4,61	14					
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):	0,23	16					
Regime di Flusso:	Dilatazione	18					
		20					

<i>Legenda</i>	Pressione (bar):	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00
Gradino n° 1 ●	Pressione corretta (bar):	2,42	3,42	4,42	3,42	2,42
Gradino n° 2 ●	Assorbimento (litri):	3,2	5,3	8,6	3,4	1,9
Gradino n° 3 ●	Portata (litri/minuto):	0,32	0,53	0,86	0,34	0,19
Gradino n° 4 ●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	0,107	0,177	0,287	0,113	0,063
Gradino n° 5 ●	UNITA' LUGEON	0,44	0,52	0,65	0,33	0,26
	Coefficiente di permeabilità (m/sec):	4,8E-8	5,6E-8	7,0E-8	3,6E-8	2,8E-8



In blu il ciclo di carico.  
In verde il ciclo di scarico.



Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

Il Direttore  
Dott. Geol. Davide Cosentino

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

Prova di fratturazione idraulica eseguita nel sondaggio geognostico SN02 in località Melito Irpino (AV)

00

02/10/2019

*Issued*

1. INTRODUZIONE .....	3
2. UBICAZIONE DEL SITO D'INDAGINE.....	3
3. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE .....	4
3.1. Log acustico .....	4
3.2. Verricello .....	5
3.3. Hardware e Software utilizzata.....	5
3.4. Parametri di acquisizione.....	6
3.5. Procedura per l'esecuzione dei log acustici.....	6
3.6. Modalità di esecuzione della prova di fratturazione .....	7
3.7. Tecnica della fratturazione idraulica .....	8
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	11
4.1. Sonda acustica o scanner acustico (BHTV).....	11
4.2. Sistema a doppio packer utilizzato per fratturazione idraulica .....	12
5. RISULTATI DELLE INDAGINI .....	13
5.1. Fratturazione idraulica .....	13

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico della società Geotec spa di Campobasso in data 02.10.2019 nel foro di sondaggio SN02 è stata eseguita una prova di fratturazione idraulica. Il foro di sondaggio verticale, di diametro  $\varnothing$  101,00mm è ubicato nel Comune di Grottaminarda nella provincia di Avellino. Il tratto indagato dal punto di vista litologico ha attraversato una formazione di marne argillose con strati di calcari litoidi.

## 2. UBICAZIONE DEL SITO D'INDAGINE



Fig. 1: Ubicazione approssimativa del sondaggio SN02

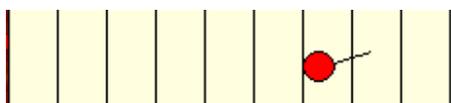


Fig. 2: Foto del sondaggio SN02

### 3. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE

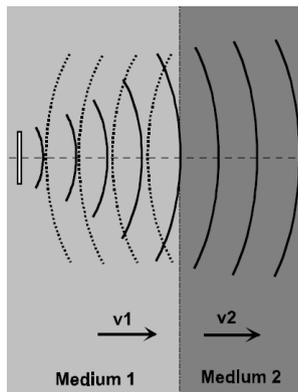
#### 3.1. Log acustico

La sonda esegue una scansione ad ultrasuoni della parete del foro. Viene misurato il tempo di percorrenza di un segnale ad ultrasuoni dalla trasmittente alla parete del foro e viceversa e l'ampiezza del segnale riflesso. L'ampiezza dipende dalla geometria del foro e dal coefficiente di riflessione al passaggio tra fluido di circolazione e roccia (o calcestruzzo). Le ampiezze sono riprodotte a colori su uno sviluppo planare della parete del foro. Colorazioni scure indicano riflessioni ridotte (fratture, fessure e materiale tenero come per esempio argilla o materiale degradato), colorazioni gialle indicano forti riflessioni (materiale competente). La graduazione della scala di colori viene adattata in relazione alle unità di misura. Giunti, fessure o faglie vengono rappresentate mediante strutture sinusoidali. Per rappresentare con un simbolo la posizione tridimensionale di queste strutture e al fine di poterle classificare in modo semplice, vengono utilizzati i cosiddetti „Tad poles“. La posizione sull'asse orizzontale indica l'inclinazione della struttura (0 – 90 gradi) e la linea sul simbolo indica la direzione dell'immersione della struttura.

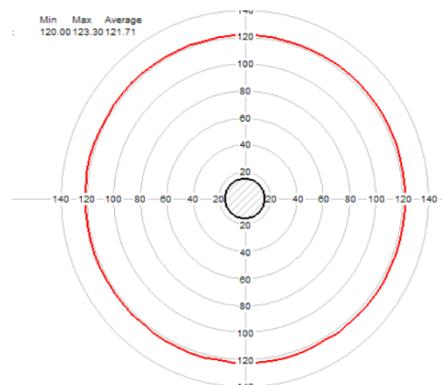


tad pole: giunto o fessura con direzione ca. N80 (ca. est) e inclinazione ca. 62°.

