

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA  
UO GEOLOGIA  
PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE 1ª FASE

SCALA:

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

I F O E    0 0    D    6 9    I G    G E 0 0 0 1    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore/Disegnatore
A	Emissione esecutiva	BALDI	Novembre 2013	MANCINI	Novembre 2013	APREA	Novembre 2013	ITALFERR S.p.A. Dott. Geologo Francesco MARCHESE Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File:

n. Elab.:

440





ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	2 di 73

## INDICE

1 INTRODUZIONE.....	3
2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA' .....	4
3 FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE.....	6
4 LAVORI SVOLTI .....	8
5 METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI .....	12
5.1 Prospezione elettromagnetica .....	12
5.2 Carotaggi sismici down-hole.....	13
5.3 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) .....	15
5.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) .....	16
6 METODOLOGIA INTERPRETATIVA .....	17
6.1 Prospezione elettromagnetica .....	17
6.2 Carotaggi sismici down-hole.....	17
6.3 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) .....	18
6.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) .....	21
7 ANALISI DEI RISULTATI.....	24
7.1 Prospezione elettromagnetica .....	24
7.2 Carotaggi sismici down-hole.....	27
7.3 Calcolo differenziale delle velocità .....	36
7.4 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) .....	39
7.5 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) .....	45
<b>APPENDICE 1: DROMOCRONE IN ONDE P ED S<sub>H</sub> &amp; VELOCITÀ INTERVALLARI .....</b>	<b>49</b>
<b>APPENDICE 2: CARTE DI CONDUCIBILITÀ ELETTRICA.....</b>	<b>56</b>
<b>APPENDICE 3: TABELLA RIASSUNTIVA VALORI DI VS<sub>30</sub> .....</b>	<b>73</b>





ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	3 di 73

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine geofisica eseguita per conto di **RFI - Rete Ferroviaria Italiana** nell'ambito del progetto **ITINERARIO NAPOLI - BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI**.

I lavori sono stati eseguiti dal giorno 11 Settembre al giorno 18 ottobre 2013, nelle piazzole adiacenti alla linea ferroviaria di Canello, con l'esecuzione di profili elettromagnetici per la ricerca di masse metalliche, con misure di sismica attiva e passiva (prove MASW e prove R.e.M.i.) delle onde superficiali di Rayleigh per la definizione del valore di  $V_{s30}$  utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla vigente normativa antisismica e con l'esecuzione di carotaggi sismici in foro down-hole per la caratterizzazione dinamica dei terreni.

Nella presente relazione sono descritti i modi d'esecuzione della fase di acquisizione dei dati sperimentali e le metodologie interpretative dei dati secondo un criterio essenzialmente geofisico.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34LOTTO  
00CODIFICA  
D69 IGDOCUMENTO  
GE0005 001REV.  
AFOGLIO  
4 di 73**2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'**

n°	Strumentazione profili elettromagnetici	COD. IDENT.
1	elettromagnetometro EM34-3 (Geonics)	SGG-SI-64
1	cavi di collegamento Tx-Rx, intercoil 10 metri (Geonics)	

n°	Strumentazione sismica di superficie	COD. IDENT.
1	sismografo digitale GEODE 24 ch - 24 bit (Geometrics)	SGG-SI-52
1	notebook HP per registrazione dei dati	
24	geofoni verticali con frequenza 4,5Hz (OYO-Geospace)	SGG-SI-61
1	cavo di collegamento per geofoni 24 take-out/5,0 metri (OYO-Geospace)	cavoSIS11
1	linea trigger con dispositivo hammer-switch	
1	massa battente del peso di 5kg	

n°	Strumentazione sismica in foro	COD. IDENT.
1	sismografo digitale GEODE 24 ch - 24 bit (Geometrics)	SGG-SI-52
1	notebook HP per registrazione dei dati	
1	Geofono tridimensionale da foro Geostuff, a frequenza propria di 15 Hz, munito di bussola elettronica per orientamento del geofono stesso e di ancoraggio meccanico motorizzato alla parete del foro	SGG-SI-55A
1	Sistema specifico per la generazione di onde polarizzate $S_H$	
1	linea trigger con dispositivo hammer-switch	
1	massa battente del peso di 10kg	

Tutti gli strumenti di misura impiegati sono tarati presso il laboratorio metrologico Gammamisure di Calenzano (certificato ed accreditato LAT n°56) e/o verificati secondo il piano annuale di taratura e verifica adottato presso questo studio.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	5 di 73

### Risorse coinvolte

Per l'esecuzione della prospezione di campagna e della relativa interpretazione in ufficio, sono state coinvolte le seguenti risorse:

• Responsabile dell'incarico	A. BALDI
• Responsabile Assicurazione Qualità per la prospezione	A. BALDI
• Responsabile della prospezione	S. MENCARINI
• Prospettore geofisico	M. SCHEGGI J. DE LUCA
• Interpretazione misure geofisiche	S. MENCARINI M. SCHEGGI J. DE LUCA
• Editing	M. SCHEGGI

### Sistema Qualità

La prospezione geofisica è stata eseguita in riferimento alle specifiche SP0302 e SP0901. L'elaborazione dei dati è avvenuta in conformità all'istruzione ISO9001.

Per la registrazione delle varie attività sono stati utilizzati i moduli del sistema qualità in uso presso questo studio.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

CODIFICA  
D69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
6 di 73

### 3 FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE

Le finalità della prospezione elettromagnetica, delle prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) e Re.Mi. (Refraction Microtremor) e dei carotaggi sismici in foro down hole possono così essere sinteticamente riassunte:

- misure della conducibilità elettrica, in corrispondenza delle zone di esecuzione dei sondaggi geognostici, per la ricerca di eventuali masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo, con metodologia elettromagnetica FDEM secondo una griglia 2,5x2,5m;
- computo del valore  $V_{s30}$  del sito per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa vigente;
- profilo verticale di  $V_s$  nei primi 30 metri di suolo.
- definire la velocità di propagazione delle onde sismiche P ed  $S_H$  nel sottosuolo;
- parametrizzazione dinamica dei terreni attraverso le misure geofisiche.

Per quanto riguarda le principali proprietà dinamiche dei terreni, è opportuno ricordare che, per sottosuoli naturali, a causa della rapidità delle azioni e del fatto che questi si trovano per gran parte sotto falda, ci si trova in condizioni di drenaggio impedito e pertanto il fenomeno sismico produce deformazioni volumetriche trascurabili, rispetto a quelle distorsionali.

Per questo motivo appare giustificato ricondurre la modellazione meccanica di un fenomeno sismico all'analisi degli effetti prodotti da un treno d'onde S, che si propagano dal substrato alla superficie, con un campo di spostamenti del terreno in pratica orizzontale. Tale assunzione è oltretutto giustificata dal fatto che, da un punto di vista ingegneristico, il moto più verosimile ai fini della verifica sismica dei manufatti è quello orizzontale. In tal senso, a livelli di deformazione bassi, è assunta l'ipotesi che il terreno in esame presenti un comportamento tensione-deformazione di tipo elastico lineare (deformazioni inferiori a 10<sup>-3</sup>%).

Attraverso i valori di velocità di propagazione delle onde P ( $V_p$ ) e delle onde S ( $V_s$ ), saranno determinate, in riferimento alla teoria dell'elasticità, alcune delle proprietà meccaniche del mezzo attraversato, quali:

- il modulo di deformazione a taglio  $G_{max}$ :  $(G = \rho \cdot V_s^2)$
- il modulo di Young  $E$ :  $E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$
- il coefficiente di Poisson  $\nu$ :  $\nu = 0.5 \cdot \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 / \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1$
- il modulo di compressibilità volumetrica  $E_v$ :  $E_v = \rho \cdot \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$

dove:  $\rho$  = rappresenta la densità del mezzo;

$\gamma$  = peso di volume (=  $\rho \cdot g$ )

$g$  = l'accelerazione di gravità ;

$\nu$  = è il coefficiente di Poisson.

Le velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi ( $S_r = 100\%$ ) dipendono talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tali valori possono non essere rappresentativi delle proprietà meccaniche del materiale in questione secondo le relazioni matematiche espresse in precedenza; invece le velocità delle onde S e delle onde di superficie, sono caratteristiche delle vibrazioni trasmesse prevalentemente dal solo scheletro solido e perciò rappresentative delle proprietà meccaniche del terreno. Ne consegue che per alcuni terreni sotto falda, le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio e, subordinatamente, le onde di superficie.

#### 4 LAVORI SVOLTI

Di seguito si riporta una tabella in cui si riporta il dettaglio delle indagini geofisiche eseguite ed una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi geognostici di riferimento (Figura 4.1).

Tabella indagini svolte

sondaggio geognostico di riferimento	elettromagnetismo su piazzole sondaggi con griglia 2,5x2,5m	carotaggio sismico down-hole prof. 30 metri	prova di sismica attiva MASW	prova di sismica passiva Re.Mi.
S1a	<b>X</b>			
S2	<b>X</b>	<b>X</b>		
S3i	<b>X</b>			
S4a	<b>X</b>		<b>X</b>	
S5a				
S6a	<b>X</b>			
S7	<b>X</b>	<b>X</b>		
S8a	<b>X</b>		<b>X</b>	
S9a	<b>X</b>			
S10a	<b>X</b>			
S11	<b>X</b>			<b>X</b>
S12	<b>X</b>	<b>X</b>		
S13a	<b>X</b>		<b>X</b>	
S14	<b>X</b>			
S15a	<b>X</b>			<b>X</b>
S16a	<b>X</b>			
S17a	<b>X</b>			

La prospezione elettromagnetica FDEM, finalizzata alla ricerca di masse metalliche sepolte, è stata eseguita su tutti i sondaggi (tranne il sondaggio S5a) con griglia di 2,5x2,5 metri, con elettromagnetometro EM34-3 Geonics.



**Figura 4.1** – Planimetria dei sondaggi geognostici di riferimento per le prove geofisiche (ved. tabella indagini svolte).



	<b>ITINERARIO NAPOLI - BARI</b> VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
<b>Rapporto tecnico</b>	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 10 di 73

Carotaggi sismici down-hole della profondità di 30 metri sono stati realizzati sui sondaggi S2, S7, S12. Al momento dell'esecuzione, i sondaggi meccanici risultavano completamente rivestiti con tubazione in pvc cementata alle pareti dei fori stessi; tutti i sondaggi presentavano acqua al loro interno.

Le registrazioni sismiche all'interno del sondaggio sono state eseguite con interdistanza pari a 1,0 metri, a partire da fondo foro fino a piano campagna.

I carotaggi, l'installazione delle attrezzature, l'esecuzione delle prove in situ, sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1997;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;
- Norme standard previste per l'esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHO, AASHTO);
- ENV 1997-3: "Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 3 – Design assisted by fieldtesting".

Prove Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S4a, S8a, S13a.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

CODIFICA  
D69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
11 di 73

Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S11, S15a.

Complessivamente, sono stati quindi eseguiti:

- **n°16 postazioni di rilievo elettromagnetico FDEM** con griglia 2,5x2,5m con elettromagnetometro EM34-3 Geonics con intercoil di 10 metri;
- **n°3 carotaggi sismici down-hole** della profondità, ciascuno, di 30 metri, con sismografo Geode Geometrics e geofono tridimensionale BHG-3 Geostuff, dotato di ancoraggio meccanico ed orientazione automatica della terna di sensori (freq. 1.4Hz);
- **n°3 prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)** con array sismico composto da 24 geofoni verticali (freq. 4,5Hz);
- **n°2 prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)** con array sismico composto da 24 geofoni verticali (freq. 4,5Hz).

	<b>ITINERARIO NAPOLI - BARI</b> VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
	<b>Rapporto tecnico</b>	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

## 5 METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI

### 5.1 Prospezione elettromagnetica

Al fine di garantire un'ottima copertura fino a 5 metri di profondità da piano campagna, l'indagine elettromagnetica è stata eseguita con elettromagnetometro EM34-3 Geonics, con accoppiamento orizzontale dei dipoli, Tx ed Rx, adoperando un intercoil fisso pari a 10 metri. L'utilizzo di detta spaziatura, congiuntamente all'utilizzo delle bobine riceventi e trasmettenti in assetto verticale (dipoli orizzontali), garantisce, infatti, un'ottima risoluzione delle misure di conducibilità elettrica nei primi 5-6 metri di profondità.

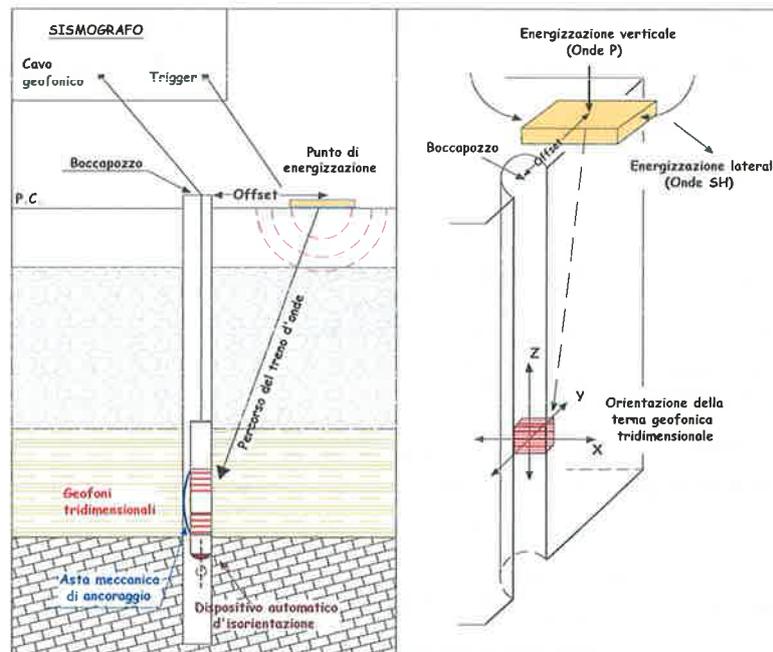
L'elettromagnetometro EM34-3 Geonics è uno strumento multifrequenza; l'uso di un intercoil di 10 metri applica una frequenza di indagine pari a 6,4kHz (Figura 5.1). Nelle piazzole oggetto di indagine è stata adottata una griglia di lettura pari a 2,5x2,5m. Ciascuna lettura della conducibilità elettrica, espressa in mmhos/m, è stata tabellata e conseguentemente interpretata con l'uso di software di surface-map contouring.

<b>Measured Quantities</b>	Apparent conductivity in millisiemens per metre (mS/m)
<b>Primary Field Source</b>	Self-contained dipole transmitter
<b>Sensor</b>	Self-contained dipole receiver
<b>Reference Cable</b>	Lightweight, 2 wire shielded cable
<b>Inter-coil Spacing Operating Frequency</b>	10m at 6.4 kHz 20m at 1.6 kHz 40m at 0.4 kHz
<b>Power Supply</b>	Transmitter: 8 disposable or rechargeable 'D' cells Receiver: 8 disposable or rechargeable 'C' cells
<b>Conductivity Ranges</b>	10, 100, 1000 mS/m
<b>Measurement Resolution</b>	+/- 0.1% of full scale
<b>Measurement Accuracy</b>	+/- 5% at 20 mS/m
<b>Noise Levels</b>	0.2 mS/m (can be greater in regions of high power line interference)
<b>Dimensions</b>	Receiver Console: 19 x 13.5 x 26 cm Transmitter Console: 15.5 x 8 x 26 cm Receiver & Transmitter Coil: 63 cm dia. Shipping Case: 27.5 x 75 x 75 cm
<b>Weight</b>	Instrument: 20.5 kg Shipping: 43 kg

**Figura 5.1** – Specifiche tecniche dell'elettromagnetometro EM34-3 Geonics.

## 5.2 Carotaggi sismici down-hole

Lo scopo della prova down-hole consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde  $S_H$ ), calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno d'ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo. La prova consiste nel produrre in superficie sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione P, ed orizzontali per la generazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente  $S_H$  e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una terna di geofoni, ancorati a profondità nota nel foro di sondaggio (Figura 5.2).



**Figura 5.2** - Rappresentazione schematica di un carotaggio sismico down-hole.

Conosciuta la distanza tra la sorgente ed i ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P e  $S_H$ ) in corrispondenza della verticale di misura. Per generare



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	14 di 73

le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5 kg. Per le onde  $S_H$  è stato invece utilizzato, come sorgente, un apposito dispositivo, la cui forma permette colpi laterali su entrambi i lati. Tale dispositivo viene gravato con sacchi di sabbia, al fine di assicurare una perfetta aderenza con il terreno, così da evitare ogni tipo di dispersione dell'energia prodotta. Il sistema energizzante adottato è in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, con forme d'onda ripetibili e direzionali, vale a dire con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali, ed eventualmente anche verticali.

