

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. GEOLOGIA TECNICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA DI 2° FASE

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

Lotto 2

RELAZIONE SULLE INDAGINI DOWN HOLE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RR0P 02 R 69 IG GE0005 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P. Luiso <i>Paolo Luiso</i>	03/2023	P. Balbi <i>P. Balbi</i>	03/2023	T. Paoletti <i>T. Paoletti</i>	03/2023	G. Benedetti Marzo 2023
								ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiano Dott. Geol. Giampaolo Berio Paoletti Ordine dei Geologi Emilia Romagna n. 1019 <i>Gian Paolo Paoletti</i>

File: RR0P02R69IGGE0005002A

n. Elab.: 1

Indice

1.	PREMESSA	3
2.	PROSPEZIONE DOWN HOLE.....	3
2.1.	ACQUISIZIONE.....	4
2.2.	PROCESSING INDAGINE DOWN HOLE.....	5
2.3.	RISULTATI INDAGINI	9
3.	BIBLIOGRAFIA	11
	ALLEGATI	12

1. **PREMESSA**

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche eseguite presso la tratta Decimomannu - Villamassargia lotto 2, nell'ambito del completamento della rete sarda. In particolare, sono state eseguite n° 3 indagini di sismica in foro DH (fig.1).



Figura 1 - Ubicazione Indagini.

2. **PROSPEZIONE DOWN HOLE**

Lo scopo della prova DH, prova sismica in foro, è quello di valutare la velocità delle onde sismiche primarie V_p e secondarie V_s , dal piano campagna sino ad una profondità pari a 30 m (Gasperini & Signanini, 1983). Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde dirette che si propagano dalla superficie in profondità. Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità di testa-foro, e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità crescenti. Tale geofono registra gli spostamenti, tradotti sotto forma di impulsi elettrici, lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x , y , z). Le onde sismiche vengono generate energizzando il terreno in direzione verticale e in direzione trasversale (parallelamente al suolo). Nel primo caso, verranno generate prevalentemente onde compressive (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale (asse z). Nel secondo caso, verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde Sh) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto

orizzontalmente (assi x e y). Le onde di taglio, avendo velocità inferiori rispetto a quelle compressive, solitamente intorno al 60 - 70%, raggiungono il geofono quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato. Questo passaggio, purtroppo, costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali, in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda Sh. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva P e l'energia dell'onda trasversale S a favore di quest'ultima, si realizza una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto. La sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni, riduce sensibilmente la componente compressiva presente nel segnale. Tali prove forniscono una dettagliata stratigrafia di velocità delle onde compressive (V_p) e delle onde di taglio (V_{sh}).

2.1. Acquisizione

La distanza tra le sorgenti di onde P e Sh ed il boccaforo è pari a 1 metro. Una volta raggiunta la profondità di prova (fondo foro), i ricevitori vengono assicurati alla parete del tubo di rivestimento mediante dei pistoni azionati da un compressore; la sorgente viene colpita in senso verticale per generare onde di compressione P e lateralmente per generare onde di taglio Sh (Fig. 2) facendo partire, per mezzo del trigger, la registrazione del segnale acquisita secondo i seguenti parametri:

Sampling interval (ms)	0.125
Record length (s)	0.5
Spacing (m)	1

Tabella 1 – Parametri di campionamento prove DH

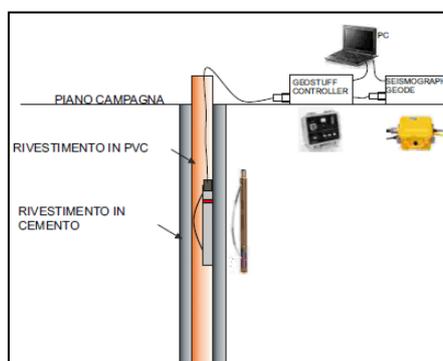


Figura 2 - Schema di acquisizione prova Down-Hole

Le indagini down hole sono state effettuate all'interno dei fori di sondaggio corrispondenti a S01, S03 e S05 (Fig. 3).



Figura 3 - Fasi di acquisizione

2.2. Processing indagine Down Hole

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio pari a circa un decimo di millisecondo. La prima fase dell'elaborazione consiste nella determinazione dei primi arrivi sia delle onde P che delle onde Sh. Il picking dei tempi delle onde P è una operazione relativamente semplice, mentre per la corretta individuazione dei tempi di arrivo delle onde Sh, è necessario evidenziare l'inversione di fase dell'onda di taglio. A tale scopo, si effettua la sovrapposizione dei sismogrammi ricavati per la stessa profondità dai due punti di battuta; la corretta localizzazione delle onde Sh si avrà quando, sovrapponendo le tracce, si noterà un movimento uguale ed opposto della fase d'onda. La prima operazione da fare è la correzione, sulla verticale, dei tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto della distanza tra la sorgente e il bocca-foro. Con i tempi corretti si realizza il grafico (T_{corr}, z), sia per le onde P che per le onde Sh. Le velocità dei terreni investigati vengono finalmente ottenute in maniera indiretta con il "metodo intervallo": i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due posizioni consecutive del ricevitore posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo). La seconda fase consiste nel calcolo delle dromocrone; la velocità media delle onde sismiche, in strati omogenei di terreno, è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Successivamente alla costruzione delle dromocrone ed alla determinazione della velocità di propagazione del segnale sismico nei diversi strati di terreno, si

potranno calcolare i moduli elastici caratteristici avendo informazioni sulla densità dei litotipi incontrati durante la perforazione.

Il **modulo di Young E** (o modulo di elasticità longitudinale) è definito a partire dalla legge di Hooke:

$$E = \sigma/\varepsilon$$

Con σ : sforzo, viene misurato in Pascal; ε : deformazione, è una grandezza adimensionale, spesso la si esprime in percentuale. Il modulo di Young viene determinato dal diagramma sforzo-deformazione mediante la formula appena vista, nel tratto in cui il materiale subisce una deformazione elastica (ovvero rimuovendo lo sforzo il materiale deve essere in grado di ritornare alle dimensioni iniziali, Fig. 4).

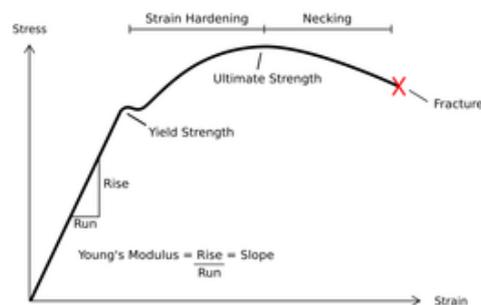


Figura 4 - Diagramma sforzo - deformazione di un materiale duttile

Il **modulo di taglio μ** , detto anche modulo di scorrimento, di rigidità o di elasticità tangenziale, è una costante di Lamè che esprime il rapporto sforzo-deformazione tangenziali.