Le strutture riconosciute vengono rappresentate su appositi diagrammi come proiezione sferica (reticolo di Schmidt - come proiezione equi areale sull'emisfero sud). La sonda misura anche l'orientamento del foro di sondaggio; inclinazione (tilt) e direzione (azimut). Le curve dell'inclinazione (Dip, Tilt) e direzione (Azimut, riferito al Nord magnetico) indicano la deviazione del foro alle diverse profondità. La graduazione della scala di direzione avviene da 0 a 360 gradi. La sonda acustica (BHTV) non riesce a distinguere tra un indebolimento locale dell'ammasso roccioso, (come ad esempio una frattura o una piccola fessura) e la velocità più bassa dovute alla densità del materiale (come ad esempio depositi argillosi in roccia calcarea o materiale meno competente), pertanto la misura viene compensata con la sonda ottica. La sonda acustica fornisce inoltre la misura del diametro del foro di sondaggio e sue variazioni.



Propagazione delle onde acustiche  
sondaggio



Misura del calibro del foro di

### 3.2. Verricello

La sonda è stata calate all'interno del foro di sondaggio per mezzo di un verricello a motore. Il motore è stato alimentato con corrente elettrica a 220 Volt. La profondità massima che può raggiungere il verricello è di 1800 m.

### 3.3. Hardware e Software utilizzata

Come il verricello, anche l'Hardware e il computer sono stati alimentati con corrente elettrica a 220 Volt. L'Hardware viene connesso al computer, sul quale vengono registrati i dati. Per mezzo dei

programmi LoggerSuite e WellCAD i dati possono essere visualizzati in tempo reale sul computer. I dati in un secondo momento vengono elaborati col programma WellCAD del fornitore Advanced Logic Technology (ALT).

### 3.4. Parametri di acquisizione

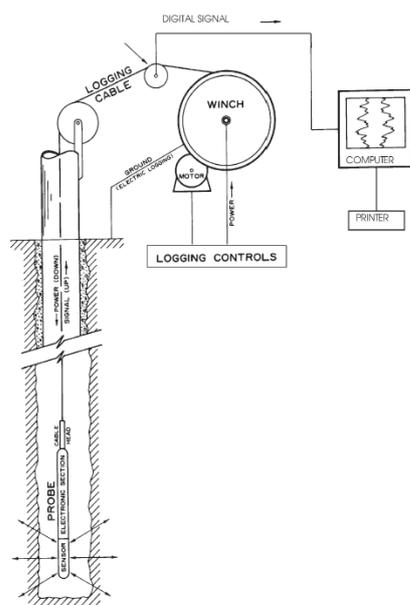
In fase di acquisizione sono stati impostati i seguenti parametri:

ABI: sampling rate: 0.5 scan/mm

Velocità d'acquisizione: 1m/min

### 3.5. Procedura per l'esecuzione dei log acustici

Per l'esecuzione di log geofisici, la sonda viene calata all'interno del foro di sondaggio per mezzo di un verricello a velocità costante, con l'acquisizione dei dati consultabili in tempo reale su un PC. Tutti i dati sono stati elaborati con il programma Well Cad e sono consultabile con l'apposito programma Well Cad reader messo a disposizione in allegato.





### 3.6. Modalità di esecuzione della prova di fratturazione

La prova di fratturazione idraulica è una tecnica che viene utilizzata al fine di stimare lo stato tensionale dell'ammasso roccioso ad una determinata profondità di un foro di sondaggio inducendo una fratturazione della roccia per mezzo di iniezione di un liquido. Le prove di fratturazione idraulica sono state condotte con un sistema a doppio packer che isolano un tratto adibito per la prova ( $L=1,00\text{m}$ ), una pompa di iniezione ad alta pressione, una unità di flusso e controllo packer e da un sistema ad acquisizione automatica. Al di sopra del packer superiore è presente una valvola che garantisce lo sgonfiamento dei packers a fine prova. Il sistema dei packers è stato calato all'interno del foro di sondaggio per mezzo di aste cave capaci di resistere a pressioni maggiori di  $40\text{MPa}$ , all'interno delle quali si ha il passaggio dell'acqua di iniezione per la prova di fratturazione idraulica. I packers vengono gonfiati per mezzo di acqua attraverso un apposito tubo separato.

Per rilevare l'inclinazione del sondaggio nel tratto di prova e per definire l'orientazione delle fratture indotte è stata utilizzata una sonda acustica ABHTV. Lo scanner acustico o ABHTV genera un'immagine delle pareti del foro di sondaggio trasmettendo impulsi ad ultrasuoni da un sensore roteante capace di registrare contemporaneamente l'ampiezza ed i tempi di percorrenza dei segnali riflessi all'interfaccia tra il fluido e le formazioni rocciose.

Le profondità delle prove sono state indicate dal committente.