Come sistema di ricezione è stata utilizzata una sonda meccanizzata al cui interno sono alloggiati tre ricevitori, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità. Il trasduttore verticale è orientato secondo la lunghezza della sonda, mentre i trasduttori orizzontali, orientabili automaticamente secondo il Nord geografico, sono disposti in direzioni ad essa perpendicolare (N-S ed E-W). I trasduttori hanno una frequenza propria di 15Hz ed una sensibilità tale da poter ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente. La sonda possiede un'asta meccanica motorizzata che garantisce l'aderenza tra i ricevitori e le pareti del rivestimento. Il sistema d'acquisizione dati è di tipo multicanale ed è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 24 bit.

Ciascuna prova è stata eseguita secondo le seguenti fasi:

1. Dopo ad aver predisposto un opportuno piano d'appoggio, il dispositivo sorgente è stato collocato sulla superficie in prossimità del foro ad una distanza di 3,0 m ed orientato con direzione Est-Ovest perpendicolarmente al raggio condotto dal foro.
2. Il sistema, costituito dai tre ricevitori è stato calato a fondo foro collegandolo alla superficie mediante un sistema che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie.
3. Dopo aver ancorato la sonda geofonica alle pareti del rivestimento, si è proceduto con le fasi di orientamento dei trasduttori.

	<b>ITINERARIO NAPOLI - BARI</b>					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
<b>Rapporto tecnico</b>	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 15 di 73

4. Campionamento del rumore ambientale.
5. È stato quindi attivato il dispositivo sorgente, producendo una sollecitazione che, attivando il trigger (dispositivo "arm-switch"), si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con vibrazioni di tipo compressionale; di seguito (con energizzazione separata e distinta) sono state generate vibrazioni di tipo  $S_H$ , dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale. Per l'ottenimento di una buona qualità dei dati, è necessario produrre alla sorgente due onde di polarità opposta e sommare le registrazioni d'ogni singolo arrivo, così da individuare in modo migliore l'istante di primo arrivo (metodo cross-over).
6. La prova è stata quindi ripetuta con interdistanza fra le misure pari a 1,0 m per tutto il tratto di sondaggio.

### 5.3 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

Lo scopo della prova MASW è quello di ricostruire il profilo di rigidità del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh con un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle  $V_s$  (velocità di propagazione delle onde di taglio).

La prova consiste nel produrre in un punto sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione dinamica verticale in un determinato campo di frequenze e nel registrare tramite uno stendimento lineare di sensori le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.

L'acquisizione dei dati è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo da 4,5 Hz) disposta sul terreno con array lineare da 24 geofoni spazati di 5,0 metri.

In riferimento all'acquisizione di onde S con tecnica di sismica attiva (prova MASW), sono state adottate le seguenti caratteristiche:



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	16 di 73

- *24 geofoni verticali con frequenza di 4,5Hz;*
- *spaziatura dei geofoni: 2,5/5,0 metri;*
- *sorgente: massa battente da 5kg;*
- *distanza delle energizzazioni: 5,0 – 10,0 – 20,0 metri;*
- *lunghezza registrazione del singolo evento (apertura memoria): 2000 millisecondi;*
- *campionamento: 0,250 millisecondi.*

#### **5.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)**

Lo scopo della prova Re.Mi. è quello di ricostruire il profilo di rigidità del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh con un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio).

La prova Re.Mi. consiste nell'acquisizione del sismogramma derivato da un'acquisizione di tipo passiva, ottenuta con un array sismico a terra composto da 24 geofoni verticali a frequenza propria di 4,5Hz. Al fine di ottenere una buona risoluzione, si effettuano una decina di registrazioni con tempo di acquisizione pari a 30 secondi con campionamento di 2,0 millisecondi.

In riferimento all'acquisizione di onde S con tecnica di sismica passiva (prova Re.Mi.), sono state adottate le seguenti caratteristiche:

- *24 geofoni verticali con frequenza di 4,5Hz;*
- *spaziatura dei geofoni: 5,0 metri;*
- *sorgente: registrazione passiva del "rumore" ambientale;*
- *lunghezza registrazione del singolo evento (apertura memoria): 30 secondi;*
- *campionamento: 2,0 millisecondi;*
- *n° registrazioni: 8/10 per ciascun evento.*

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
<b>Rapporto tecnico</b>	<b>PROGETTO</b> IF34	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> D69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 17 di 73

## 6 METODOLOGIA INTERPRETATIVA

### 6.1 Prospezione elettromagnetica

Le indagini elettromagnetiche nel dominio della frequenza (FDEM) rappresentano uno strumento di indagine speditivo per l'identificazione di anomalie riconducibili alla presenza di corpi sepolti con caratteristiche di elevata conducibilità elettrica. In questo specifico caso, l'indagine elettromagnetica è stata rivolta alla ricerca di eventuali masse metalliche sepolte.

I valori di conducibilità elettrica (in mmhos/m) acquisiti, unitamente alla loro posizione spaziale, sono stati tabellati su foglio elettronico ed elaborati con software di *surface map contouring* – SURFER. Per ciascun sito è stata realizzata una carta della conducibilità elettrica, così da rendere visivamente efficaci i risultati dell'indagine FDEM e permettere l'ubicazione dei sondaggi geognostici in zone prive della presenza di masse metalliche sepolte. Per ciascuna area è stato rilasciato un certificato con i risultati della prospezione elettromagnetica.

### 6.2 Carotaggi sismici down-hole

Nel presente rilievo sono stati impiegati rispettivamente fondo scala di 1,0 secondo e passo di campionamento di 0,125 millisecondi. I tempi relativi alle onde P ed  $S_H$  sono stati letti attraverso uno specifico programma di picking (SEISOPTPICKER; precisione di 0,1 millisecondi).

Per avere un buon controllo sulla procedura di lettura dei tempi e valutare al contempo la qualità dei dati sismici acquisiti per tutto il tragitto di ogni sondaggio, i valori numerici dei primi arrivi delle onde sismiche P ed  $S_H$  sono stati riportati su sezioni tempo/tracce ove le varie tracce sono scelte in funzione dell'orientamento del sistema ricevitore/sorgente. Tale procedura consente di ottenere così delle forme d'onda più definite nelle ampiezze. In particolare con riferimento alle onde di taglio sono state scelte le tracce riferite alla differenza tra la battuta destra e quella sinistra.

Durante la fase di elaborazione dei dati sismici sperimentali, non è stato



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	18 di 73

necessario ricorrere all'utilizzo dei filtri per migliorare la qualità dei sismogrammi in quanto i dati acquisiti risultavano di buona qualità, essendo sostanzialmente ben allineati su delle rette, con scarsa o assente dispersione dei punti.

I tempi d'arrivo delle onde di compressione e di taglio sono stati corretti, rispetto alla verticale, e riportati su un diagramma profondità – tempi sui quali sono stati individuati i tratti a pendenza circa costante. Dalla pendenza dei tratti sono state determinate le velocità intervallari delle onde P ed S<sub>H</sub> nel terreno.

### 6.3 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

L'analisi delle onde di superficie risulta finalizzata al computo del  $V_{S30}$ . Per raggiungere tale obiettivo è stata realizzata una prova MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves). Il parametro  $V_{S30}$ , corrisponde alla velocità equivalente di propagazione entro i primi 30 metri di profondità delle onde superficiali ed è calcolato secondo l'espressione seguente:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

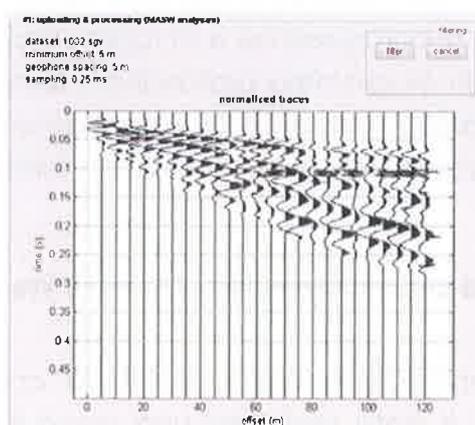
dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore (in metri) e la velocità delle onde S (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità. Il valore del parametro  $V_{S30}$ , è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.

Per l'interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato uno specifico programma (WINMASW VER 4.3PRO). Il profilo verticale di  $V_s$  è ottenuto tramite l'inversione (considerando tanto il modo fondamentale che quelli superiori) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh. La procedura si sviluppa in due fasi:

- determinazione dello spettro della velocità sulla quale si identifica la curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

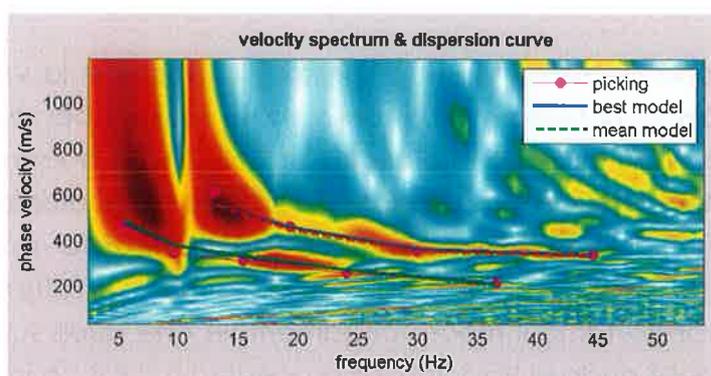
	<b>ITINERARIO NAPOLI - BARI</b>					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
<b>Rapporto tecnico</b>	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 19 di 73

L'elaborazione del segnale consiste innanzitutto nel calcolo dello spettro di velocità dei dati sismici acquisiti in campagna (Figura 6.1).



**Figura 6.1** – Esempio di sismogramma acquisito con sismografo Geode relativo all'energizzazione eseguita per la prova MASW.

Sullo spettro di velocità (Figura 6.2) è eseguito il *picking* della curva di dispersione (soprassegno con cerchietti) individuando un insieme di punti che appartengono ad un certo modo (modo fondamentale e primo modo superiore) di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh.



**Figura 6.2** – Esempio di spettro di velocità tratto dalla prova MASW.

Allo scopo di ottenere una prima valutazione del possibile modello del terreno è altresì effettuata una modellazione diretta del terreno tramite il calcolo di una curva di dispersione appartenente ad un modello a strati. Successivamente, per ottenere il profilo verticale di  $V_s$  è eseguita l'inversione della curva di dispersione.

Tale inversione è operata tramite l'utilizzo di algoritmi genetici che consentono di ottenere soluzioni affidabili ed una stima dell'attendibilità del modello ricavato in termini di deviazione standard.

L'operazione di inversione è ottimizzata definendo uno spazio di ricerca i cui confini sono definiti da valori di  $V_s$  e spessori all'interno dei quali si cerca la soluzione. Una volta fissati i limiti minimi e massimi dello spazio di ricerca, sono quindi impostati i parametri genetici che definiscono sia il numero di individui (ossia il numero di modelli che costituiscono la popolazione che si evolverà verso soluzioni sempre migliori) sia il numero di generazioni al passare delle quali sono esplorati modelli sempre migliori (Figura 6.3).

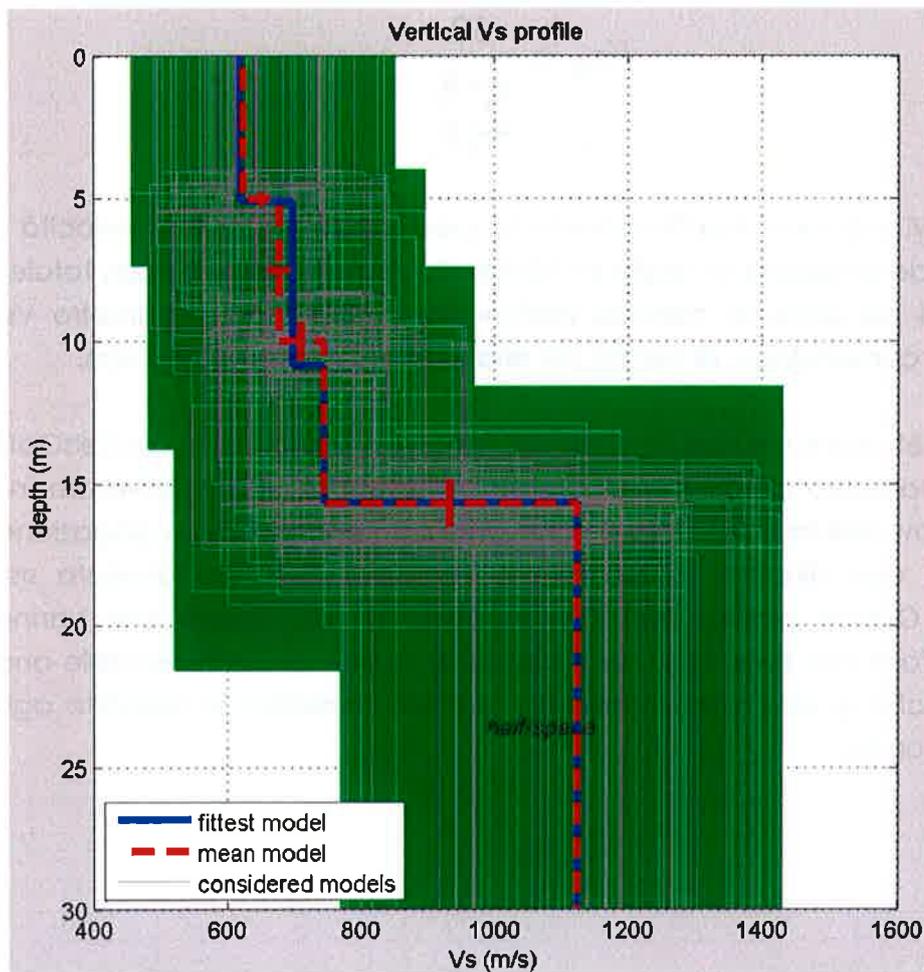


Figura 6.3 – Esempio di profilo di  $V_s$  e stima dell'attendibilità del modello a strati.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 21 di 73

#### 6.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)

L'analisi passiva delle onde di superficie, con metodologia Re.Mi., risulta finalizzata al computo del  $V_{s30}$ . Per raggiungere tale obiettivo è stata realizzata una prova Re.Mi. (Refraction Microtremor).

Il parametro  $V_{s30}$ , corrisponde alla velocità equivalente di propagazione entro i primi 30 metri di profondità delle onde superficiali ed è calcolato secondo l'espressione seguente:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore (in metri) e la velocità delle onde S (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei primi 30 metri di profondità. Il valore del parametro  $V_{s30}$ , è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.

Per l'interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software SeisOptReMi ver5.0. Il trattamento del segnale consiste nell'eseguire una trasformata in due dimensioni *slowness-frequency* (p-f), che analizza l'energia di propagazione del rumore nelle due direzioni (orizzontale e verticale) dello stendimento sismico (Figura 6.4). Questo grafico mette in evidenza gli andamenti che hanno sia coerenza di fase che forte segnale e permette la definizione visiva delle onde di Rayleigh, poiché queste presentano un carattere dispersivo in rapporto agli altri modi e tipi d'onda.

	<b>ITINERARIO NAPOLI - BARI</b> VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
	<b>Rapporto tecnico</b>	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

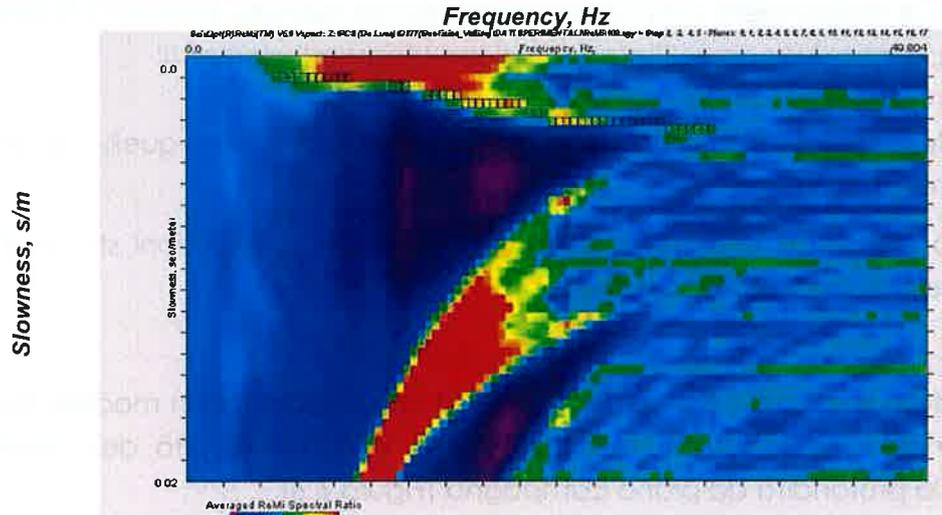


Figura 6.4 - Grafico p-f ottenuto con una prova Re.Mi.

I valori ottenuti con il *picking* sono rappresentati su un diagramma periodo/velocità di fase (Figura 6.5), sul quale si sovrappone la curva di dispersione al fine di ottimizzare l'interpretazione del modello di Vs.