Data una piastra di lunghezza indefinita di spessore h , perpendicolare all'asse x , sulle cui facce agisce una coppia di tensioni tangenziali (o di taglio) di verso opposto $T1$ e $-T1$, si produrrà uno spostamento $\delta/2$ nel senso delle z positive e $\delta/2$ nel senso opposto. In pratica è come se una faccia rimanesse ferma e si producesse uno spostamento di δ .

Lo spostamento totale δ sarà in relazione allo sforzo di taglio $T1$ e allo spessore h secondo la relazione:

$$dl = \frac{1}{\mu} h T_1$$

dove μ è il modulo di taglio. Considerando lo spostamento angolare α , ponendo l'angolo uguale alla sua tangente, la relazione diventerà semplicemente:

$$\alpha = \frac{T_1}{\mu}$$

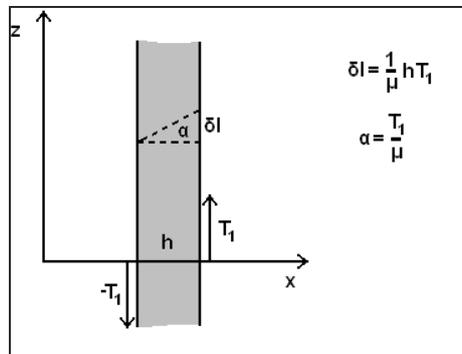


Figura 5 - Esempio di resistenza al taglio

Il **modulo bulk K** (o modulo di compressibilità) di un materiale definisce la capacità dello stesso di resistere ad una forza di compressione uniforme. È definito come l'incremento di pressione necessario a causare un relativo decremento di volume secondo la relazione:

$$K = -V \frac{\partial p}{\partial V}$$

dove K è appunto il modulo di compressibilità, p la pressione e V il volume.

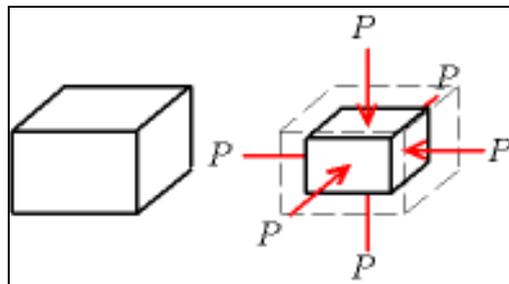


Figura 6 - Esempio di compressione uniforme

Si precisa inoltre che i moduli presentati nelle sezioni cui afferisce questa nota tecnica sono moduli DINAMICI cioè ottenuti calcolando i valori a piccolissime deformazioni rappresentate dal tratto iniziale reversibile della curva sforzi deformazioni. Per tanto, essi risulteranno essere molto maggiori rispetto a quelli calcolati con prove in situ e/o di laboratorio, in cui il terreno viene portato a rottura.

In particolare, nel presente lavoro è stato utilizzato il “Metodo della velocità di intervallo”.

Per interpretare i dati ottenuti dalla down-hole, è necessario correggere il i tempi di arrivo (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tener conto dell’inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza dall'asse sorgente del foro (Fig. 7), r la distanza tra la sorgente e i geofoni, z la profondità, è

possibile ottenere il tempo corretto (t_{cor}) usando la seguente formula di conversione: $t_{cor} = \frac{z}{r} t$.

In particolare, nel metodo della velocità di intervallo, i tempi di percorrenza sono misurati tra due ricevitori ubicati sulla stessa verticale (Fig. 7) ma a diverse profondità, consentendo quindi misurazioni di qualità migliore (velocità intervalli).

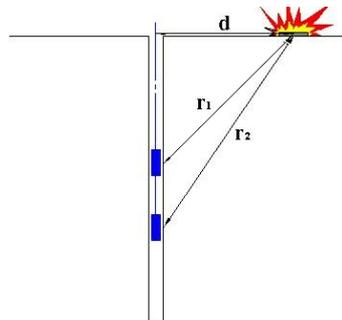


Figura 7 - Diagramma di una down-hole utilizzando il metodo d'intervallo.

Attraverso le misurazioni ottenute, è possibile calcolare il range di velocità delle onde P e S (Fig. 8), con la seguente formula:

$$v_{P,S} = \frac{z_2 - z_1}{t_{2cor} - t_{1cor}}$$

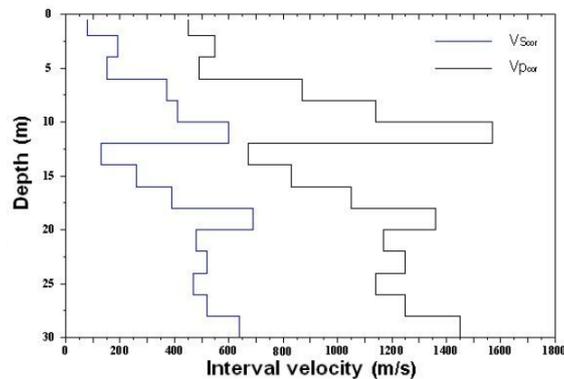


Figura 8 - Profilo di velocità sismica col metodo d'intervallo.

2.3. Risultati indagini

Prima di procedere alla descrizione dei risultati delle DH, occorre specificare che le indagini non coprono tutta la lunghezza del foro di sondaggio; tale problematica è probabilmente dovuta ad una errata cementazione e ad un possibile collasso del foro di sondaggio.

Tuttavia, le indagini hanno restituito delle categorie di suolo e velocità equivalenti per ogni foro di sondaggio.

Le indagini DH, pur distanziando tra loro anche meno di 2 km, hanno restituito valori di velocità sismiche e categorie di suolo diverse tra loro, in accordo con la stratigrafia riscontrata; i risultati generali sono riportati nella tabella seguente.