Ogni prova è stata preceduta da una ispezione del foro di sondaggio per mezzo di telecamera acustica ABHTV, al fine di definire:

direzione ed inclinazione del sondaggio;

la presenza o meno nel tratto di prova di fratture preesistenti;

il diametro del tratto di prova.

I dati della prova sono stati registrati automaticamente.

Le fratturazioni idrauliche sono state eseguite in ottemperanza alle normative ASTM D 4645 - 87.

### **3.7. Tecnica della fratturazione idraulica**

La fratturazione idraulica viene eseguita secondo le seguenti modalità

**Rilievo del foro di sondaggio:** misura dell'inclinazione, direzione e delle pareti del tratto di foro da indagare per mezzo di telecamera acustica BHTV

**Pulse test:** posizionata la strumentazione alla profondità di prova, i packers vengono gonfiati e portati in aderenza con le pareti del foro di sondaggio (ca. 5MPa > rispetto alla pressione presente). Segue un breve test di permeabilità (Pulse test, definito anche Formation Integrity Test – FIT) che comporta un'iniezione di liquido ad una pressione di ca. 1-2 MPa maggiore rispetto a quella presente. Lo scopo di questo test è di accertare che non ci siano fratture permeabili nel tratto di prova. Una volta definita questa situazione la pressione nel tratto di prova viene riportata a quella iniziale.

**Breakdown cycle:** l'iniezione nell'intervallo di prova avviene attraverso un flusso costante di acqua di ca. 3-15 l / min controllata da un conta litri digitale.

Inizialmente, nel tratto di prova la pressione sale rapidamente secondo un rapporto di ca. 40 MPa /l, fino a quando viene indotta una frattura assiale della parete della roccia (Breakdown). Durante la pressurizzazione del tratto di prova, per effetto di un fenomeno di autocompensazione si ha un medesimo aumento della pressione nei packers. Al generarsi della frattura, nel tratto di prova si ha un rapido decadimento della pressione. A questo punto viene immediatamente interrotta l'iniezione del liquido registrando per vari minuti il fenomeno di shut-in. Segue una apertura del circuito di pressione che riporta i valori di pressione a quello iniziale. A questo punto si ha un ritorno in superficie di una quantità di acqua che viene

misurata.

### **Re-open cycles (Refrac cycles)**

Una volta riportata la pressione nel tratto di prova ai valori iniziali la frattura indotta viene sottoposta a vari cicli di riapertura per mezzo di piccoli volumi di iniezioni di acqua (ca. 5-15 l). Lo scopo è quello di definire la pressione con cui le pareti della frattura vengono supportate solo da un cuscinetto di fluido. La pressione di riapertura è un valore, che in certe condizioni, può essere utilizzato per stimare lo stato tensionale principale sul piano normale all'asse del sondaggio, usando il metodo proposto da Bredehoeft et al. (1976). La teoria di Bredehoeft et al. (1976) presuppone che la zona di prova, sino alla riapertura della frattura sia impermeabile. La pressione di riapertura è un valore che può rappresentare la componente di sollecitazione normale al piano della frattura della roccia e viene definita 'pressione di chiusura' o 'jacking pressure'.

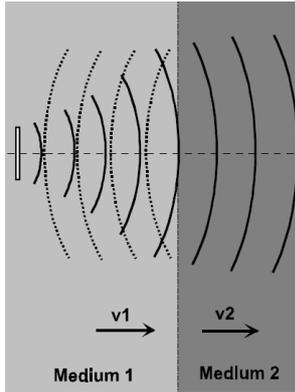
### **Rilievo delle fratture indotte**

Una volta terminata la fratturazione idraulica si procede con il rilievo delle fratture indotte o per mezzo di un packer (impression packer) o con la telecamera acustica BHTV.

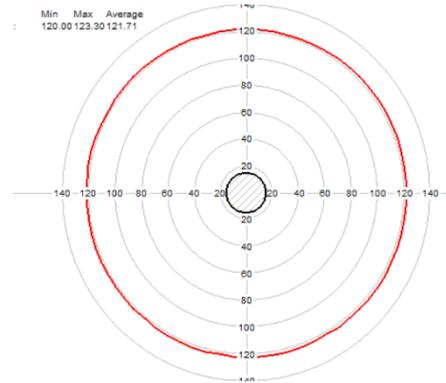
La sonda esegue una scansione ad ultrasuoni della parete del foro. Viene misurato il tempo di percorrenza di un segnale ad ultrasuoni dalla trasmittente alla parete del foro e viceversa e l'ampiezza del segnale riflesso. L'ampiezza dipende dalla geometria del foro e dal coefficiente di riflessione al passaggio tra fluido di circolazione e roccia (o calcestruzzo). Le ampiezze sono riprodotte a colori su uno sviluppo planare della parete del foro. Colorazioni scure indicano riflessioni ridotte (fratture, fessure e materiale tenero come per esempio argilla o materiale degradato), colorazioni gialle indicano forti riflessioni (materiale competente). La graduazione della scala di colori viene adattata in relazione alle unità di misura. Giunti, fessure o faglie vengono rappresentate mediante strutture sinusoidali.