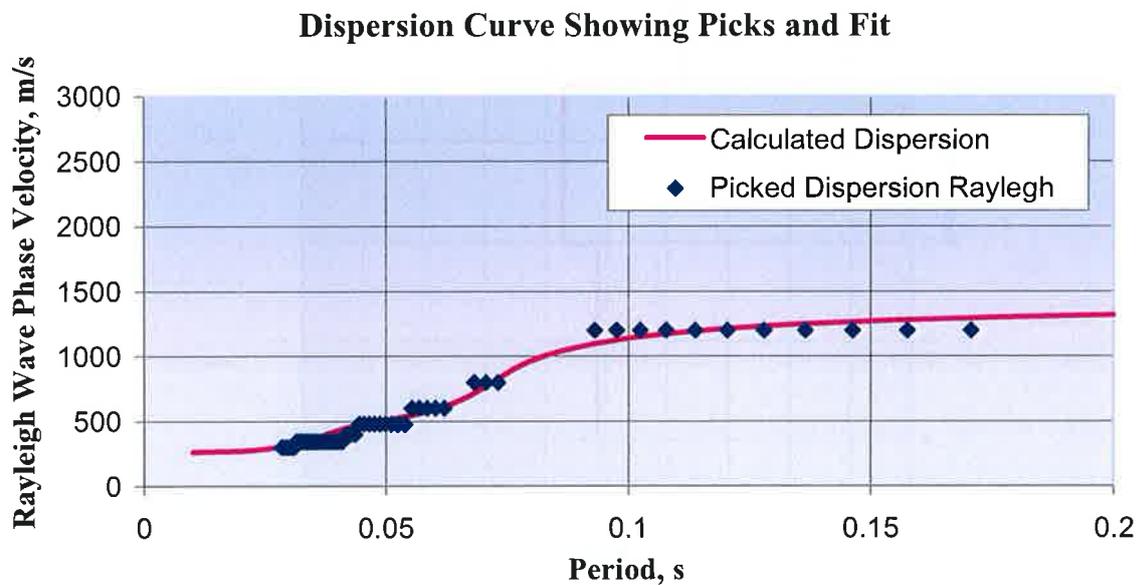
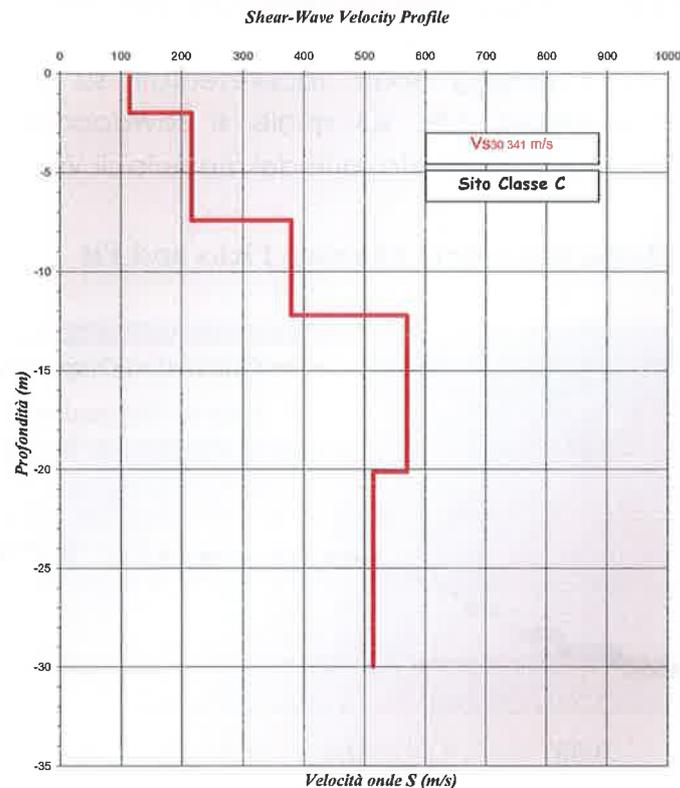


Figure 6.5 - Diagramma periodo/velocità di fase ottenuto con una prova Re.Mi.

Allo scopo di raggiungere una bassa variabilità del modello e ridurre il numero di equivalenza, si introducono nell'interpretazione i seguenti elementi:

- valori della densità dei litotipi del sottosuolo, in accordo con quelli rilevabili da bibliografia;
- numero di strati e loro spessore, in relazione alle informazioni stratigrafiche derivate dai sondaggi geognostici.

Lo studio dello spettro p-f permette, quindi, la ricostruzione di un modello sismico unidimensionale del sottosuolo, detto profilo di Vs, con velocità delle onde di superficie e la profondità da piano campagna (Figura 6.6).

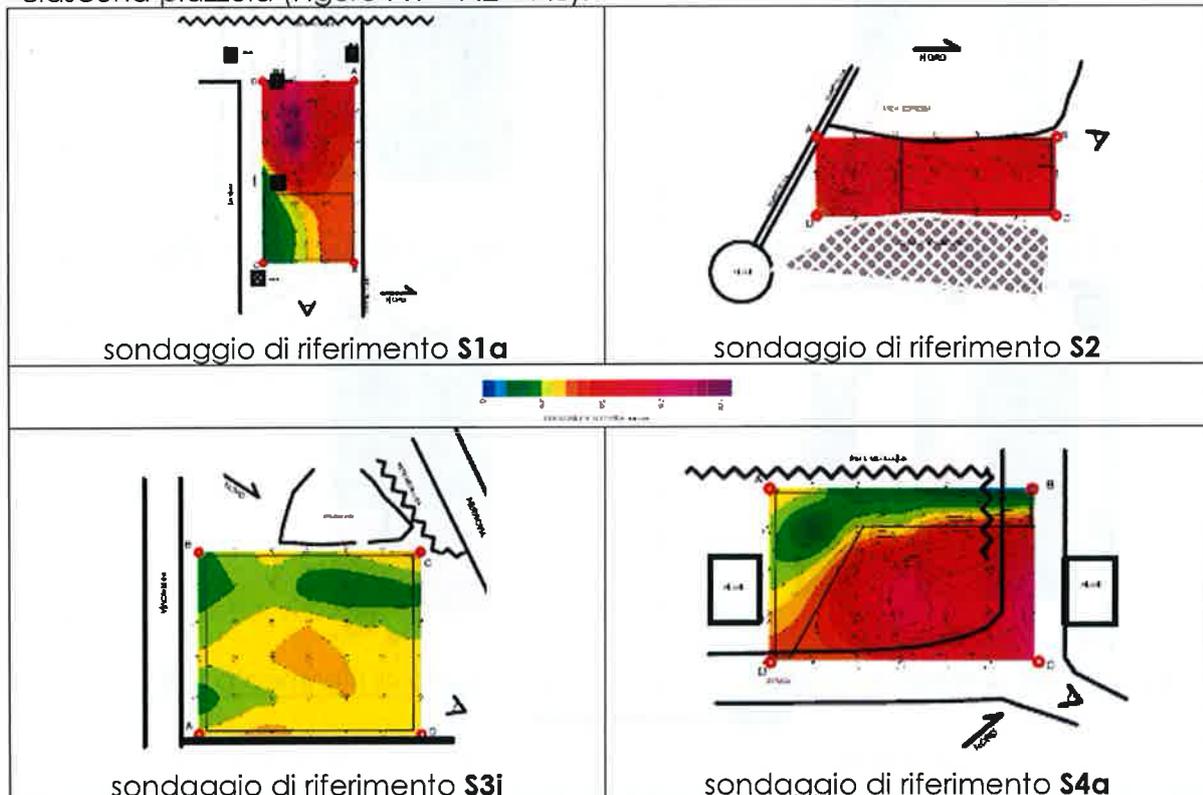


**Figura 6.6** – Profilo sismico di Vs ottenuto da prova sismica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor).

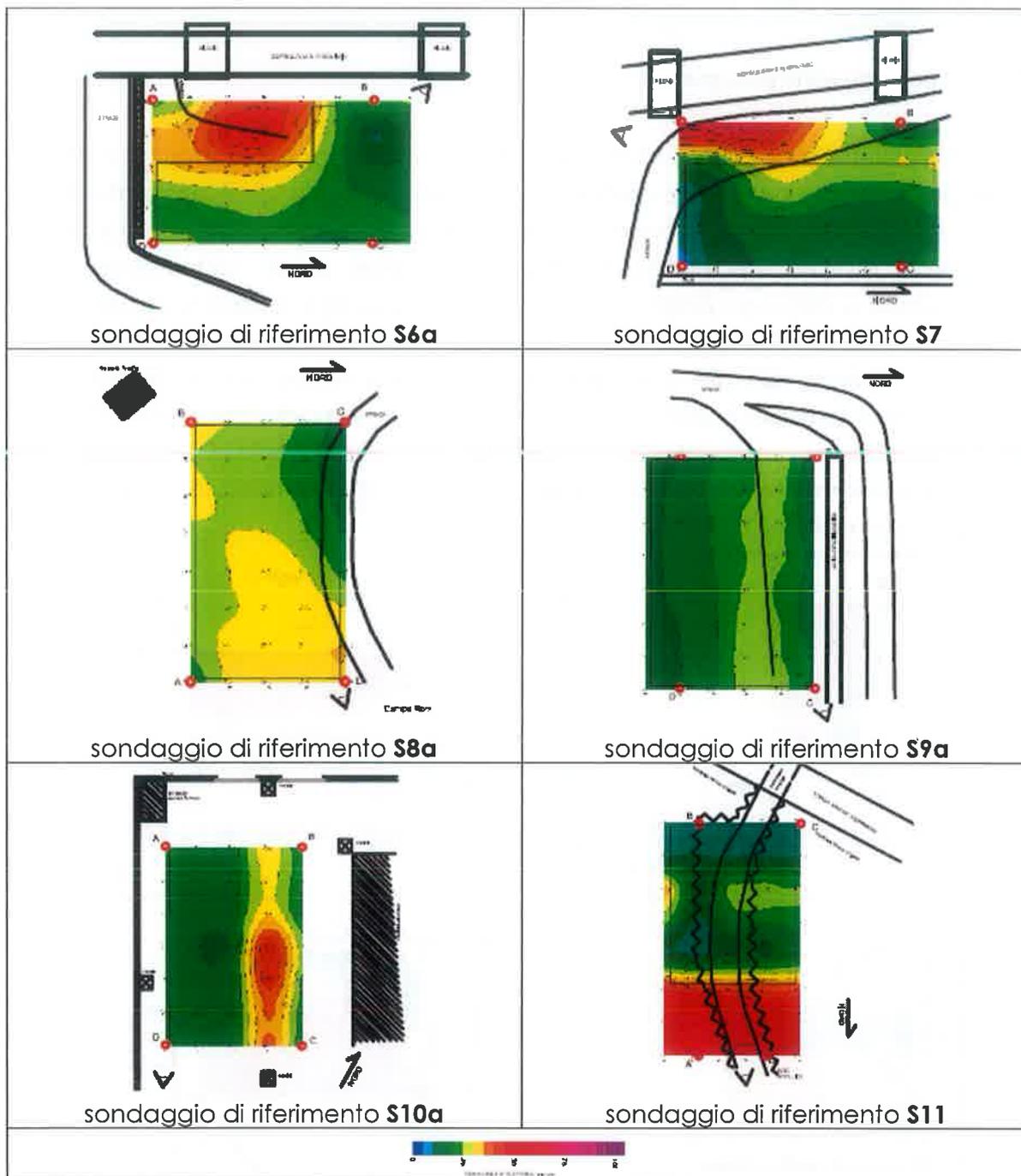
## 7 ANALISI DEI RISULTATI

### 7.1 Prospezione elettromagnetica

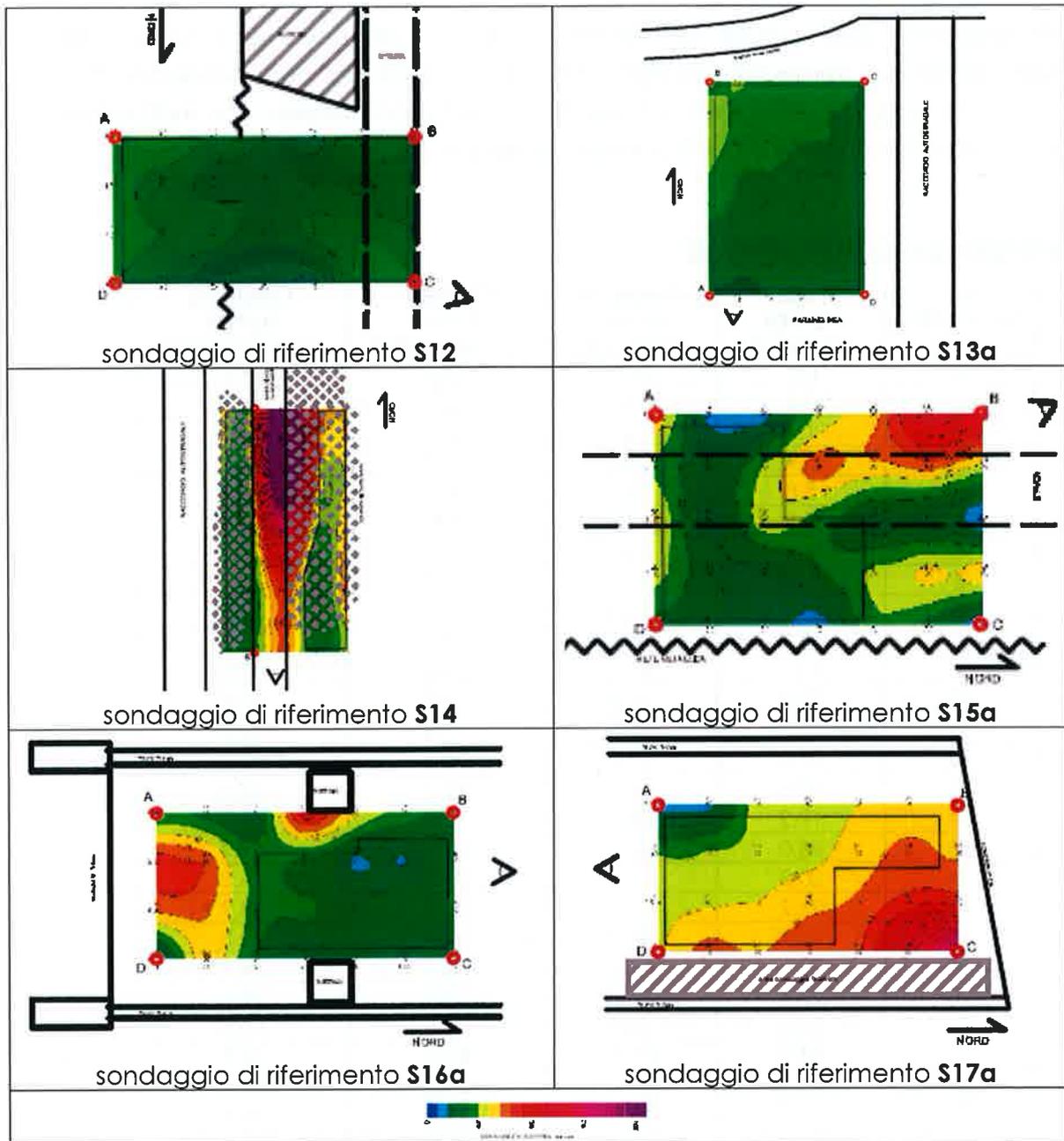
L'indagine elettromagnetica FDEM è stata condotta per caratterizzare le piazzole dei sondaggi nei primi 5 metri di suolo, al fine di evidenziare anomalie di conducibilità elettrica potenzialmente riconducibili a masse metalliche sepolte. A seguito della prospezione elettromagnetica sono stati inviati, celermente, i certificati relativi a ciascuna piazzola (riportati in appendice). L'indagine geofisica è stata condotta su n°16 piazzole con maglia di misure 2,5x2,5m. Le carte di conducibilità elettrica derivate, con apposita scala colorimetrica, sono riportate di seguito. Per ogni piazzola è stata evidenziata con un rettangolo l'area sgombra da eventuali masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo. Di seguito si riportano, sinteticamente, i risultati in termini di conducibilità elettrica, ottenuti per ciascuna piazzola (Figure 7.1 – 7.2 – 7.3).



**Figura 7.1** – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S1a, S2, S3i, S4a.



**Figura 7.2** – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S6a, S7, S8a, S9a, S10a, S11.



**Figura 7.3** – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S12, S13a, S14, S15a, S16a, S17a.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34LOTTO  
00CODIFICA  
D69 IGDOCUMENTO  
GE0005 001REV.  
AFOGLIO  
27 di 73

## 7.2 Carotaggi sismici down-hole

L'elaborazione delle misure geofisiche in foro ha permesso di ricostruire la porzione di terreno immediatamente adiacente ai sondaggi per una profondità, da piano campagna, di 30 metri. Di seguito si riportano le tabelle con indicazioni dei tempi d'arrivo originali e quelli corretti in funzione della profondità di misura.