- La down-hole S01_L2 mostra un graduale aumento delle velocità sismiche con la profondità pur restituendo valori di velocità che non superano i 280 m/s per le Vs e 1530 m/s per le Vp. I valori delle velocità ottenute sono in accordo con la stratigrafia riscontrata, costituita soprattutto da sabbie ghiaiose e argillose. In generale, la V_{eq} è di 255 m/s e la categoria di suolo è di tipo **C**.
- Spostandosi ad ovest all'interno dell'area indagata, la down-hole S03_L2 ha restituito valori di velocità nettamente maggiori probabilmente dovuti alla presenza massiva di sabbia compatta con ghiaia. Le velocità Vs non superano i 580 m/s e le Vp i 1740 m/s. Fino alla profondità di 26 m dal p.c. la Vs equivalente è pari a 514 m/s con una categoria di suolo di tipo **B**.
- La down-hole S05_L2, la più ad ovest del Lotto 2, ha restituito valori di velocità totalmente diversi dalle indagini precedenti. A partire dalla profondità di 2 m dal p.c. entrambe le velocità in

onda P e Sh raggiungono valori di 1072 m/s e 893 m/s, rispettivamente, suggerendo la presenza di basamento sismico; tale basamento viene confermato dal sondaggio geognostico S05 in cui si rinviene la presenza di lava ricca in cristalli millimetrici. Nonostante si abbia una leggera inversione di velocità a una profondità di 14-17 m dal p.c. dovuta a un'alternanza di sabbie limose e livelli cementati, è stata comunque inserita la categoria di suolo. Secondo la normativa NTC2018 (paragrafo 3.2.2.), qualora il basamento sismico sia presente a una profondità ≤ 2 m, la categoria assegnata risulta essere la **A**.

ID	Vs eq	Cat. Suolo	Basamento
S01_L2	255	C	-
S03_L2	514	B	-
S05_L2	190	A	2 m dal p.c.

Tabella 2 – Risultati generali indagini DH

3. **BIBLIOGRAFIA**

Achenbach J. D., Xu Y., 1999. Wave motion in an isotropic elastic layer generated by a time-harmonic point load of arbitrary direction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 83 – 90.

Aki K., Richards P. G., 1980. *Quantitative Seismology, Theory and Methods*. *Geological Magazine*, 118, 02, DOI: 10.1017/S0016756800034439.

Cessaro R.K., 1994. Sources of Primary and Secondary Microseisms. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84, 1, 142-148.

Gutenberg, 1958. Two types of microseisms. *JGR*, 63, 3, 595-597.

Nakamura Y., 2000. Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. *Proc. of the 12th World Congress on Earthquake Engineering*.



DECIMONANNU – VILLAMASSARGIA
LOTTO 2

Relazione sulle indagini Down Hole

COMMESSA
RROP

LOTTO
02

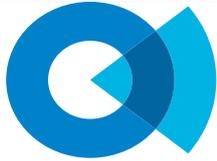
CODIFICA
R 69 IG

DOCUMENTO
GE 0005 002

REV.
A

FOGLIO
12 di 12

ALLEGATI

**SOCOTEC****TEST REPORT**

1/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S01 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	23/02/2023		
COORDINATE	Y	39°18'02.81"	
	X	8°54' 45.34"	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	1.62	616.50	4.84	206.44	0.44	211.1	73.4	557.1	17.2
2.00	3.22	626.44	11.95	140.64	0.47	100.6	34.1	631.6	17.3
3.00	4.24	974.19	16.66	212.50	0.48	239.1	81.1	1595.3	17.9
4.00	4.88	1585.83	20.95	233.12	0.49	310.3	104.2	4682.5	19.2
5.00	5.57	1433.40	25.05	244.02	0.49	333.7	112.3	3726.7	18.9
6.00	6.20	1587.27	28.34	303.85	0.48	524.4	177.0	4594.8	19.2
7.00	6.89	1448.64	32.34	250.23	0.48	351.3	118.3	3807.9	18.9
8.00	7.45	1789.49	36.46	242.13	0.49	342.2	114.8	6116.6	19.6
9.00	8.06	1655.34	40.21	266.79	0.49	408.7	137.4	5108.1	19.3
10.00	8.61	1801.03	43.15	340.46	0.48	673.2	227.2	6055.4	19.6
11.00	9.32	1410.50	46.23	324.86	0.47	584.8	198.6	3479.6	18.8
12.00	9.87	1816.82	49.91	271.46	0.49	430.7	144.7	6287.8	19.6
13.00	10.41	1847.82	54.07	240.27	0.49	339.2	113.7	6573.4	19.7
14.00	11.12	1410.60	57.26	313.55	0.47	545.5	185.0	3498.3	18.8
15.00	11.83	1411.47	60.86	278.16	0.48	431.0	145.6	3555.8	18.8
16.00	12.87	962.82	65.05	238.71	0.47	299.7	102.1	1525.6	17.9
17.00	13.62	1324.14	68.08	330.02	0.47	595.86	203.10	2998.9	18.6