Le strutture riconosciute vengono rappresentate su appositi diagrammi come proiezione sferica (reticolo di Schmidt - come proiezione equi areale sull'emisfero sud). La sonda misura anche l'orientamento del foro di sondaggio; inclinazione (tilt) e direzione (azimut). Le curve dell'inclinazione (Dip, Tilt) e direzione (Azimut, riferito al Nord magnetico) indicano la

deviazione del foro alle diverse profondità. La sonda acustica fornisce inoltre la misura del diametro del foro di sondaggio e sue variazioni.



Propagazione delle onde acustiche



Misura del calibro del foro di sondaggio

## 4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

### 4.1. Sonda acustica o scanner acustico (BHTV)



## QL40,ABI acoustic borehole imager

### Principle of measurement

The tool generates an image of the borehole wall by transmitting ultrasound pulses and recording the amplitude and the travel time of the reflected signal. The ABI is capable of detecting multiple reflections. This multi-echo system is achieved by digital recording of the reflected acoustic wave train. On line analysis of the acoustic data is made by a DSP (Digital Signal Processor). Sophisticated algorithms allow the system to detect the reflexion from the acoustic window and to separate all subsequent echoes.

- Direct linear 14 Bit, 10MHz A/D conversion (automatic gain settings)
- Dynamic range of amplitude measurement is 84dB
- Caliper resolution is better than 0.1mm
- Increased telemetry bandwidth (data transmission rate up to 500 Kbits depending on wireline), 166 kbps typical on 3000m four-conductor.
- Full wave form recording and real time display for quality control
- Multiecho mode to realize acoustic measurements through plastic pipes (require the plastic pipe to be centralized inside the borehole).
- Pipe-inspection mode to detect inner corrosion, outer corrosion, and wall thickness\*
- Automatic optimization of measurement window under all borehole conditions
- Very high travel time resolution

### Measurements / Features

- 360° orientated acoustic image (amplitude & travel time)
- Borehole azimuth and dip
- Tool internal temperature
- Relative bearing
- Magnetic field
- Gravity

### Operating Conditions

- Water filled hole
- Open & cased hole
- Centralisation necessary
- Compatible with ALTLogger & Matrix
- Digital data transmission up to 500 Kbit per second depending on wireline
- Real time automatic telemetry tuning according to the cable length/type
- Measurement range : 2" to 20" borehole depending on mud conditions
- Logging speed : variable, function of resolution and wireline. i.e 2.0 m/min for 144 pt @ 3mm int.

### Technical Specifications

- Diameter : 40mm (1,575")
- Length (min/max): 1.61/2,12 m (63/83")
- Weight (min/max): 6,7/8,7 kgs (14,7/19,2 lbs)
- Max temp : 70°C
- Max pressure : 200 bar

#### Acoustic sensor

- Fixed transducer and rotating focusing mirror
- Focus optimized for 6" borehole (152mm)
- Frequency : 1.2 Mhz
- Acoustic beam width : 1.5 mm (-3db) focal distance
- Rotation speed : up to 12 revolutions per second - automatic
- Samples per revolution : 72, 144, 288 user defined
- Caliper resolution : 0.08mm (0,003")

#### Orientation sensor

- APS 544 - 3-axis magnetometer - 3-axis accelerometer
- Inclination accuracy : +/- 0.5 degree
- Azimuth accuracy : +/- 1.2 degree

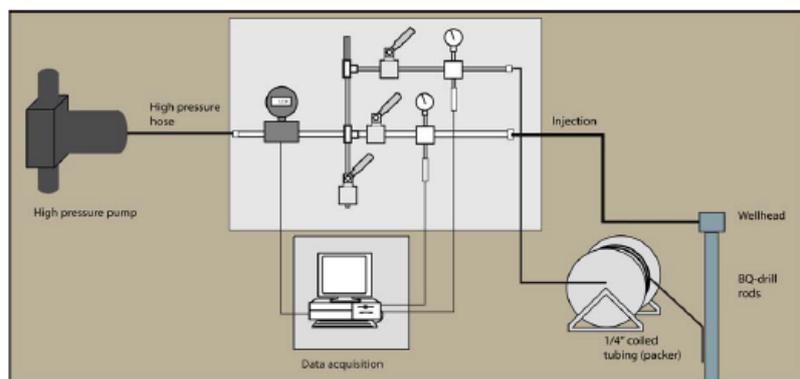
#### Natural gamma ray sensor

- 0,875" x 3" NaI (Tl) scintillation crystal

#### 4.2. Sistema a doppio packer utilizzato per fratturazione idraulica



L'acqua per gonfiare i packer e per l'esecuzione della fratturazione idraulica viene pompata attraverso una pompa pneumatica ad alta pressione e controllata da un circuito dotato di manometri in grado di sopportare pressioni di 40MPa.