### Carotaggio sismico down hole S2

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S <sub>H</sub> tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S <sub>H</sub> tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	1.4	5.6	4.5	13.0
2	3.9	12.8	7.0	16.2
3	5.8	18.4	8.2	20.7
4	7.5	22.4	9.4	24.1
5	9.1	25.4	10.6	26.7
6	10.6	29.0	11.8	30.1
7	11.9	33.3	13.0	34.3
8	13.3	37.9	14.2	38.8
9	14.6	41.7	15.4	42.6
10	15.9	47.8	16.6	48.6
11	16.7	51.2	17.3	52.0
12	17.8	53.9	18.3	54.6
13	18.6	57.6	19.1	58.4
14	19.2	60.7	19.6	61.4
15	20.0	63.0	20.4	63.7
16	20.8	65.6	21.2	66.3
17	21.7	68.3	22.0	68.9
18	22.4	71.7	22.7	72.3
19	22.9	73.6	23.2	74.2
20	23.4	77.7	23.7	78.4
21	24.0	80.0	24.2	80.6
22	24.5	81.5	24.7	82.1
23	25.3	83.4	25.5	84.0
24	25.7	85.3	25.9	85.9
25	26.3	88.0	26.5	88.5
26	26.8	91.0	27.0	91.5
27	27.3	93.6	27.5	94.2
28	27.8	96.6	28.0	97.2
29	28.3	98.5	28.5	99.1
30	28.9	100.4	29.0	101.0

**ITINERARIO NAPOLI - BARI**

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

**Rapporto tecnico**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IF34 00 D69 1G GE0005 001 A 28 di 73

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S <sub>H</sub> (m/s)
0.0	2.0	537	160
2.0	10.0	697	243
10.0	22.0	1371	349
22.0	30.0	1868	401

Sulla base delle velocità sismiche (VP e VS<sub>H</sub>) è stato possibile calcolare i moduli elastici dinamici dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m <sup>3</sup> )	VP m/s	VS <sub>H</sub> m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m <sup>2</sup> )	young (kN/m <sup>2</sup> )	bulk (kN/m <sup>2</sup> )
0.0	2.0	19.5	537	160	0.45	5.09E+04	1.48E+05	5.05E+05
2.0	10.0	20.0	697	243	0.43	1.20E+05	3.44E+05	8.30E+05
10.0	22.0	20.5	1371	349	0.47	2.55E+05	7.46E+05	3.59E+06
22.0	30.0	21.0	1868	401	0.48	3.44E+05	1.02E+06	7.01E+06

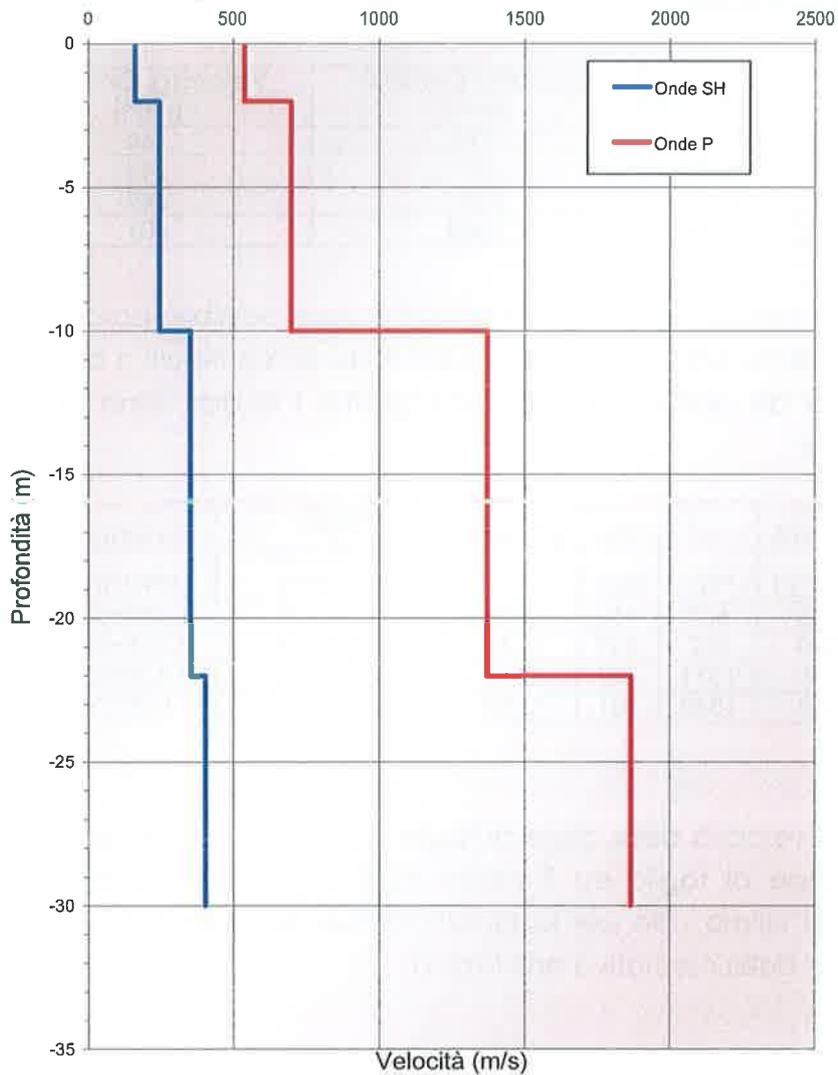
Sulla base delle velocità delle onde di taglio (VS<sub>H</sub>), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore Vs<sub>30</sub> calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Vs<sub>30</sub> dal piano campagna

Litologia	Spessore (m)	VS <sub>H</sub> (m/s)
Ghiaia con sabbia	2.0	160
Sabbia con limo	8.0	243
Sabbia con ghiaia	12.0	349
Sabbia con ghiaia	8.0	401

Vs<sub>30</sub> = 301 m/s Classe: C

S2-Profilo  $V_{SH}$



**Figura 7.4:** Profilo di velocità delle onde  $S_H$ -S2.

In questo sito il valore di  $V_{s30}$ , riferito al piano campagna, risulta pari a 301 m/s, classificando l'area di indagine nella categoria di suolo di tipo C.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34LOTTO  
00CODIFICA  
D69 IGDOCUMENTO  
GE0005 001REV.  
AFOGLIO  
30 di 73**Carotaggio sismico down hole S7**

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S <sub>H</sub> tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S <sub>H</sub> tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4.1	18.9	12.9	23.4
2	7.8	24.8	14.1	26.6
3	10.5	29.2	14.9	30.4
4	12.9	34.0	16.1	34.9
5	14.8	38.8	17.3	39.6
6	16.1	42.5	18.0	43.2
7	17.1	45.3	18.6	46.0
8	18.1	47.0	19.3	47.6
9	19.0	48.4	20.0	49.0
10	19.9	49.9	20.8	50.5
11	20.7	51.9	21.5	52.4
12	21.7	54.4	22.4	54.9
13	22.2	56.0	22.8	56.5
14	22.8	57.5	23.3	58.0
15	23.2	58.6	23.7	59.1
16	24.2	60.2	24.6	60.7
17	25.0	62.2	25.4	62.6
18	25.9	65.1	26.3	65.5
19	26.6	67.9	26.9	68.3
20	27.2	70.5	27.5	70.9
21	27.8	74.6	28.1	75.0
22	29.1	76.5	29.4	76.9
23	30.1	79.4	30.4	79.8
24	31.2	82.6	31.4	83.0
25	32.3	85.1	32.5	85.5
26	33.3	89.0	33.5	89.4
27	34.0	92.5	34.2	92.9
28	34.8	95.3	35.0	95.7
29	35.8	98.3	36.0	98.6
30	36.8	101.2	37.0	101.5

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S <sub>H</sub> (m/s)
0.0	1.0	245	53
1.0	5.0	425	214
5.0	12.0	1036	480
12.0	16.0	1591	687
16.0	20.0	1307	380



**ITINERARIO NAPOLI - BARI**

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 31 di 73
------------------	-------------	--------------------	-------------------------	-----------	--------------------

20.0

30.0

1024

325

Sulla base delle velocità sismiche (VP e VSH) è stato possibile calcolare i moduli elastici dinamici dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m <sup>3</sup> )	VP m/s	VSH m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m <sup>2</sup> )	young (kN/m <sup>2</sup> )	bulk (kN/m <sup>2</sup> )
0.0	1.0	19.5	245	53	0.48	5.58E+03	1.65E+04	1.12E+05
1.0	5.0	19.5	425	214	0.33	9.10E+04	2.42E+05	2.38E+05
5.0	12.0	20.0	1036	480	0.36	4.70E+05	1.28E+06	1.56E+06
12.0	16.0	20.0	1591	687	0.39	9.62E+05	2.67E+06	3.88E+06
16.0	20.0	20.5	1307	380	0.45	3.02E+05	8.77E+05	3.17E+06
20.0	30.0	20.5	1024	325	0.44	2.21E+05	6.37E+05	1.90E+06

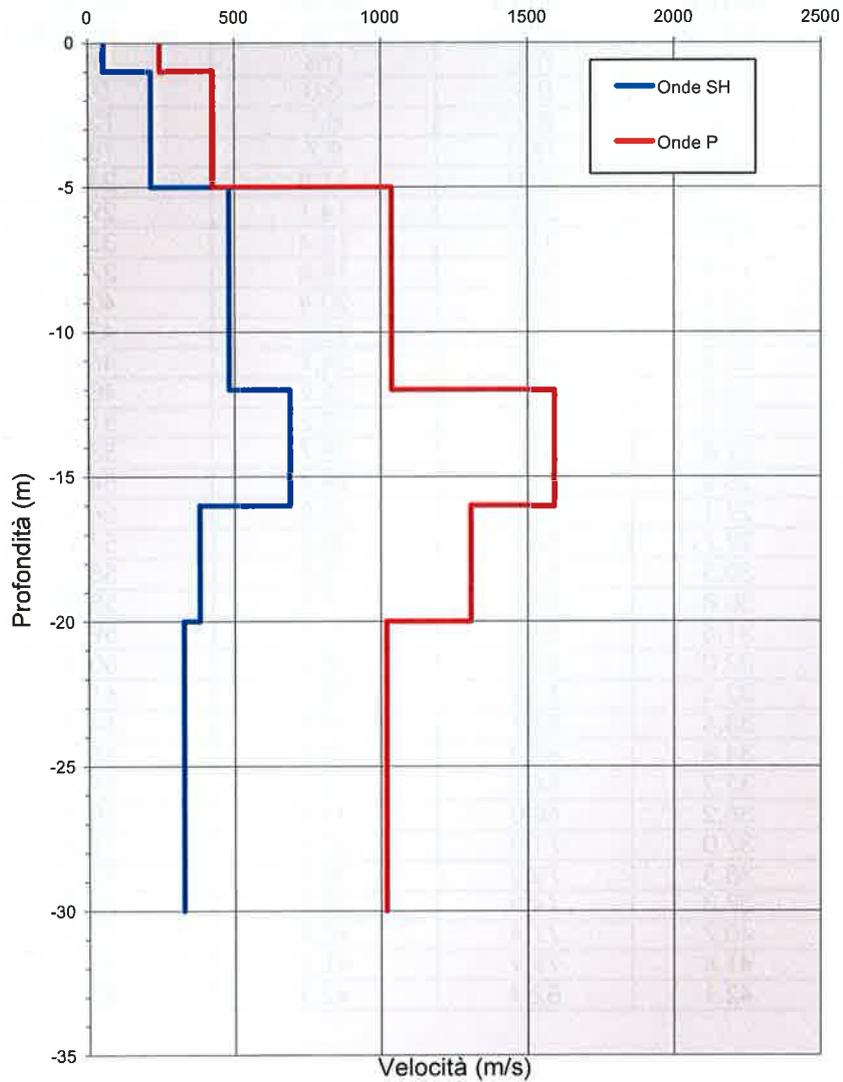
Sulla base delle velocità delle onde di taglio (VSH), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore Vs30 calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Vs30 dal piano campagna

Litologia	Spessore (m)	VSH (m/s)
Riporto	1.0	53
Sabbia ghiaiosa	4.0	214
Sabbia ghiaiosa	7.0	480
Sabbia ghiaiosa	4.0	687
Sabbia ghiaiosa	4.0	380
Sabbia ghiaiosa	10.0	325

Vs30 = 302 m/s Classe: C

S7-Profilo  $V_{sH}$



**Figura 7.5:** Profilo di velocità delle onde  $S_H$ -S7.

In questo sito il valore di  $V_{s30}$ , riferito al piano campagna, risulta pari a 302 m/s, classificando l'area di indagine nella categoria di suolo di tipo C.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34LOTTO  
00CODIFICA  
D69 IGDOCUMENTO  
GE0005 001REV.  
AFOGLIO  
33 di 73**Carotaggio sismico down hole S12**

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S <sub>H</sub> tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S <sub>H</sub> tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2.6	8.2	8.1	12.6
2	5.4	16.0	9.7	18.3
3	8.3	22.0	11.8	23.4
4	11.3	28.4	14.1	29.4
5	14.1	32.6	16.4	33.3
6	16.8	36.6	18.8	37.2
7	18.8	39.5	20.4	40.0
8	21.3	43.1	22.7	43.5
9	23.4	46.4	24.7	46.8
10	24.8	48.4	25.9	48.8
11	26.2	50.7	27.2	51.0
12	27.8	53.4	28.7	53.7
13	28.6	54.6	29.4	54.9
14	29.1	55.9	29.8	56.2
15	29.7	56.8	30.3	57.1
16	30.5	57.9	31.0	58.2
17	30.8	58.5	31.3	58.8
18	31.5	59.5	31.9	59.7
19	32.0	60.2	32.4	60.5
20	32.6	61.2	33.0	61.5
21	33.6	63.7	33.9	64.0
22	34.6	65.3	34.9	65.5
23	35.2	66.5	35.5	66.7
24	36.2	68.0	36.5	68.2
25	37.0	71.0	37.3	71.2
26	38.5	73.5	38.8	73.7
27	39.3	74.5	39.5	74.7
28	40.7	77.4	40.9	77.6
29	41.4	79.9	41.6	80.1
30	42.1	82.4	42.3	82.6

**ITINERARIO NAPOLI - BARI**

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

**Rapporto tecnico**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IF34 00 D69 IG GE0005 001 A 34 di 73

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S <sub>H</sub> (m/s)
0.0	3.0	365	132
3.0	11.0	438	281
11.0	24.0	1428	813
24.0	30.0	974	427

Sulla base delle velocità sismiche (VP e VSH) è stato possibile calcolare i moduli elastici dinamici dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

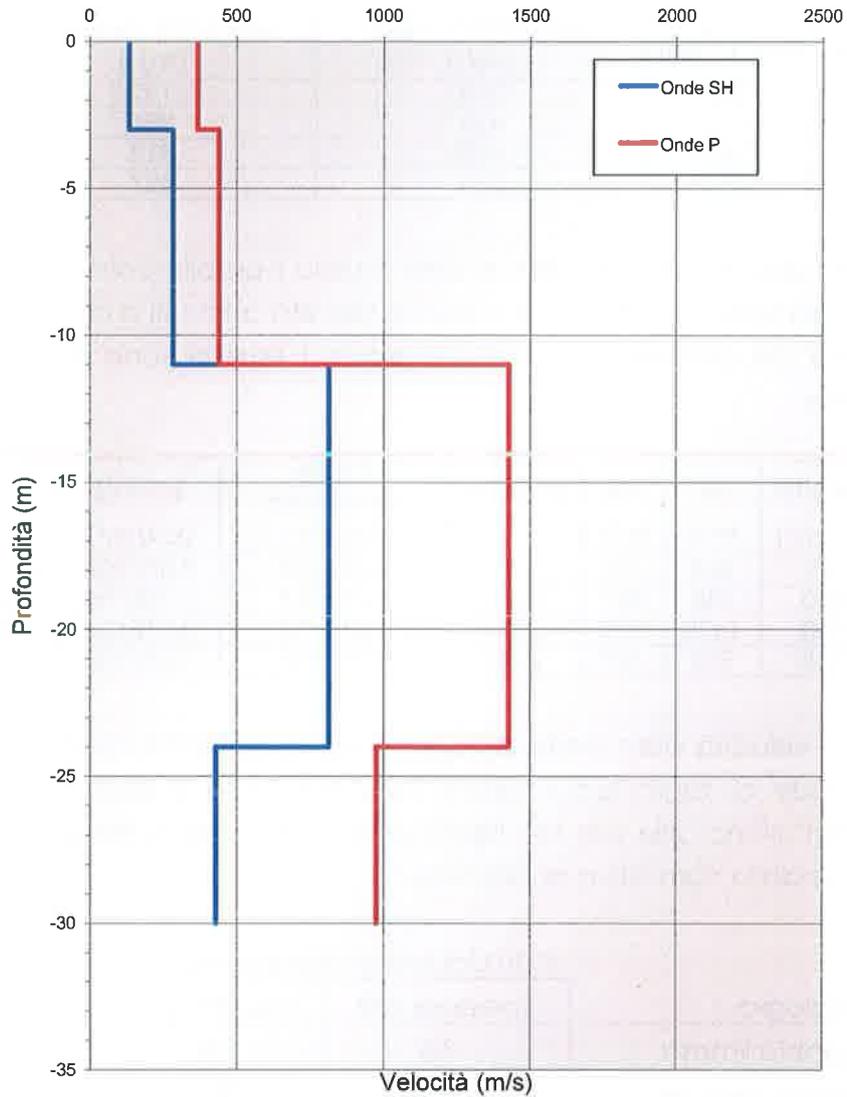
Profondità m (da - a)		Densità (kN/m <sup>3</sup> )	VP m/s	VSH m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m <sup>2</sup> )	young (kN/m <sup>2</sup> )	bulk (kN/m <sup>2</sup> )
0.0	3.0	19.5	365	132	0.42	3.46E+04	9.87E+04	2.19E+05
3.0	11.0	20.0	438	281	0.15	1.61E+05	3.70E+05	1.76E+05
11.0	24.0	21.0	1428	813	0.26	1.41E+06	3.57E+06	2.48E+06
24.0	30.0	20.5	974	427	0.38	3.81E+05	1.05E+06	1.47E+06

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (VSH), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore Vs30 calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Vs30 dal piano campagna	
	Spessore (m)	VSH (m/s)
Sabbia limosa	3.0	132
Sabbia limosa	8.0	281
Tufo litoide	13.0	813
Sabbia limosa	6.0	427

Vs30 = 369 m/s Classe: B

S12-Profilo  $V_{sH}$



**Figura 7.6:** Profilo di velocità delle onde  $S_H$ -S12.

In questo sito il valore di  $V_{s30}$ , riferito al piano campagna, risulta pari a 369 m/s, classificando l'area di indagine nella categoria di suolo di tipo B.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34LOTTO  
00CODIFICA  
D69 IGDOCUMENTO  
GE0005 001REV.  
AFOGLIO  
36 di 73

### 7.3 Calcolo differenziale delle velocità

Di seguito si riportano le tabelle con indicazioni delle velocità riferite per ogni metro dei carotaggi sismici down hole. I valori delle velocità sismiche sono stati ricavati considerando il differenziale dei tempi sperimentali delle onde P ed S<sub>H</sub> corretti lungo la verticale in funzione della profondità di misura.