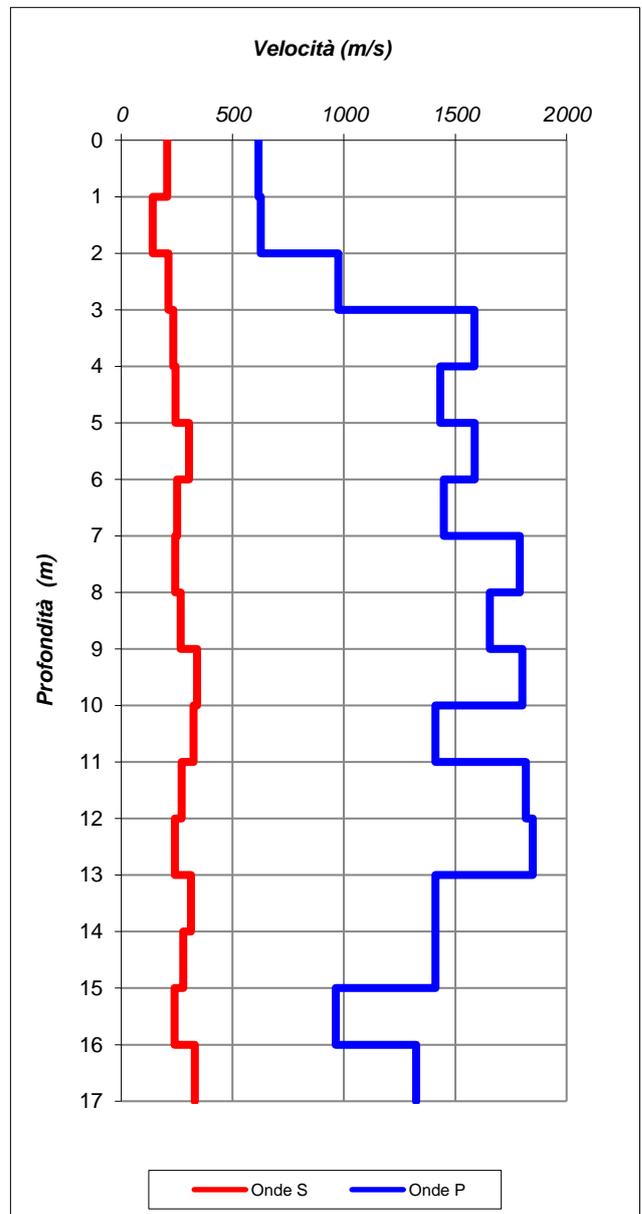
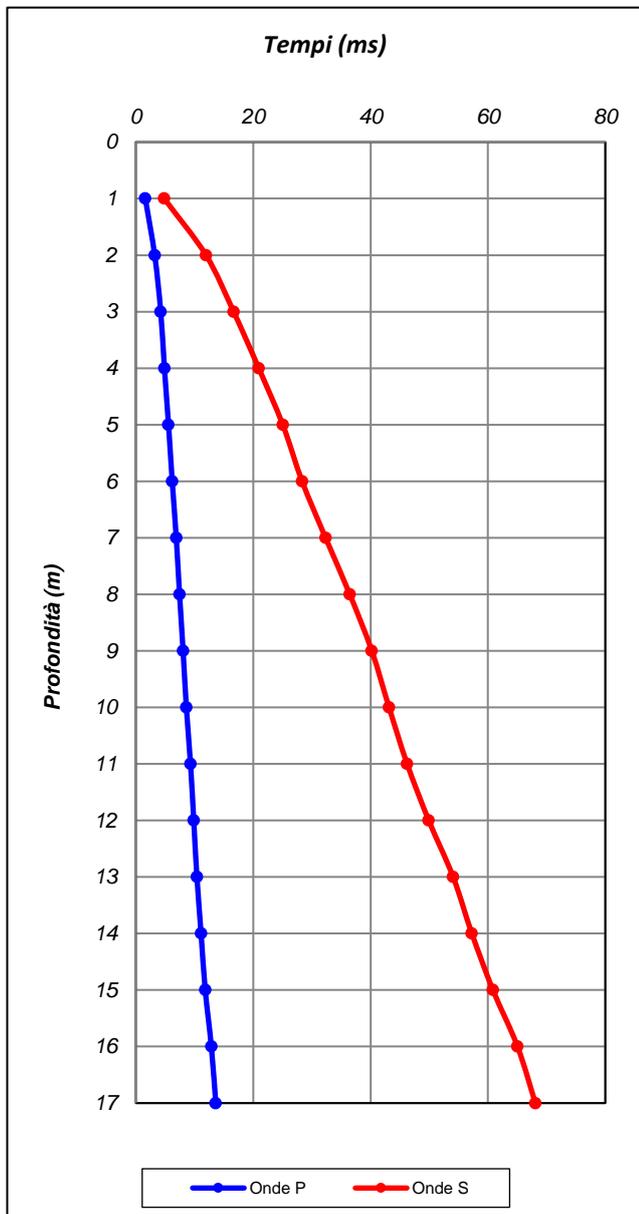
SOCOTEC

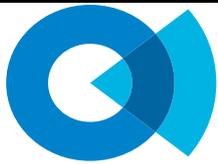
TEST REPORT

2/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S01 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	23/02/2023		
COORDINATE	Y	39°18'02.81"	
	X	8°54' 45.34"	





SOCOTEC

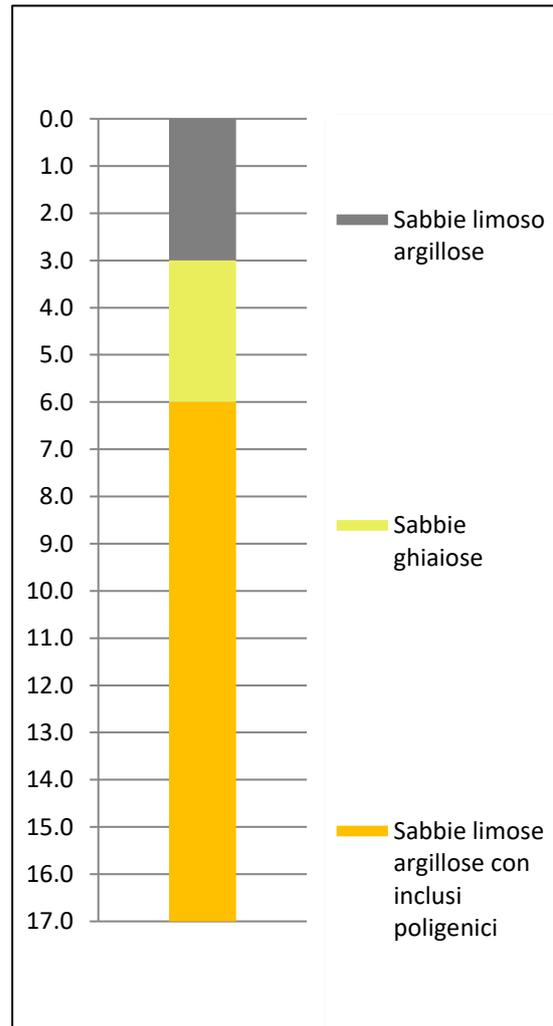
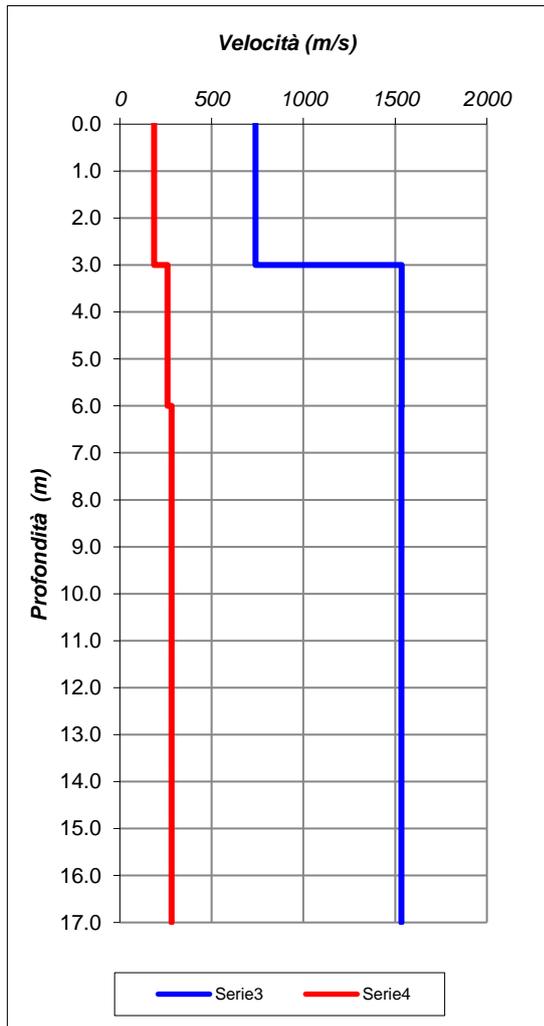
TEST REPORT