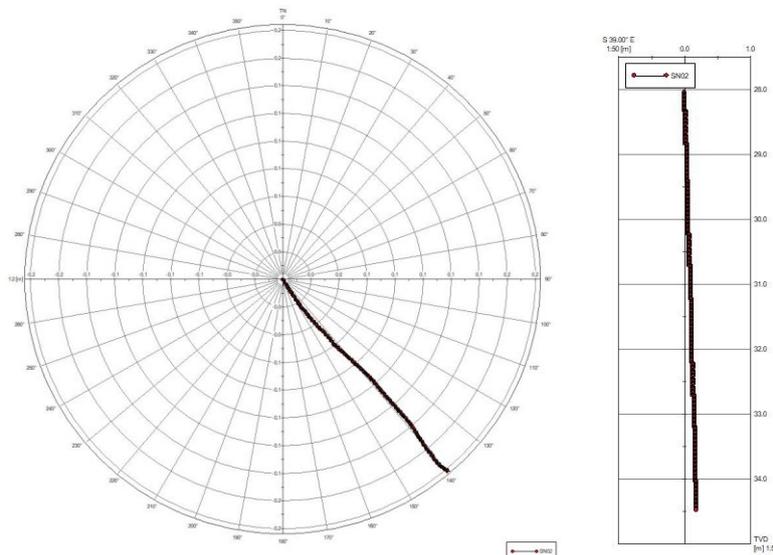
## 5. RISULTATI DELLE INDAGINI

### 5.1. Fratturazione idraulica

#### Condizioni del foro di sondaggio e modalità della prova

Per l'esecuzione delle fratturazioni idraulica si è proceduto calando la strumentazione all'interno del foro di sondaggio per mezzo di aste metalliche SPT. Al fine di evitare variazioni di pressioni i packer sono stati collegati a tubi di alimentazione di metallo. Prima dell'esecuzione della prova è stata misurata la verticalità del foro di sondaggio che è risultata avere una deviazione rispetto alla verticale di ca.  $1.6^\circ$  in direzione ca. N141°. La misura della deviazione del foro di sondaggio come anche la misura del diametro della camera di prova, è stato misurato per mezzo della sonda acustica. Il diametro della camera di prova è stato misurato sia prima che dopo la prova. I dati della fratturazione idraulica sono stati misurati digitalmente.

Prima di ogni campagna geognostica i manometri digitali vengono testati direttamente presso i nostri laboratori.



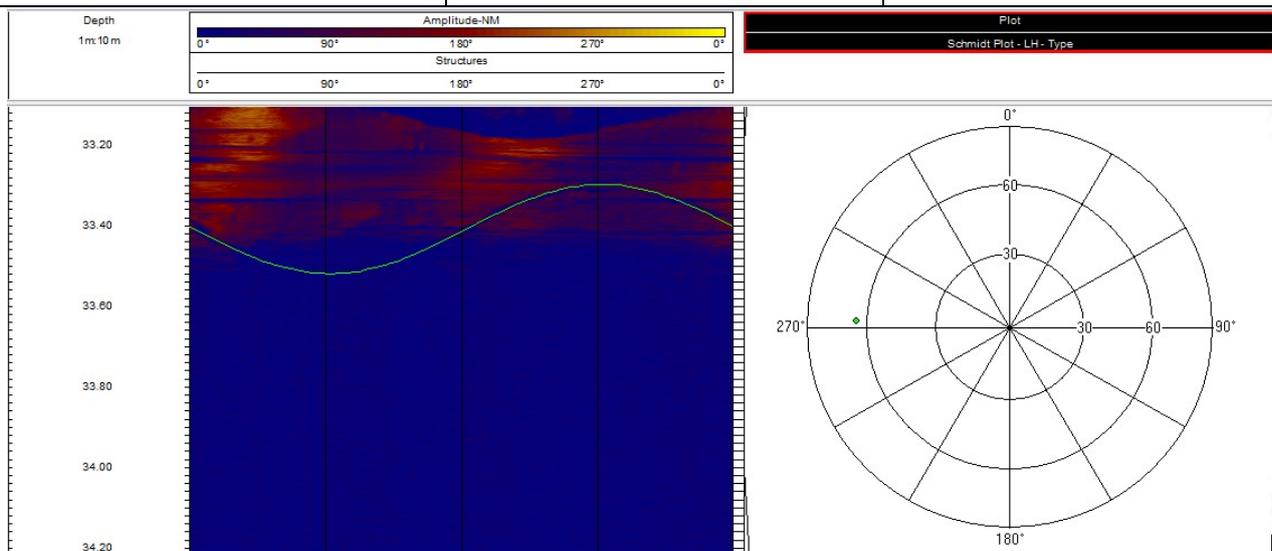
In totale è stata eseguita n 1 fratturazione idraulica a 34m.