#### Carotaggio sismico down hole S2

Depth	Correct P time	Correct S <sub>H</sub> time	Diff.P	Diff.S <sub>H</sub>	V <sub>p</sub>	V <sub>S<sub>H</sub></sub>
		m	ms	Ms	m/s	m/s
0	0.0	0.0				
1	1.4	5.6	1.4	5.6	703	179
2	3.9	12.8	2.5	7.2	407	138
3	5.8	18.4	1.9	5.6	522	179
4	7.5	22.4	1.7	4.0	581	251
5	9.1	25.4	1.6	3.0	637	333
6	10.6	29.0	1.5	3.6	683	279
7	11.9	33.3	1.4	4.3	717	235
8	13.3	37.9	1.3	4.6	742	217
9	14.6	41.7	1.3	3.8	761	260
10	15.9	47.8	1.3	6.1	775	165
11	16.7	51.2	0.8	3.4	1265	293
12	17.8	53.9	1.1	2.7	941	371
13	18.6	57.6	0.9	3.8	1167	264
14	19.2	60.7	0.6	3.0	1805	331
15	20.0	63.0	0.8	2.3	1192	436
16	20.8	65.8	3.7	2.8	271	355
17	21.7	68.4	0.8	2.7	1199	377
18	22.4	71.8	0.7	3.4	1369	294
19	22.9	73.7	0.5	1.9	1891	529
20	23.4	77.9	0.5	4.1	1904	242
21	24.0	80.1	0.5	2.3	1916	441
22	24.5	81.6	0.5	1.5	1926	659
23	25.3	83.5	0.8	1.9	1228	526
24	25.7	85.4	0.4	1.9	2403	530
25	26.3	88.1	0.6	2.6	1631	378
26	26.8	91.1	0.5	3.0	1952	332
27	27.3	93.7	0.5	2.6	1956	379
28	27.8	96.7	0.5	3.0	1960	332
29	28.3	98.6	0.5	1.9	1964	529
30	28.9	100.5	0.5	1.9	1967	529



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 37 di 73
------------------	-------------	--------------------	-------------------------	-----------	--------------------

**Carotaggio sismico down hole S7**

Depth	Correct P time	Correct S <sub>H</sub> time	Diff.P	Diff.S <sub>H</sub>	V <sub>p</sub>	V <sub>S<sub>H</sub></sub>
		m	ms	Ms	m/s	m/s
0	0.0	0.0				
1	4.1	18.9	4.1	18.9	245	53
2	7.8	24.8	3.7	6.0	267	167
3	10.5	29.2	2.7	4.4	368	227
4	12.9	34.0	2.3	4.8	427	210
5	14.8	38.8	2.0	4.8	512	207
6	16.1	42.5	1.3	3.7	790	274
7	17.1	45.3	1.0	2.8	1004	352
8	18.1	47.0	1.0	1.6	1026	606
9	19.0	48.0	0.9	1.4	1108	694
10	19.9	49.9	0.9	1.5	1054	650
11	20.7	51.9	0.8	1.9	1220	520
12	21.7	54.4	1.0	2.5	1011	396
13	22.0	56.0	0.5	1.6	2062	622
14	22.8	56.7	0.6	1.5	1765	661
15	23.2	58.6	0.5	1.1	2188	901
16	24.2	60.2	0.9	1.6	1065	616
17	25.0	62.2	0.8	1.9	1198	522
18	25.9	65.1	0.9	2.9	1077	343
19	26.6	67.9	0.6	2.8	1591	357
20	27.2	70.5	0.6	2.6	1600	384
21	35.4	74.7	0.6	4.1	1608	244
22	36.8	76.6	1.3	1.9	762	519
23	37.8	79.5	1.0	2.9	986	343
24	38.8	82.8	1.0	3.2	987	312
25	39.9	85.3	1.1	2.5	900	398
26	40.9	89.2	1.0	3.9	989	256
27	41.6	92.7	0.7	3.5	1405	286
28	42.5	95.5	0.8	2.8	1235	356
29	43.5	98.4	1.0	2.9	992	344
30	44.5	101.3	1.0	2.9	993	344



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

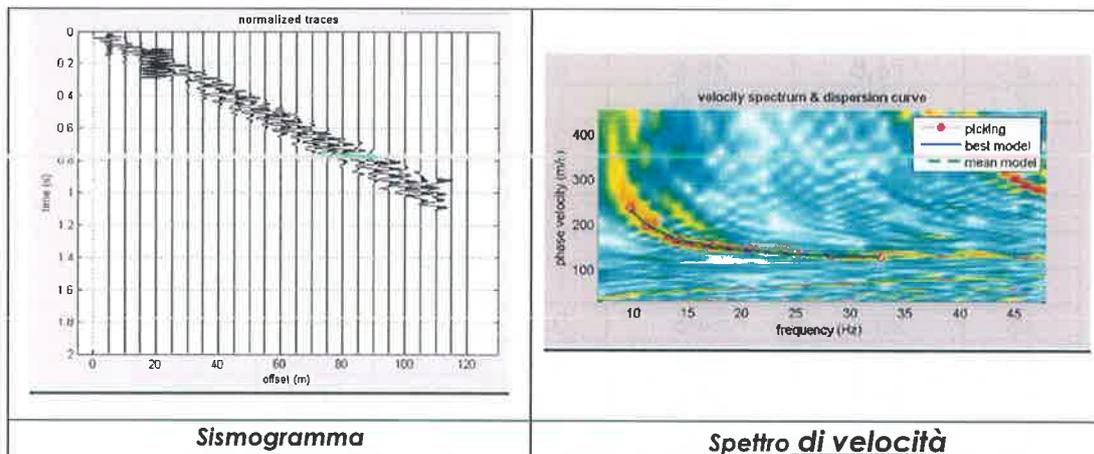
PROGETTO  
IF34LOTTO  
00CODIFICA  
D69 IGDOCUMENTO  
GE0005 001REV.  
AFOGLIO  
38 di 73**Carotaggio sismico down hole S12**

Depth	Correct P time	Correct S <sub>H</sub> time	Diff.P	Diff.S <sub>H</sub>	V <sub>p</sub>	V <sub>S<sub>H</sub></sub>
		m	ms	Ms	m/s	m/s
0	0.0	0.0				
1	2.6	8.2	2.6	8.2	390	122
2	5.4	16.0	2.8	7.8	355	128
3	8.3	22.0	3.0	6.0	337	166
4	11.3	28.4	2.9	6.4	341	156
5	14.1	32.6	2.8	4.2	359	241
6	16.8	36.6	2.8	4.1	363	247
7	18.8	39.5	1.9	2.9	517	348
8	21.3	43.1	2.5	3.6	399	280
9	23.4	46.4	2.2	3.3	459	299
10	24.8	48.4	1.4	2.0	727	506
11	26.2	50.7	1.4	2.3	697	440
12	27.8	53.4	1.6	2.7	624	368
13	28.6	54.6	0.8	1.2	1244	826
14	29.1	55.9	0.5	1.3	2035	767
15	29.7	56.8	0.6	0.9	1745	1103
16	30.5	57.9	0.8	1.1	1320	902
17	30.8	58.5	0.4	0.6	2819	1657
18	31.5	59.5	0.6	0.9	1557	1079
19	32.0	60.2	0.5	0.8	1860	1273
20	32.6	61.2	0.6	1.0	1690	995
21	33.6	63.7	1.0	2.5	1037	399
22	34.6	65.3	1.0	1.5	980	663
23	35.2	66.5	0.6	1.2	1608	830
24	36.2	68.0	1.0	1.5	984	663
25	37.0	71.0	0.8	3.0	1225	333
26	38.5	73.5	1.5	2.5	662	398
27	39.3	74.5	0.7	1.0	1400	980
28	40.7	77.4	1.4	2.9	710	344
29	41.4	79.9	0.7	2.5	1405	400
30	42.1	82.4	0.7	2.5	1407	400

### 7.4 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

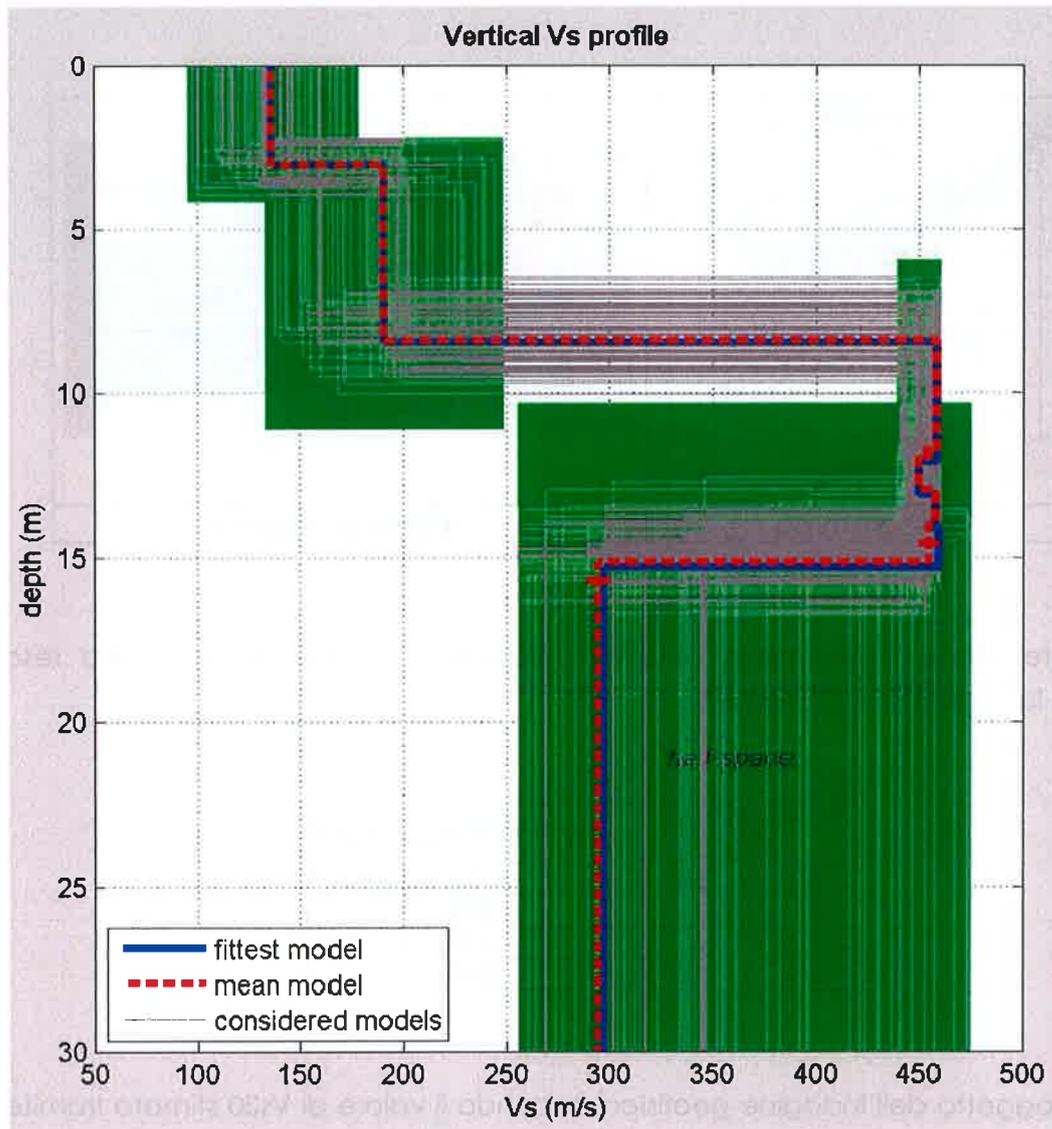
Prove Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S4a, S8a, S13a.

#### Zona S4a



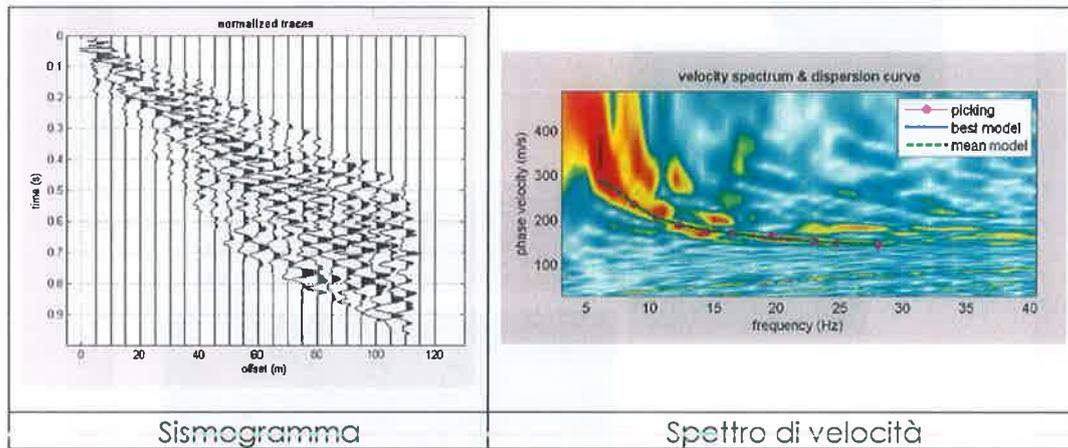
L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	3.1	137
3.1	8.5	191
8.5	12.1	459
12.1	13.1	450
13.1	14.2	458
14.2	15.3	460
15.3	~30	298



profilo di Vs e stima dell'attendibilità del modello a strati

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 261 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.