3/3

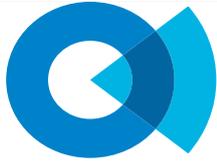
DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S01 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	23/02/2023		
COORDINATE	Y	39°18'02.81"	
	X	8°54' 45.34"	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
3.00	739.04	186.53	0.47	178.30	60.81	873.55	17.5
6.00	1535.50	260.33	0.49	383.92	129.25	4324.15	19.1
17.00	1534.42	281.51	0.48	448.10	151.12	4288.18	19.1



V_{S eq} (0-17) 255	Suolo C
---------------------------------------	-------------------

**SOCOTEC****TEST REPORT**

1/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S03 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	23/02/2023		
COORDINATE	Y	39°17' 59.363"	
	X	8°53' 35.916"	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	1.79	558.53	4.43	225.63	0.40	244.4	87.1	417.8	17.1
2.00	2.87	927.86	6.47	490.46	0.31	1122.0	429.5	964.6	17.9
3.00	3.46	1683.52	8.35	532.10	0.44	1584.2	548.3	4757.9	19.4
4.00	4.20	1362.04	10.80	407.80	0.45	903.5	311.4	3058.4	18.7
5.00	4.88	1465.08	13.20	417.42	0.46	960.4	329.8	3623.5	18.9
6.00	5.50	1606.42	16.29	323.03	0.48	593.0	200.5	4690.7	19.2
7.00	6.06	1780.27	19.56	305.96	0.48	543.8	183.1	5955.3	19.6
8.00	6.58	1941.42	22.82	307.14	0.49	557.9	187.6	7244.0	19.9
9.00	7.14	1776.99	25.05	448.00	0.47	1150.7	392.5	5651.3	19.6
10.00	7.82	1464.60	27.04	503.74	0.43	1376.6	480.3	3420.0	18.9
11.00	8.51	1467.04	28.68	606.46	0.40	1945.6	696.4	3146.5	18.9
12.00	9.25	1346.55	30.23	648.13	0.35	2119.0	785.2	2342.5	18.7
13.00	9.79	1859.94	31.80	637.07	0.43	2294.7	800.4	5754.7	19.7
14.00	10.45	1509.71	33.31	659.42	0.38	2286.1	827.0	3232.2	19.0
15.00	11.02	1734.91	34.83	660.74	0.42	2405.8	850.0	4726.9	19.5
16.00	11.60	1735.86	36.28	688.64	0.41	2597.7	923.4	4636.0	19.5
17.00	12.23	1592.58	37.82	647.00	0.40	2250.5	803.1	3795.1	19.2
18.00	12.82	1680.97	39.37	647.32	0.41	2292.7	811.3	4389.3	19.4
19.00	13.47	1557.13	41.68	433.09	0.46	1045.5	358.5	4156.5	19.1
20.00	14.06	1674.31	43.66	503.93	0.45	1425.1	491.3	4768.9	19.3
21.00	14.66	1672.96	45.21	645.62	0.41	2278.1	806.4	4339.4	19.3
22.00	15.15	2029.99	46.83	618.81	0.45	2225.7	768.1	7242.2	20.1
23.00	15.68	1884.74	48.72	528.44	0.46	1609.1	552.1	6286.5	19.8
24.00	16.22	1866.76	50.61	528.51	0.46	1605.6	551.2	6141.8	19.7
25.00	16.80	1736.82	52.35	575.16	0.44	1853.3	644.2	5015.4	19.5
26.00	17.37	1736.97	53.95	623.81	0.43	2161.2	757.8	4865.0	19.5



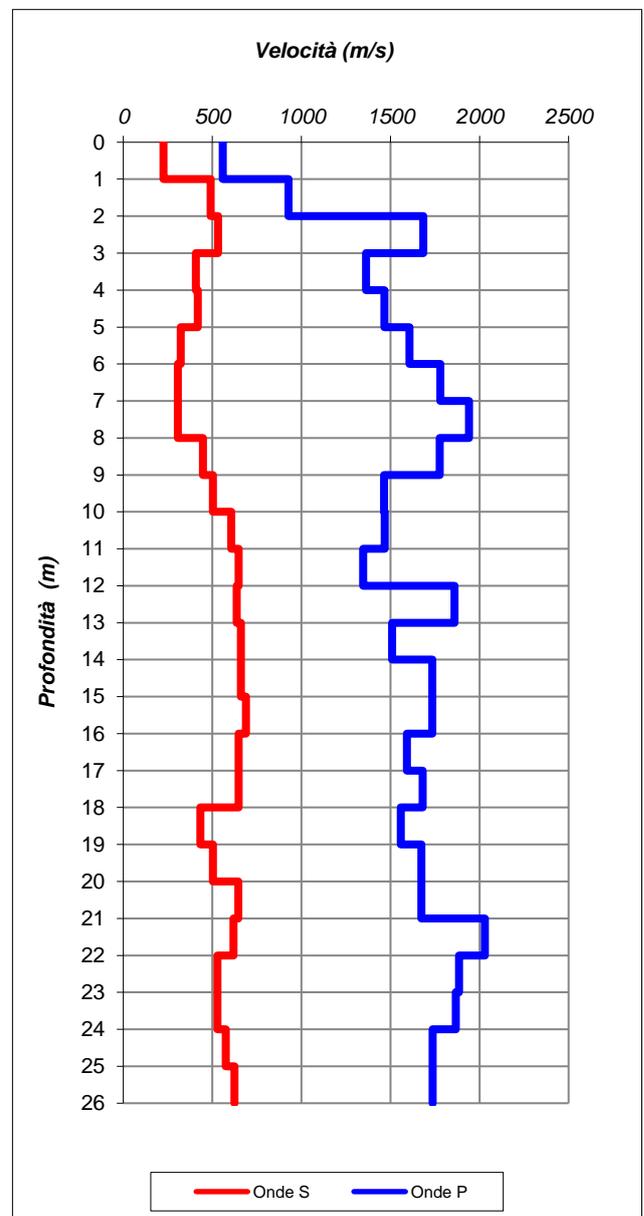
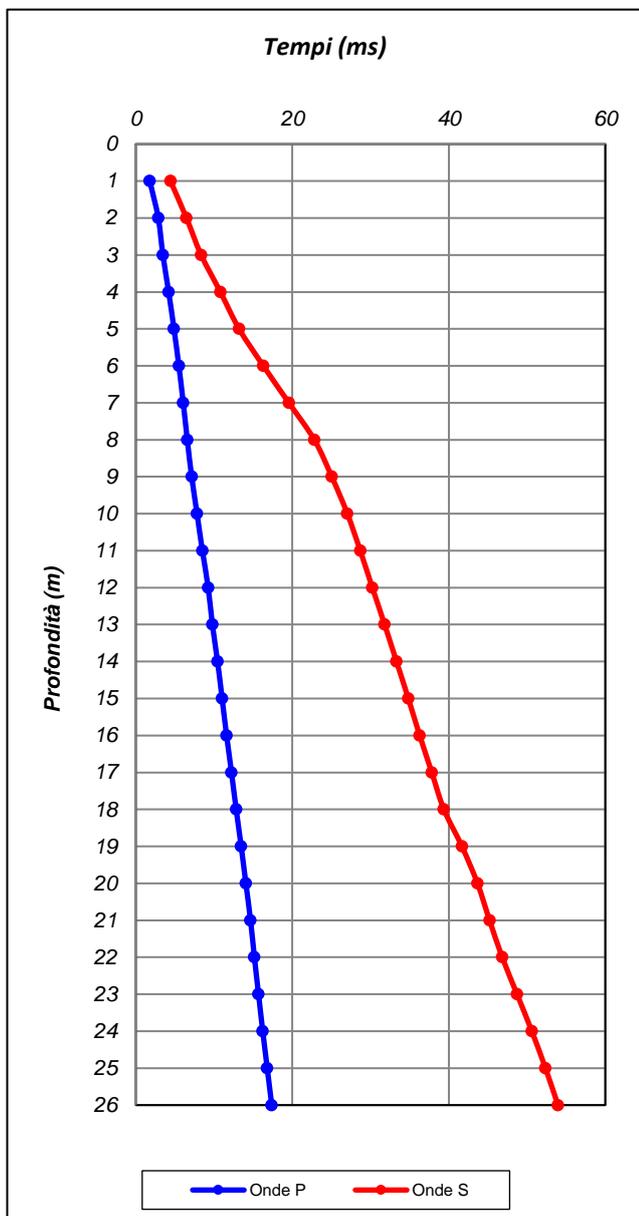
SOCOTEC