Prova	HF 1
Data esecuzione prove	02-10-2019
Profondità prova	34,00m
Litologia	Marne argillose con strati calcari
Profondità della falda in data 02.10.2019	0 m

N Prova	Profondità tratto di prova da piano campagna m	Stima dei valori della tensione minima ricavata dai valori di shut-in (MPa) con il metodo delle tangenti	Stima della misura della tensione massima ricavati dai valori del primo ciclo di riapertura (MPa)	Stima dei valori del carico litostatico (MPa)
HF 1	34.00m	0.87	1.02	0.82
	H2o totali assorbiti Litri	Stima del peso specifico della roccia Kg/m3	Pressione dei pori dell'acqua (MPa)	Valore di K0 in termine di tensioni totali (MPa)
	65.09	2400	0.34	1.06 < K0 > 1.25

La prova di fratturazione idraulica ha indotto n1 di fratture.

Depth [m]	Azimuth	Dip
33.41	92.4	64.7



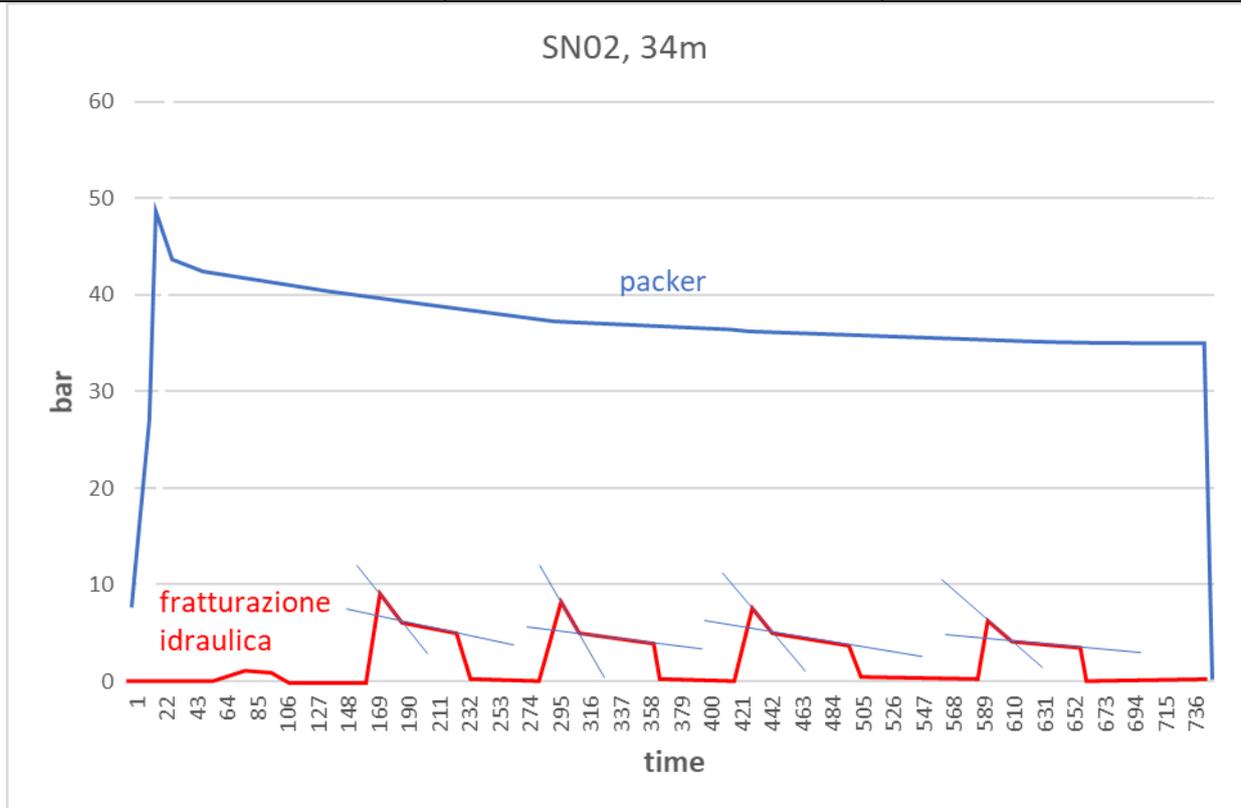
profondità della prova HF1 m	34	densità roccia T/m3=	2.4
Copertura quaternaria m	0.4	densità terreno T/m3=	2.2
Carico litostatico terreno Mpa	0.88		
Carico litostatico roccia Mpa	80.64		
Profondità della falda da p.c. m	0	Carico idraulico sul tratto di prova Mpa=	0.34