**Zona S8a**


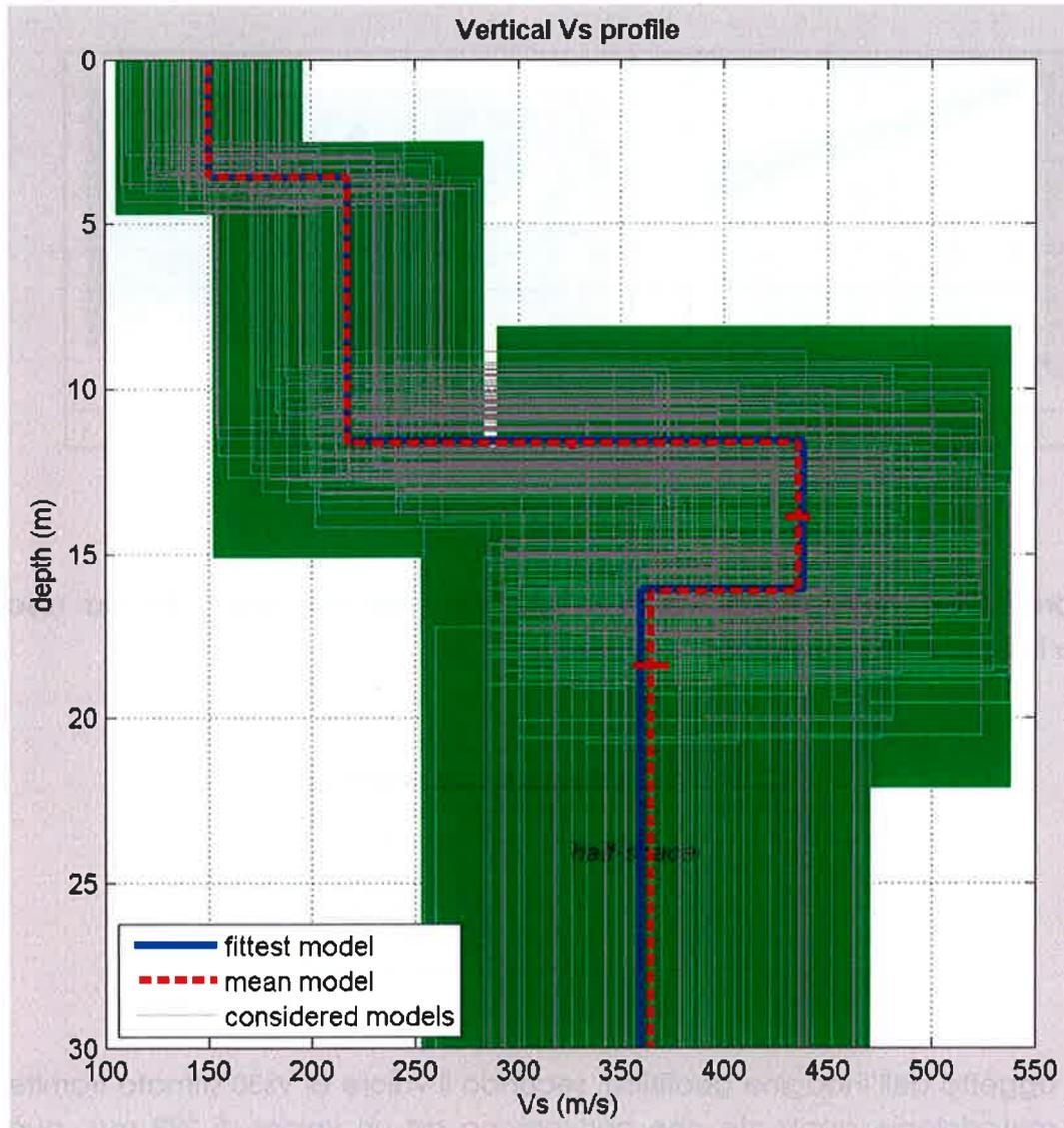
Sismogramma

Spettro di velocità

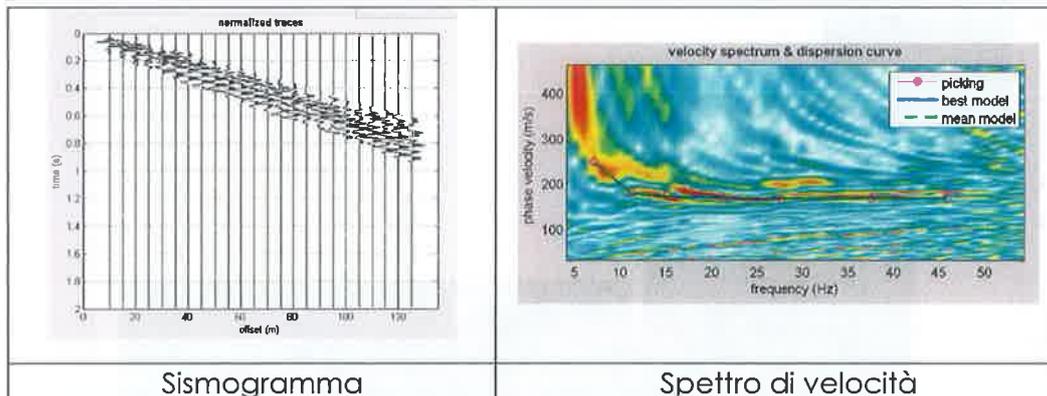
L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	3.6	151
3.6	11.6	218
11.6	16.1	439
16.1	~30	360

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 275 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.



profilo di Vs e stima dell'attendibilità del modello a strati

**Zona S13a**


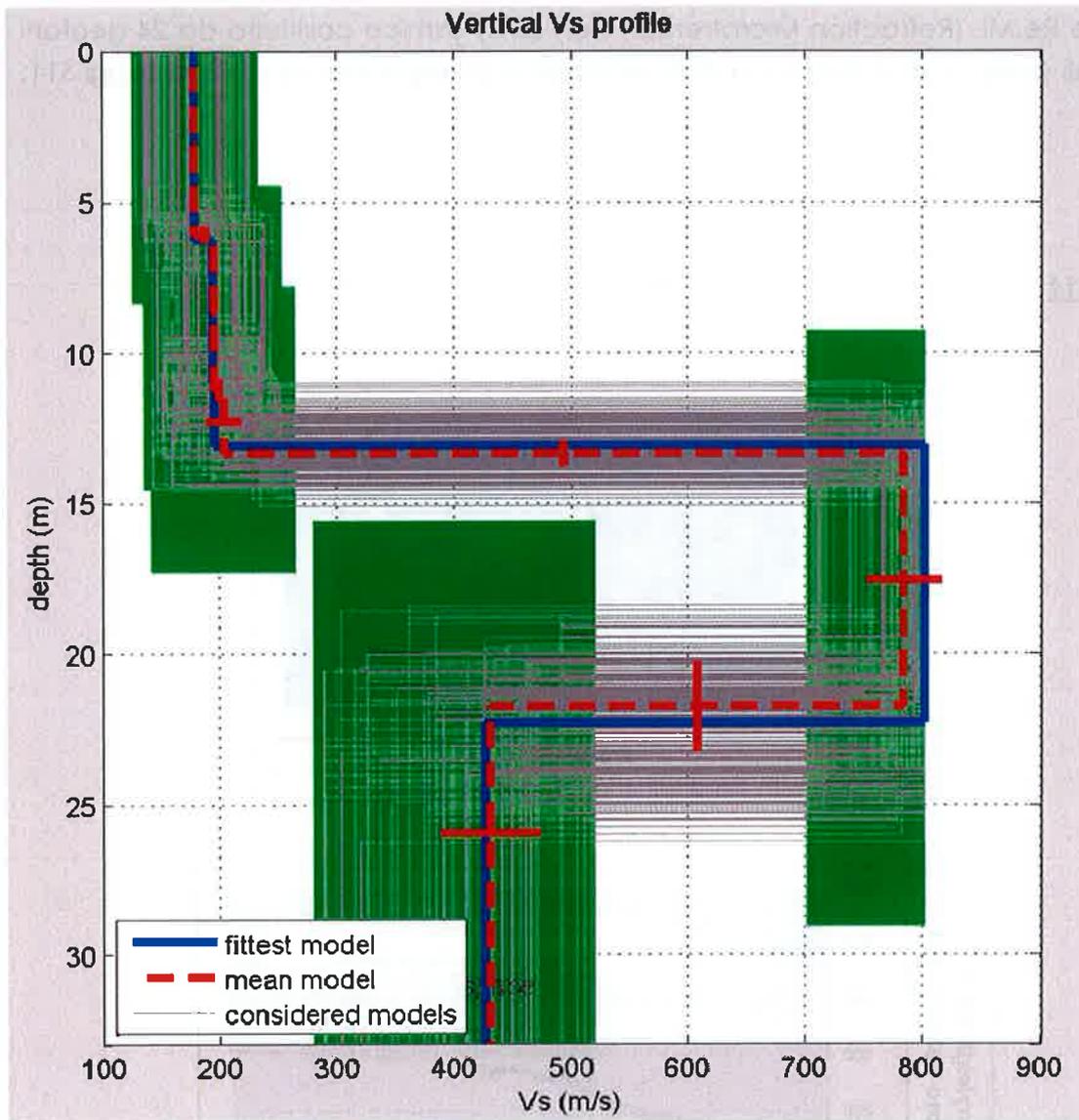
Sismogramma

Spettro di velocità

L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	6.3	180
6.3	11.0	195
11.0	13.1	196
13.1	22.3	800
22.3	~30	426

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 299 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.



profilo di Vs e stima dell'attendibilità del modello a strati



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

CODIFICA  
D69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

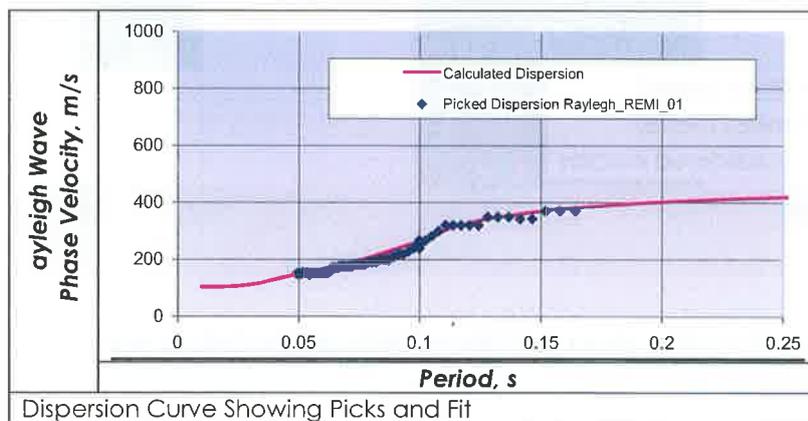
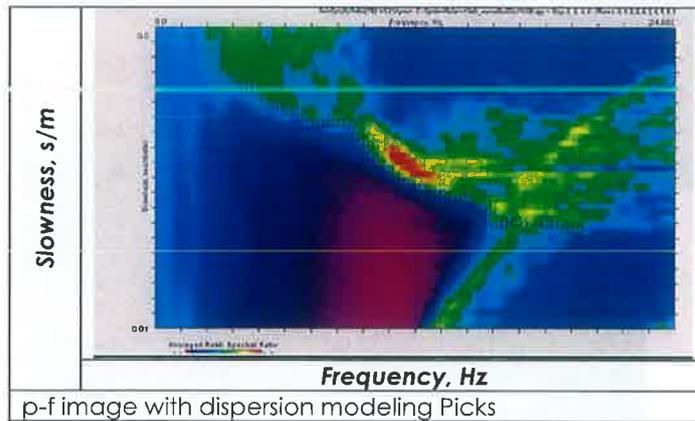
REV.  
A

FOGLIO  
45 di 73

### 7.5 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)

Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S11, S15a.

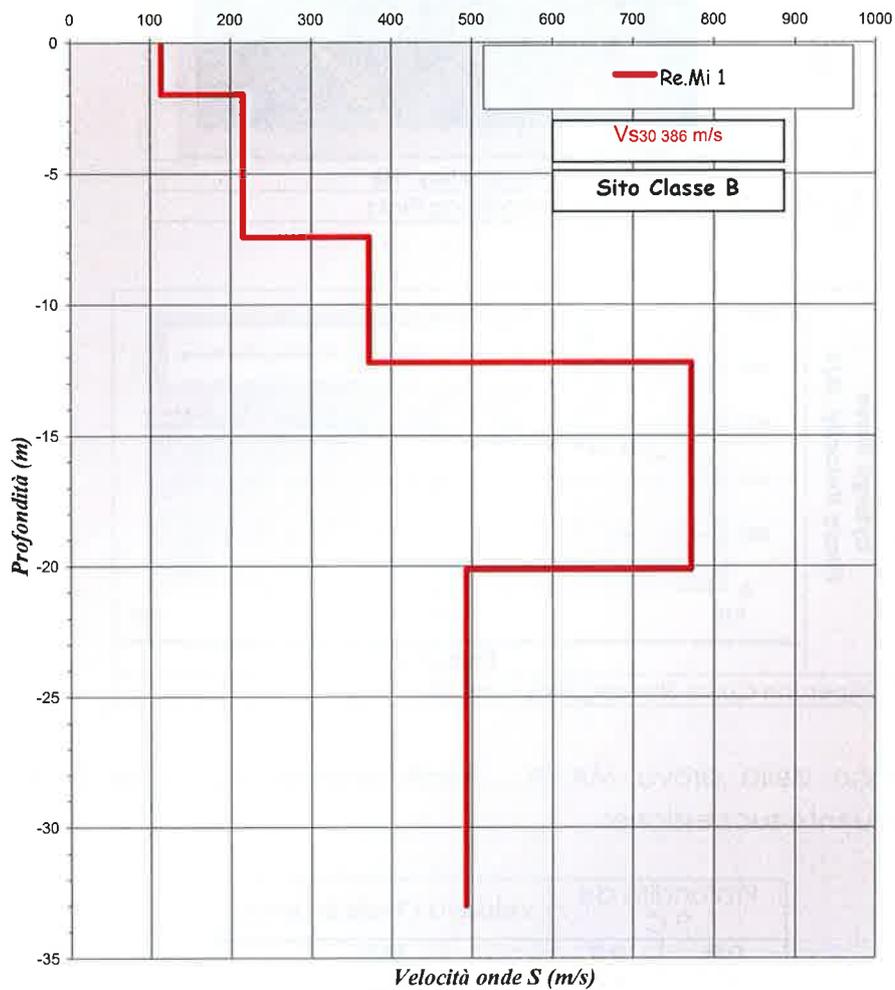
### Zona S11



L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	2.0	114
2.0	7.4	216
7.4	12.2	379
12.2	20.1	571
20.1	~30	514

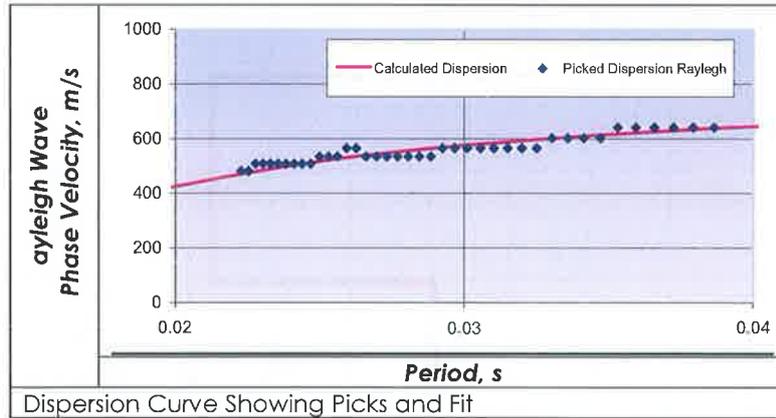
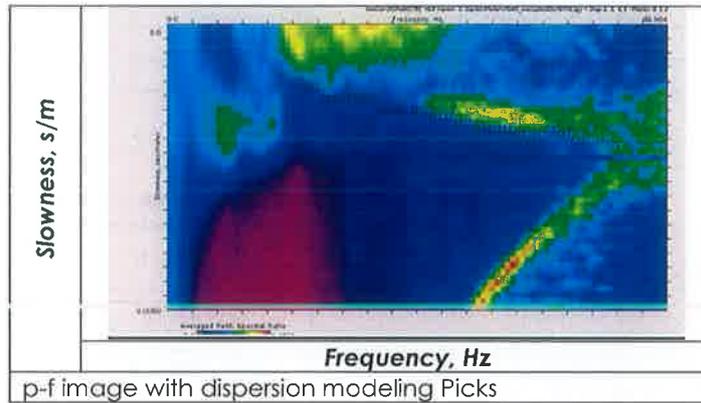
Shear-Wave Velocity Profile



Profilo sismico di Vs ottenuto da prova sismica passiva Re.Mi.

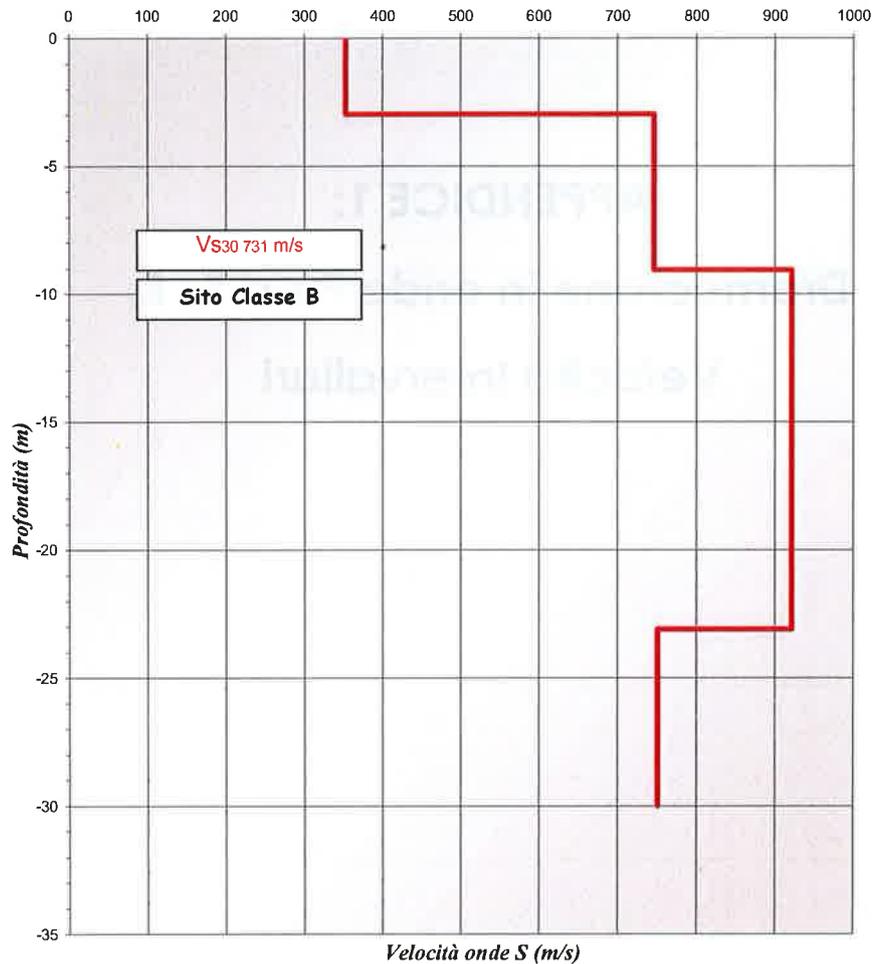
L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 351 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.