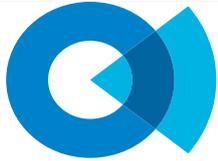
TEST REPORT

2/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geonostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S03 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	23/02/2023		
COORDINATE	Y	39°17' 59.363"	
	X	8°53' 35.916"	





SOCOTEC

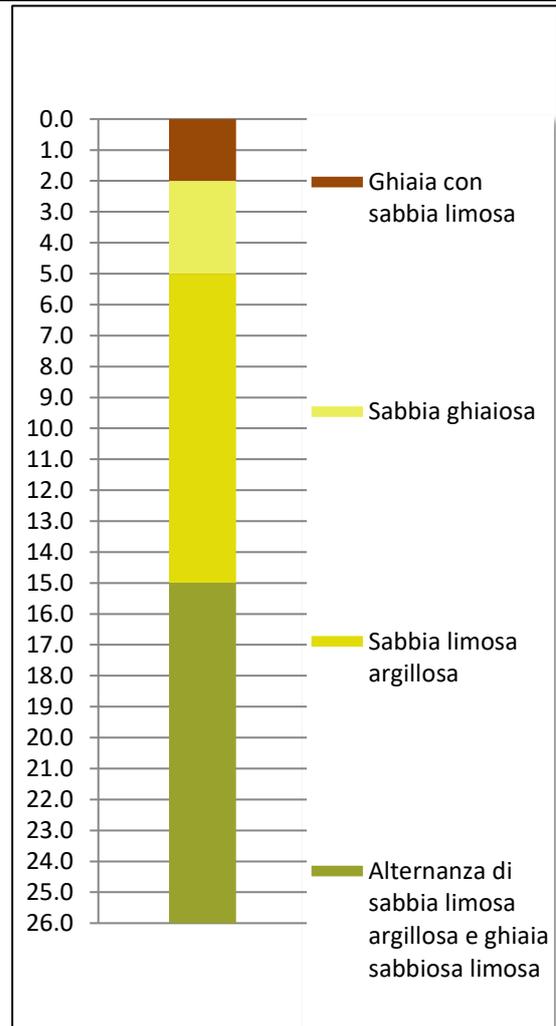
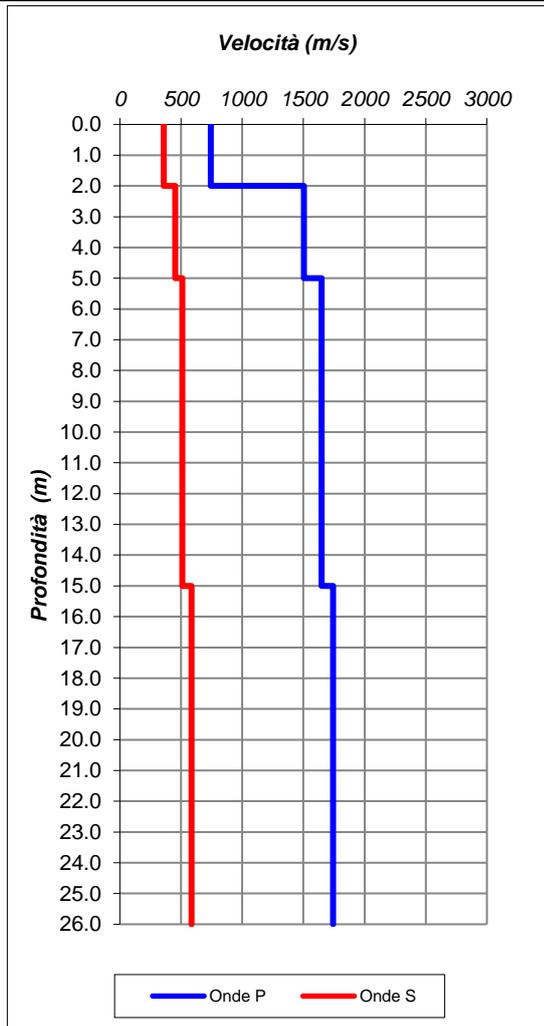
TEST REPORT

3/3

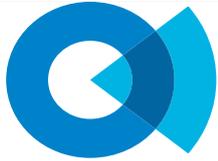
DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S03 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	23/02/2023		
COORDINATE	Y	39°17' 59.363"	
	X	8°53' 35.916"	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
2.00	743.20	358.04	0.35	604.75	224.17	666.96	17.5
5.00	1503.55	452.44	0.45	1128.51	389.08	3778.07	19.0
15.00	1648.79	509.97	0.45	1452.51	501.87	4576.88	19.3
26.00	1742.64	585.48	0.44	1918.83	667.94	5026.72	19.5