Ciclo	Breakdown MPa	Riapertura MPa	Metodo della tangente MPa
Breakdown	1		0.65
Riapertura 1		0.9	0.5
Riapertura 2		0.8	0.5
Riapertura 3		0.6	0.45

Dati registrati nella finestra di prova considerando il carico idraulico

Ciclo	Breakdown MPa	Riapertura MPa	Metodo della tangente MPa
Breakdown	1.34		0.99
Riapertura 1		1.24	0.84
Riapertura 2		1.14	0.84
Riapertura 3		0.94	0.79
	Mpa		
σ <sub>min</sub> =	0.87		
σ <sub>max</sub> =	1.02		
σ <sub>lit</sub> =	0.82		

**Pulse test:** il test ha evidenziato l'integrità dell'ammasso roccioso in tutti i tratti di prova.

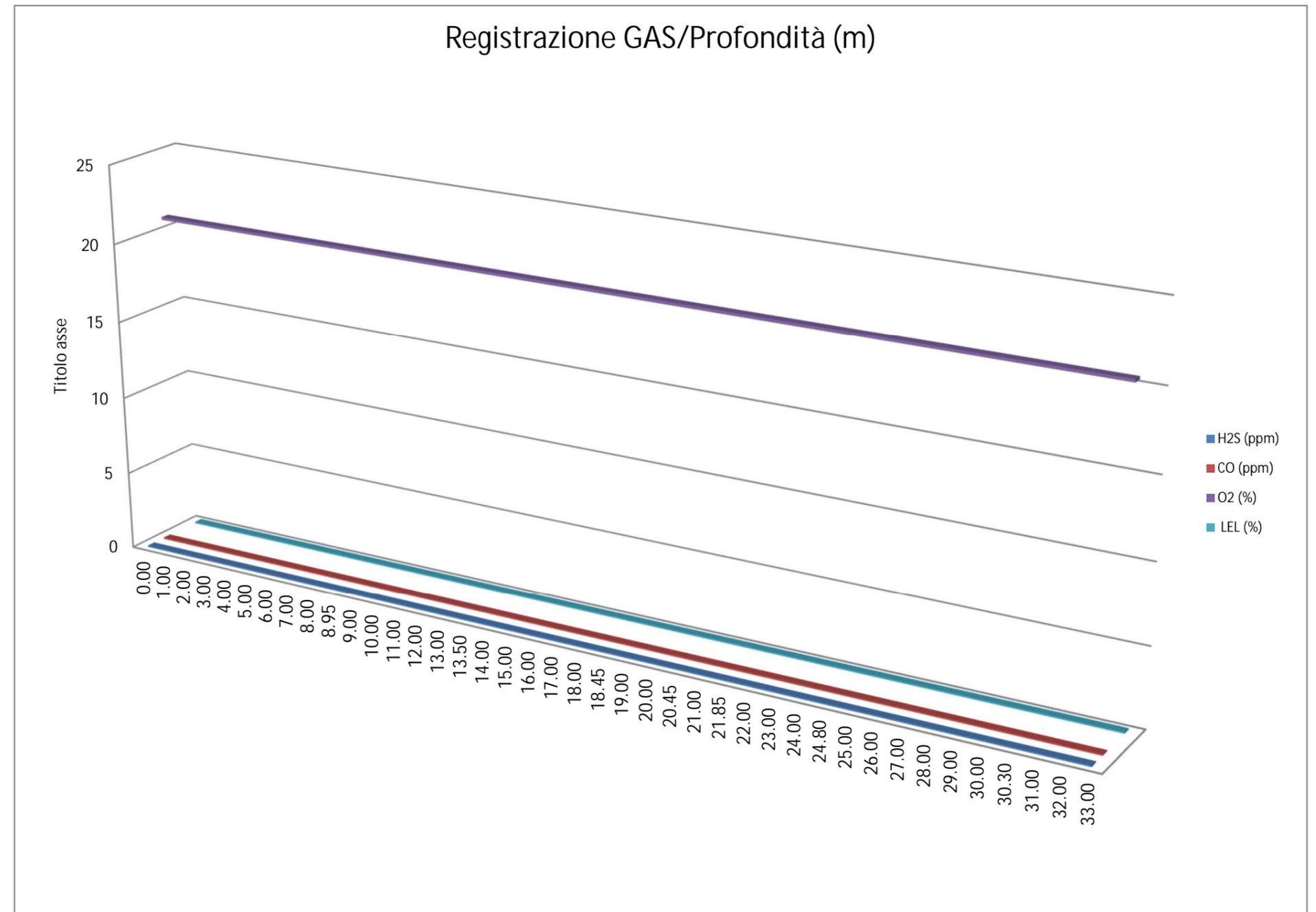


<b>COMMITTENTE:</b>	CONSORZIO HIRPINIA AV
<b>CANTIERE:</b>	1° Lotto funzionale Apice - Irpinia
<b>SONDAGGIO:</b>	SN_02
<b>Data:</b>	26/09/2019 - 17/10/2019