**Zona S15a**



L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	2.9	353
2.9	9.0	746
9.0	23.1	921
23.1	~30	750

*Shear-Wave Velocity Profile*

Profilo sismico di Vs ottenuto da prova sismica passiva Re.Mi.

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 731 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe B.

Dr. Geol. Antonio Maria Baldi



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

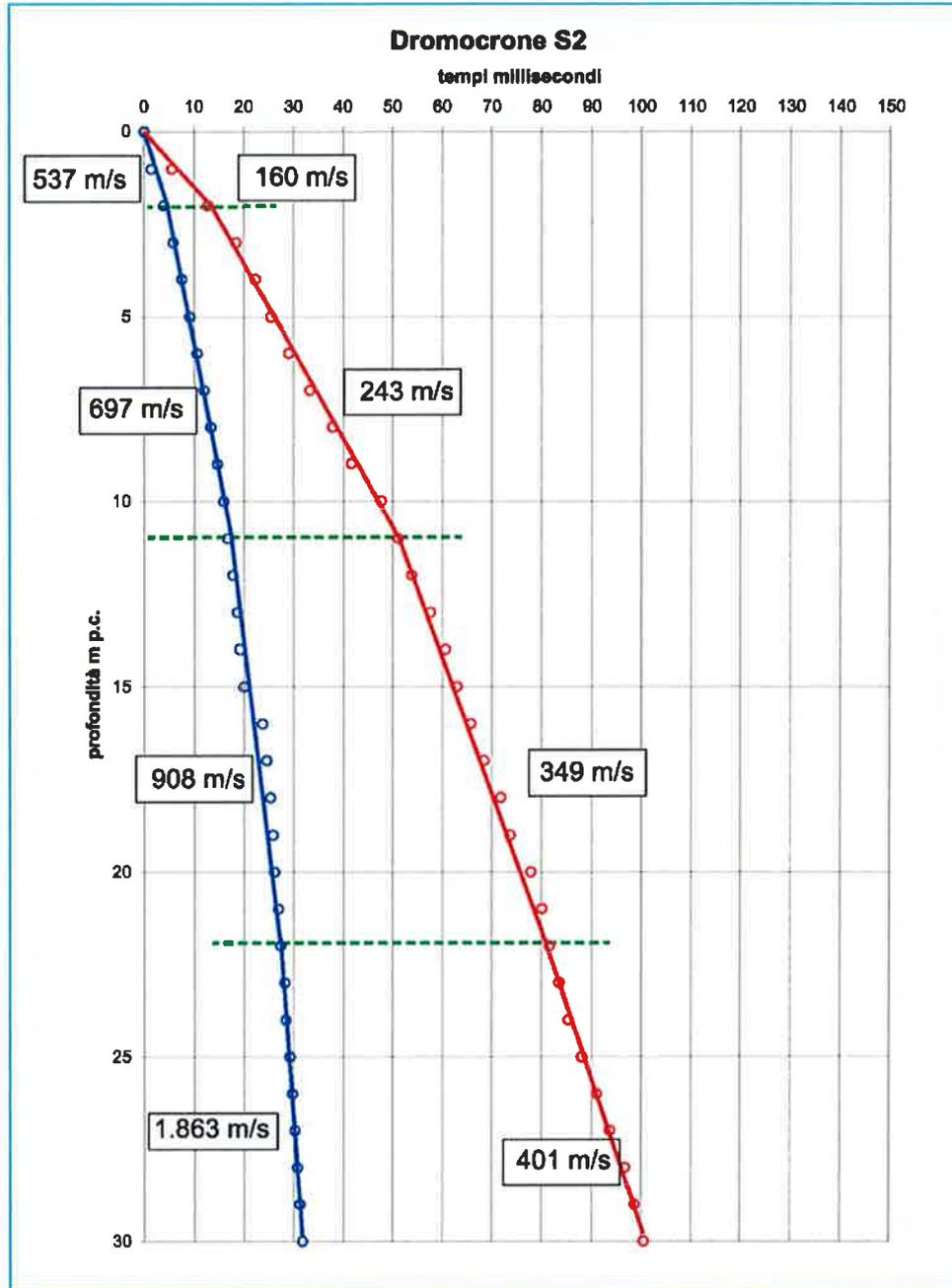
CODIFICA  
D69 IC

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
49 di 73

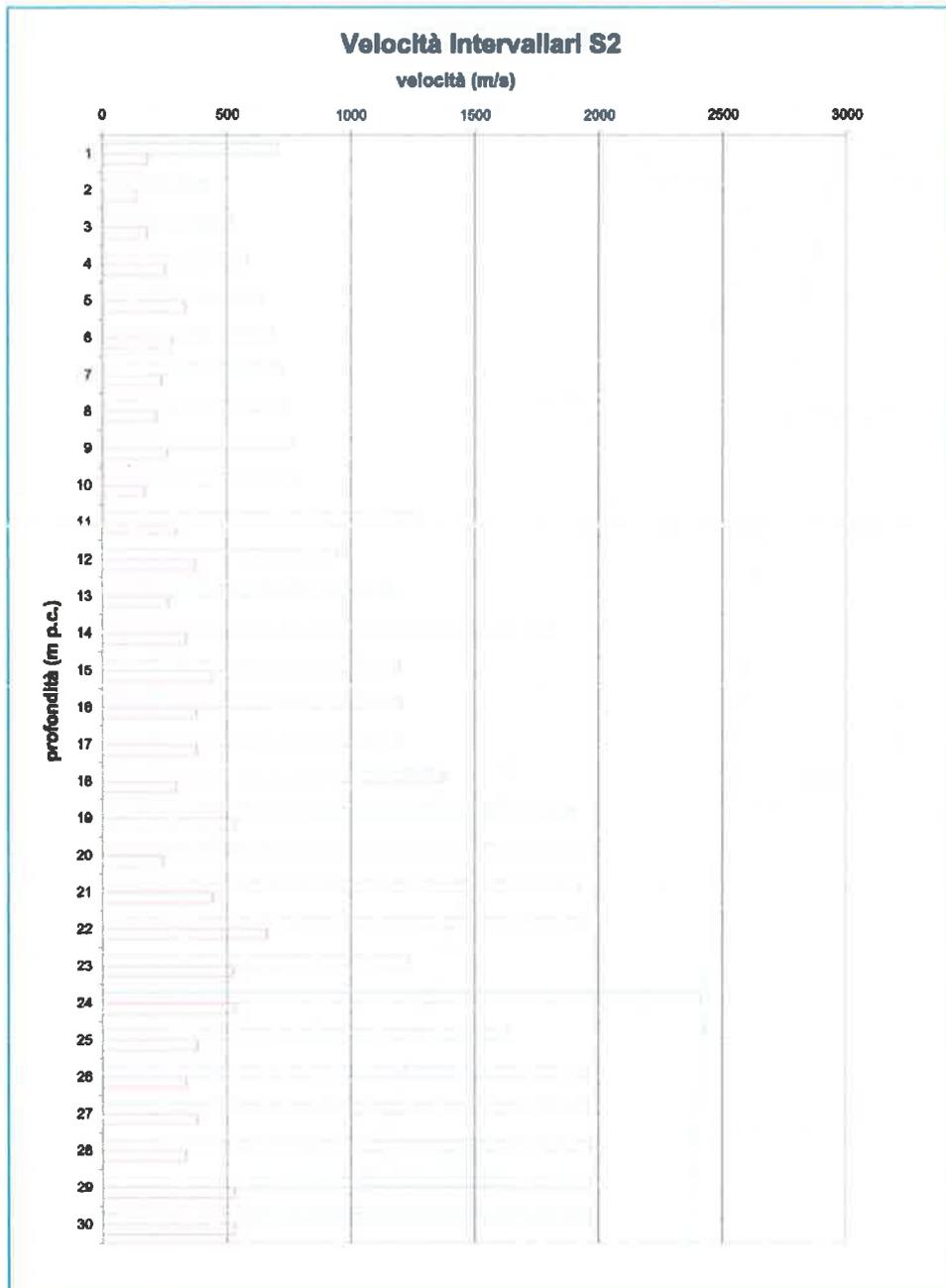
**APPENDICE 1:**  
**Dromocrone in onde P ed  $S_H$  &**  
**Velocità Intervallari**



Onde P

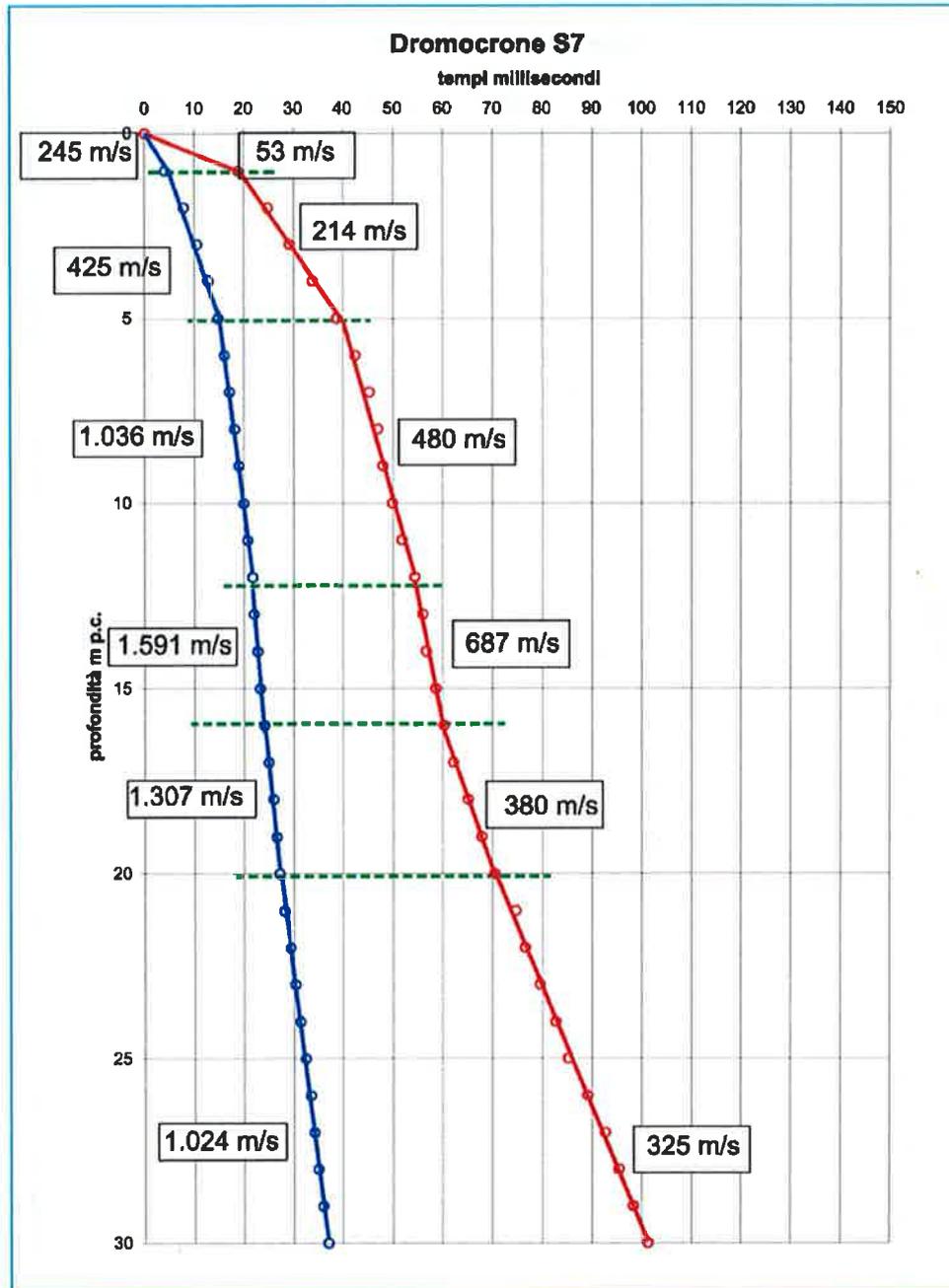


Onde S<sub>H</sub>



 Onde P

 Onde S<sub>H</sub>



Onde P

Onde S<sub>H</sub>



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

CODIFICA  
D69 IG

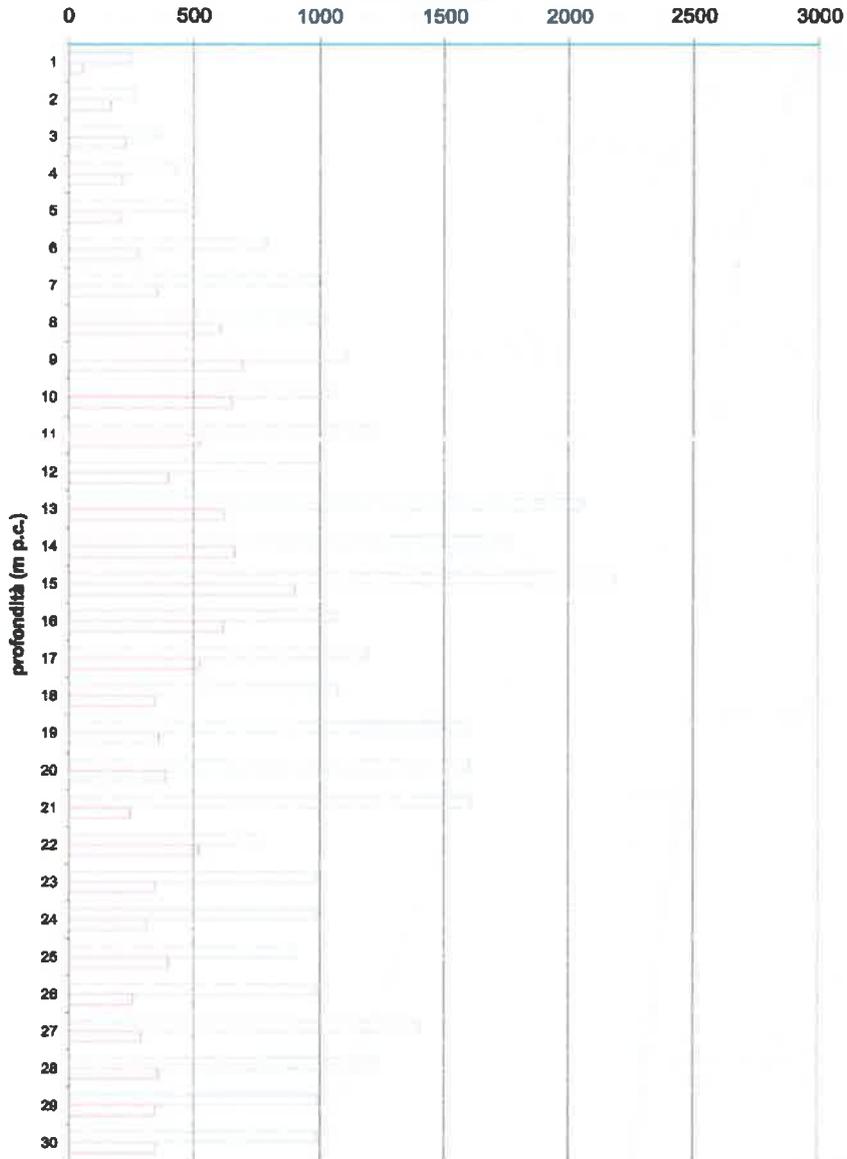
DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
53 di 73