V_{S eq (0-26)} 514	Suolo B
---------------------------------------	-------------------

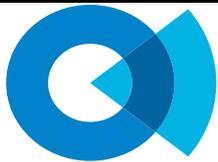
**SOCOTEC****TEST REPORT**

1/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S05 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	22/02/2023		
COORDINATE	Y	39°17' 56.143"N	
	X	8°51'51.198"E	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	1.40	714.78	4.70	212.65	0.45	228.8	78.8	785.4	17.4
2.00	2.10	1431.10	10.69	166.97	0.49	157.0	52.6	3793.0	18.9
3.00	2.65	1805.37	14.89	238.05	0.49	331.4	111.1	6243.7	19.6
4.00	3.16	1959.25	16.84	512.50	0.46	1531.1	523.2	6948.5	19.9
5.00	3.66	2021.43	18.53	592.69	0.45	2046.0	704.1	7251.1	20.0
6.00	4.15	2021.52	20.69	462.14	0.47	1260.6	428.1	7619.9	20.0
7.00	4.63	2090.86	21.83	877.59	0.39	4330.6	1554.3	6750.4	20.2
8.00	5.07	2275.37	22.75	1095.83	0.35	6658.2	2467.8	7349.4	20.6
9.00	5.49	2372.33	23.78	968.46	0.40	5447.9	1945.7	9080.8	20.7
10.00	5.92	2348.08	24.72	1063.88	0.37	6422.4	2342.5	8287.4	20.7
11.00	6.37	2195.43	25.71	1010.84	0.37	5690.1	2083.5	7050.2	20.4
12.00	6.80	2337.05	26.59	1133.29	0.35	7149.4	2655.3	7751.4	20.7
13.00	7.15	2834.75	27.33	1355.34	0.35	10762.2	3980.6	12105.8	21.7
14.00	7.48	3061.78	28.04	1410.63	0.37	12020.8	4402.3	14870.0	22.1
15.00	8.02	1834.72	29.36	755.13	0.40	3136.0	1121.6	5125.7	19.7
16.00	8.52	1999.48	30.68	756.48	0.42	3242.2	1144.5	6469.5	20.0
17.00	9.03	1983.14	32.31	616.20	0.45	2193.3	758.1	6841.6	20.0
18.00	9.49	2187.13	33.20	1122.94	0.32	6787.8	2569.2	6320.6	20.4
19.00	9.91	2335.53	34.09	1123.95	0.35	7046.9	2611.3	7793.8	20.7
20.00	10.26	2931.93	34.80	1409.45	0.35	11724.7	4343.4	13003.4	21.9
21.00	10.61	2800.48	35.54	1347.30	0.35	10582.3	3921.1	11712.8	21.6
22.00	10.94	3069.32	36.22	1475.45	0.35	13010.1	4819.5	14430.2	22.1



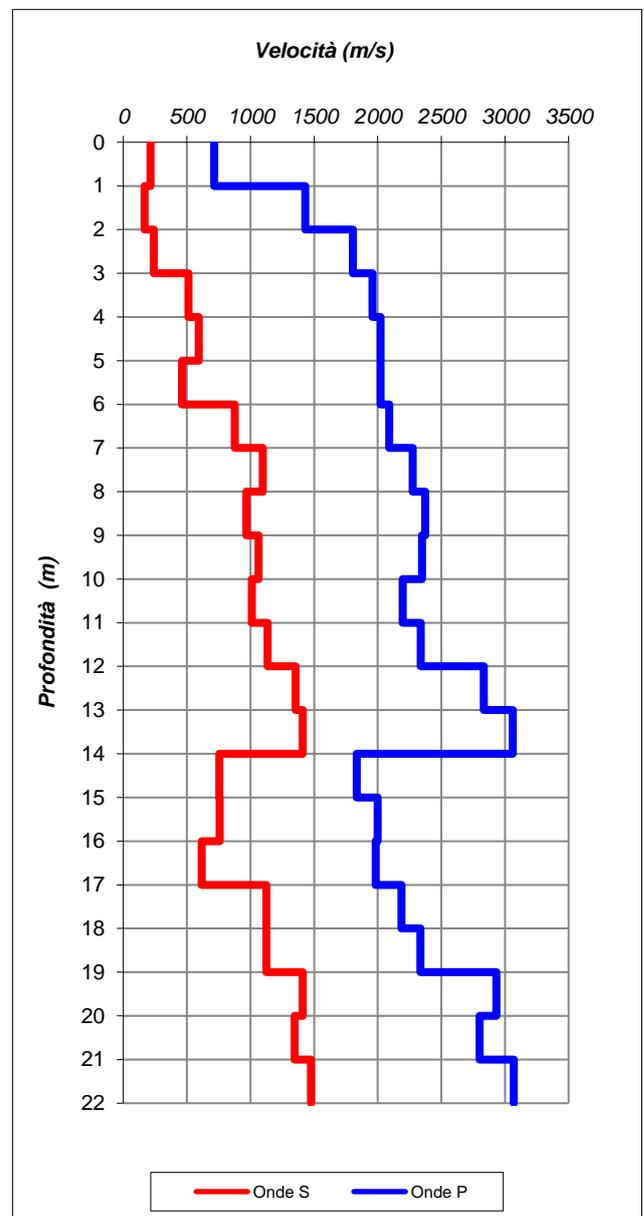
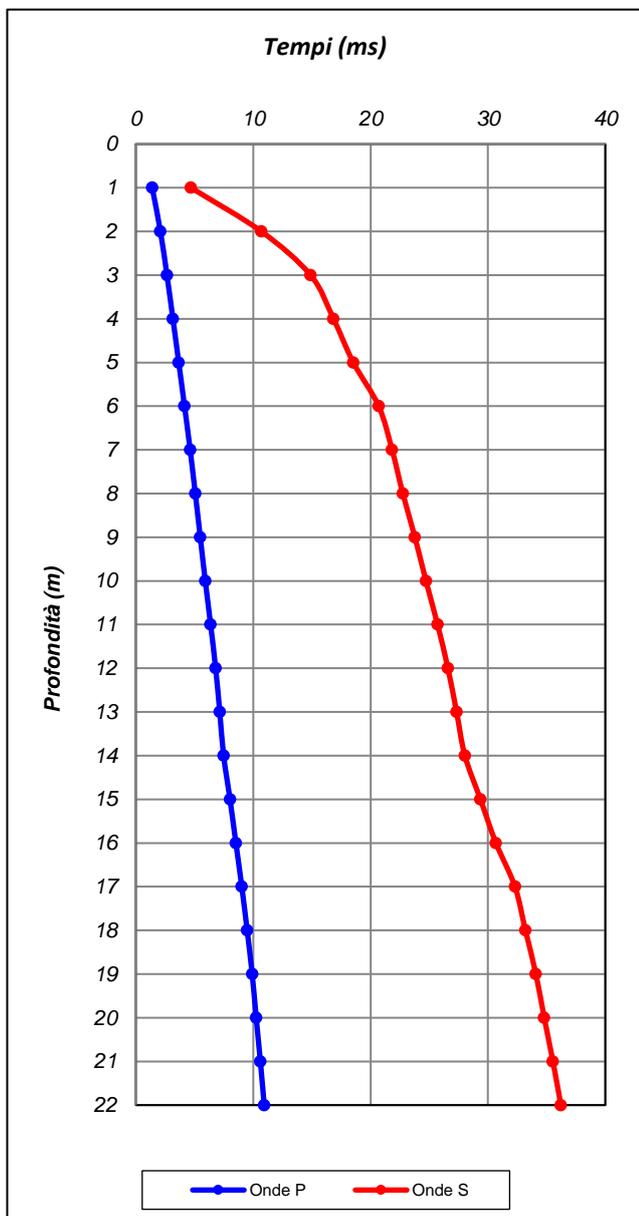
SOCOTEC