TABELLA RILEVAMENTO GAS A BOCCAFORO

Profondità (m da p.c)	H2S (ppm)	CO (ppm)	O2 (%)	LEL (%)
0.00	0.00	0.00	20.90	0.00
1.00	0.00	0.00	20.90	0.00
2.00	0.00	0.00	20.90	0.00
3.00	0.00	0.00	20.90	0.00
4.00	0.00	0.00	20.90	0.00
5.00	0.00	0.00	20.90	0.00
6.00	0.00	0.00	20.90	0.00
7.00	0.00	0.00	20.90	0.00
8.00	0.00	0.00	20.90	0.00
8.95	0.00	0.00	20.90	0.00
9.00	0.00	0.00	20.90	0.00
10.00	0.00	0.00	20.90	0.00
11.00	0.00	0.00	20.90	0.00
12.00	0.00	0.00	20.90	0.00
13.00	0.00	0.00	20.90	0.00
13.50	0.00	0.00	20.90	0.00
14.00	0.00	0.00	20.90	0.00
15.00	0.00	0.00	20.90	0.00
16.00	0.00	0.00	20.90	0.00
17.00	0.00	0.00	20.90	0.00
18.00	0.00	0.00	20.90	0.00
18.45	0.00	0.00	20.90	0.00
19.00	0.00	0.00	20.90	0.00
20.00	0.00	0.00	20.90	0.00
20.45	0.00	0.00	20.90	0.00
21.00	0.00	0.00	20.90	0.00
21.85	0.00	0.00	20.90	0.00
22.00	0.00	0.00	20.90	0.00
23.00	0.00	0.00	20.90	0.00
24.00	0.00	0.00	20.90	0.00
24.80	0.00	0.00	20.90	0.00
25.00	0.00	0.00	20.90	0.00
26.00	0.00	0.00	20.90	0.00
27.00	0.00	0.00	20.90	0.00
28.00	0.00	0.00	20.90	0.00
29.00	0.00	0.00	20.90	0.00
30.00	0.00	0.00	20.90	0.00
30.30	0.00	0.00	20.90	0.00
31.00	0.00	0.00	20.90	0.00
32.00	0.00	0.00	20.90	0.00
33.00	0.00	0.00	20.90	0.00

Registrazione GAS/Profondità (m)



<b>COMMITTENTE:</b>	CONSORZIO HIRPINIA AV
<b>CANTIERE:</b>	1° Lotto funzionale Apice - Irpinia
<b>SONDAGGIO:</b>	<b>SN_02</b>
<b>Data:</b>	26/09/2019 - 17/10/2019

TABELLA RILEVAMENTO GAS A BOCCAFORO

Profondità (m da p.c)	H2S (ppm)	CO (ppm)	O2 (%)	LEL (%)
34.00	0.00	0.00	20.90	0.00
35.00	0.00	0.00	20.90	0.00
36.00	0.00	0.00	20.90	0.00
36.40	0.00	0.00	20.90	2.00
37.00	0.00	0.00	20.90	1.00
38.00	0.00	0.00	20.90	0.00
39.00	0.00	0.00	20.90	0.00
40.00	0.00	0.00	20.90	0.00
41.00	0.00	0.00	20.90	0.00
42.00	0.00	0.00	20.90	0.00
43.00	0.00	0.00	20.90	0.00
44.00	0.00	0.00	20.90	0.00
45.00	0.00	0.00	20.90	0.00
46.00	0.00	0.00	20.90	0.00
47.00	0.00	0.00	20.90	0.00
48.00	0.00	0.00	20.90	0.00
49.00	0.00	0.00	20.90	0.00
50.00	0.00	0.00	20.90	0.00
51.00	0.00	0.00	20.90	0.00
51.50	0.00	0.00	20.90	0.00
52.00	0.00	0.00	20.90	0.00
53.00	0.00	0.00	20.90	0.00
54.00	0.00	0.00	20.90	0.00
55.00	0.00	0.00	20.90	0.00
56.00	0.00	0.00	20.90	0.00
56.20	0.00	0.00	20.90	0.00
57.00	0.00	0.00	20.90	0.00
58.00	0.00	0.00	20.90	0.00
58.65	0.00	0.00	20.90	0.00
59.00	0.00	0.00	20.90	0.00
60.00	0.00	0.00	20.90	0.00
61.00	0.00	0.00	20.90	0.00
62.00	0.00	0.00	20.90	0.00
63.00	0.00	0.00	20.90	0.00
63.80	0.00	0.00	20.90	0.00
64.00	0.00	0.00	20.90	0.00
65.00	0.00	0.00	20.90	0.00
66.00	0.00	0.00	20.90	0.00
67.00	0.00	0.00	20.90	0.00
67.60	0.00	0.00	20.90	0.00
68.00	0.00	0.00	20.90	0.00

Registrazione GAS/Profondità (m)