TEST REPORT

2/3

DOWN HOLE

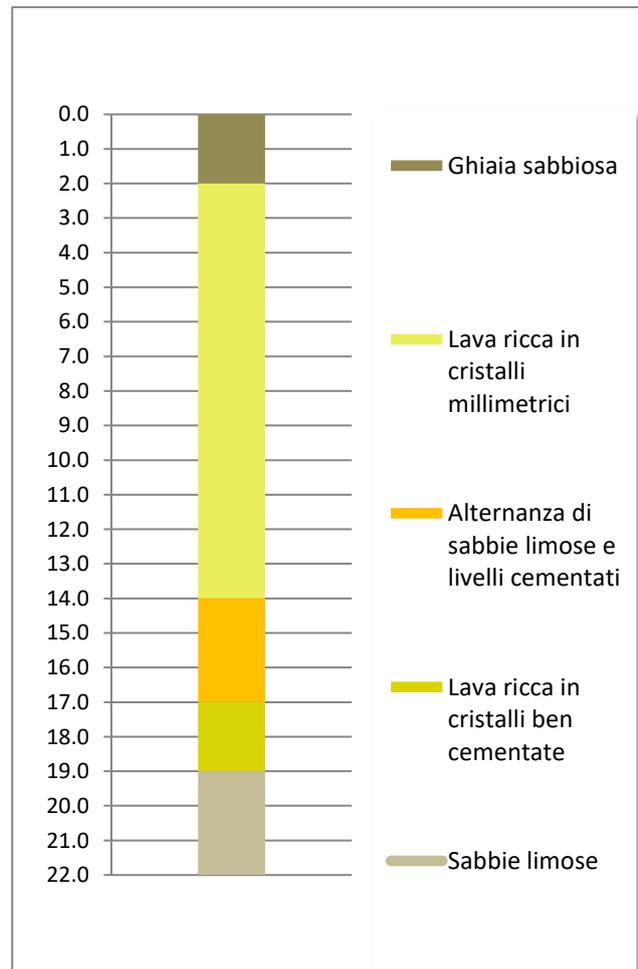
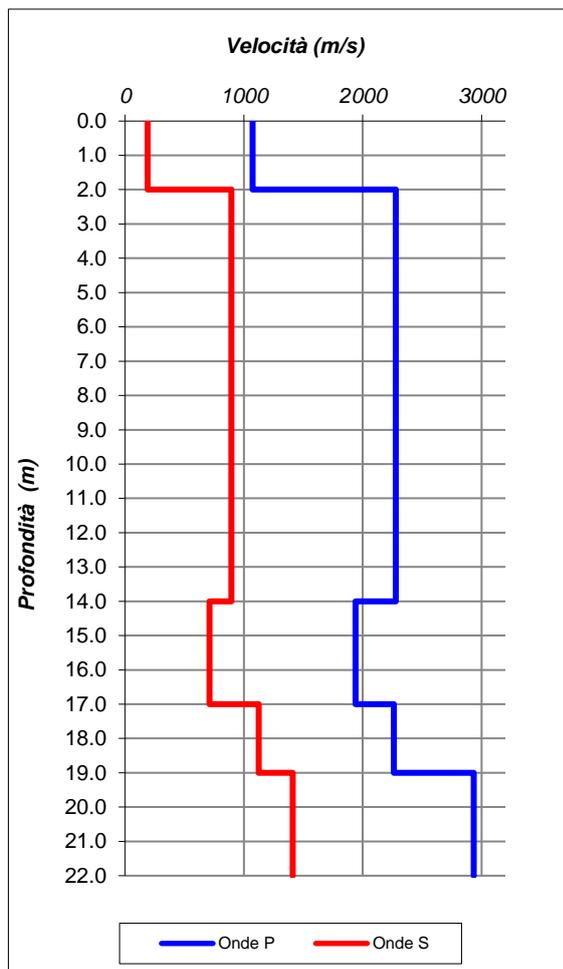
CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.		
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia		
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia		
NOME TEST:	S05 - L02		
DATA DI ESECUZIONE	22/02/2023		
COORDINATE	Y	39°17' 56.143"N	
	X	8°51'51.198"E	



	TEST REPORT	3/3
	DOWN HOLE	

CLIENTE:	ITALFERR S.p.A.	
LAVORO:	Esecuzione di indagini geognostiche per il PFTE della tratta Decimomannu - Villamassargia, nell'ambito del completamento della rete sarda. Lotto 2 Raddoppio Decimomannu-Villamassargia	
UBICAZIONE:	Tratta Decimomannu - Villamassargia	
NOME TEST:	S05 - L02	
DATA DI ESECUZIONE	22/02/2023	
COORDINATE	Y	39°17' 56.143"N
	X	8°51'51.198"E

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
2.00	1072.94	189.81	0.48	194.02	65.38	2001.79	18.1
14.00	2276.94	893.44	0.41	4623.44	1640.67	8468.46	20.6
17.00	1939.11	709.27	0.42	2845.54	1000.00	6141.21	19.9
19.00	2261.33	1123.44	0.34	6921.85	2590.22	7040.91	20.5
22.00	2933.91	1410.74	0.35	11747.41	4352.08	13020.63	21.9



V_{S eq (0-2)} 190	Suolo A
--------------------------------------	-------------------