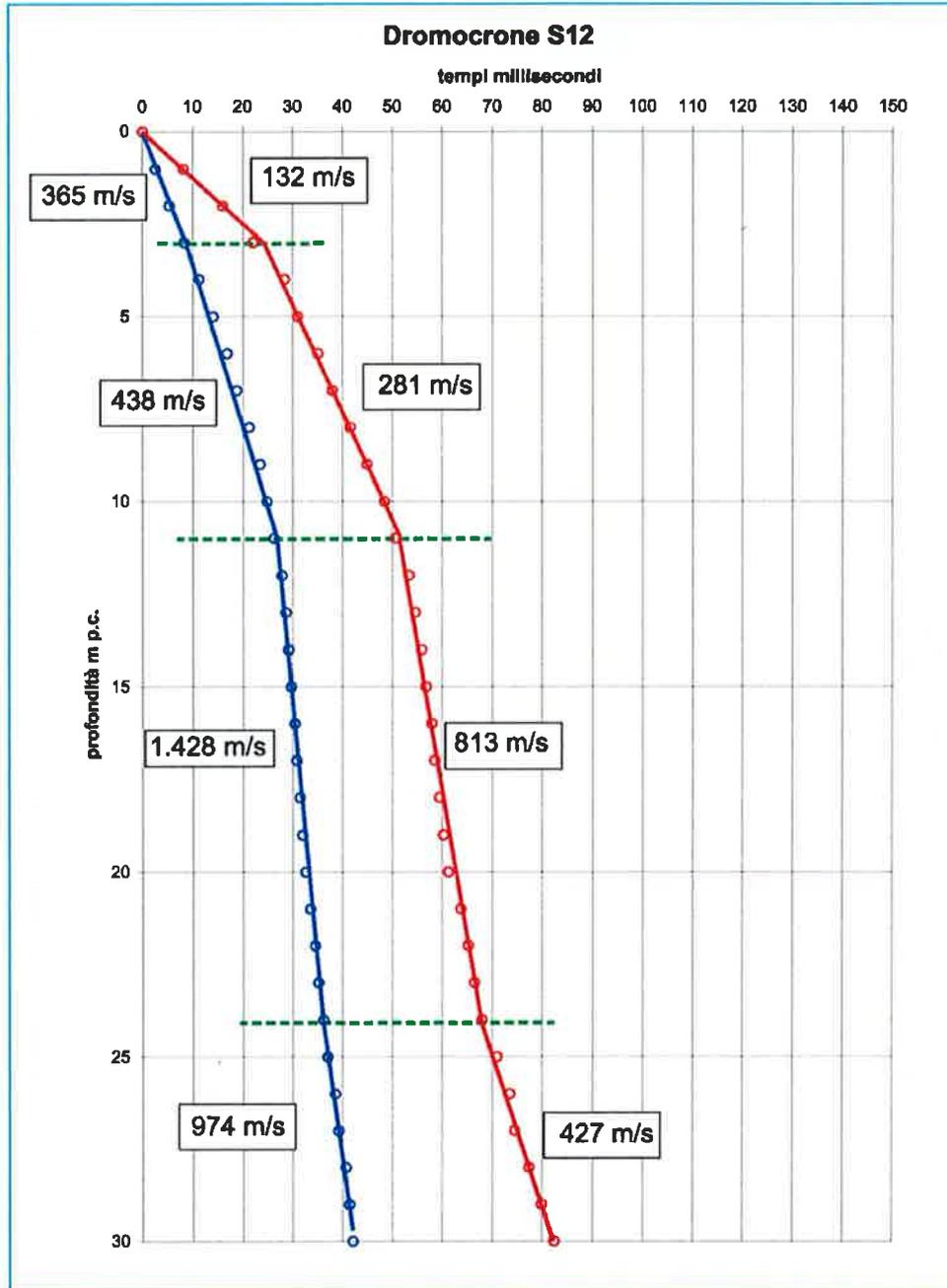
### Velocità Intervallari S7

velocità (m/s)



 Onde P

 Onde S<sub>H</sub>



Onde P

Onde SH

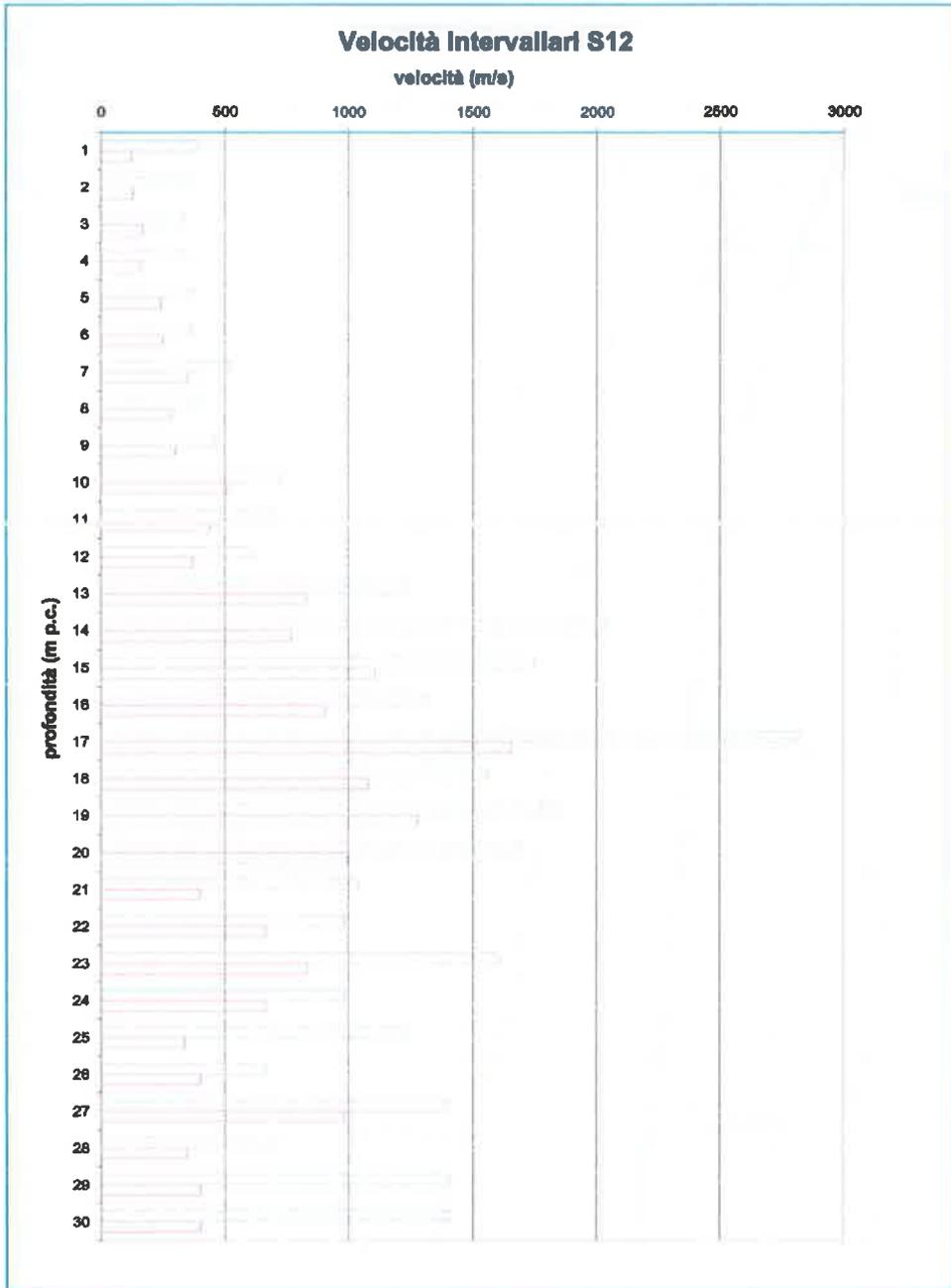


ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	55 di 73



 Onde P

 Onde S<sub>H</sub>



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

CODIFICA  
D69 IG

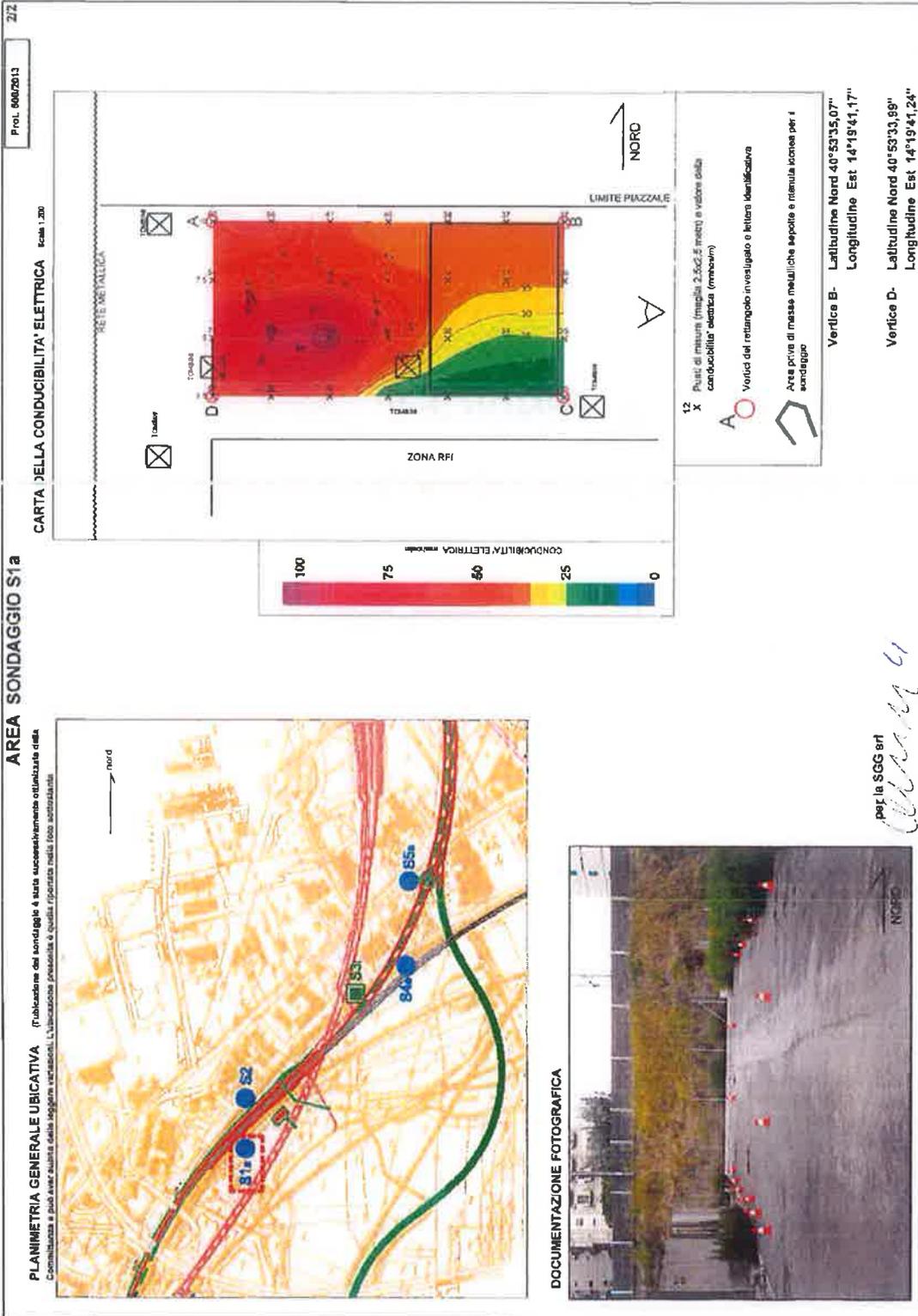
DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
56 di 73

## **APPENDICE 2:**

### **Carte di conducibilità elettrica**



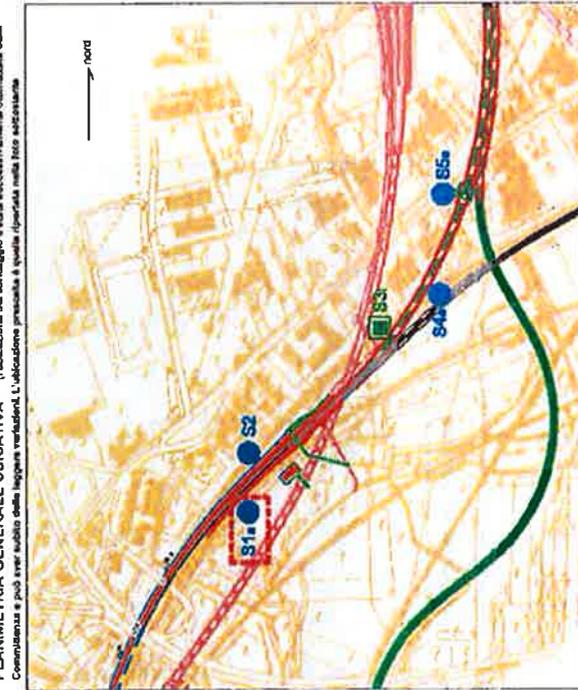
per la SGC srl  
*U. M. M. M. M. M.*

2/2

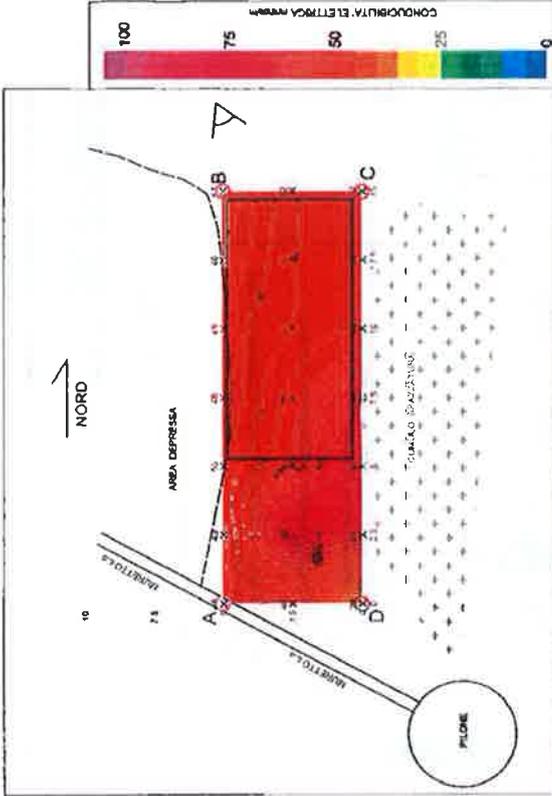
Proc.6012013

AREA SONDAGGIO S2

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (ubicazione del sondaggio S2 su mappa aerea) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m)



CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



- 12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m)
- A O Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa
- Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea sondaggio.

Vertice B- Latitudine Nord 40°53'42,19"  
Longitudine Est 14°19'46,62"

Vertice D- Latitudine Nord 40°53'39,18"  
Longitudine Est 14°19'49,45"

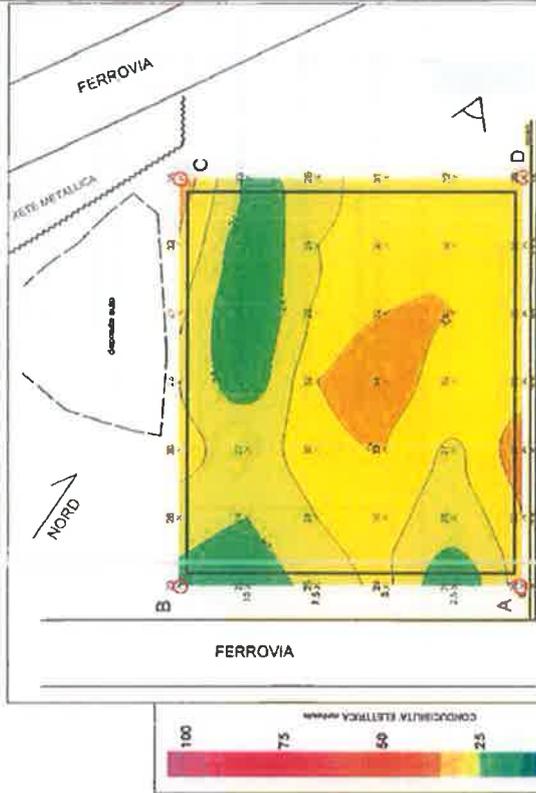
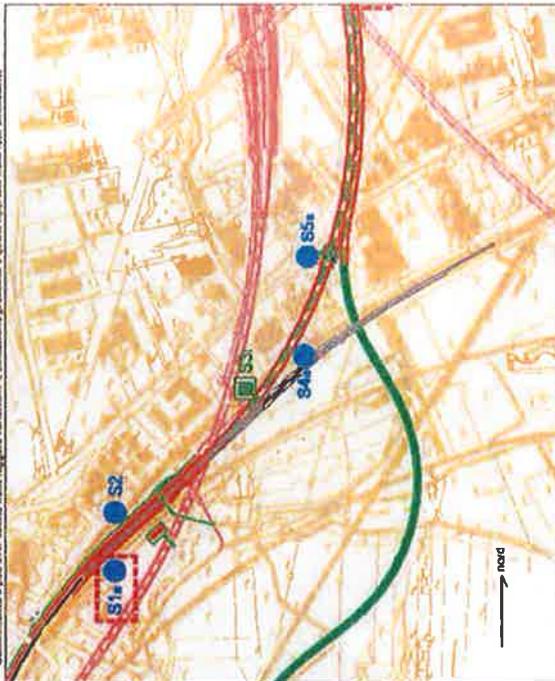
per la SGC srl  
*Gianni Melli*

Prof. S. Kozlov 2/2

CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA scala 1:200

AREA SONDAGGIO S31

**PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA** (ubicazione del sondaggio è stata successivamente ottimizzata data la complessità e può aver subito altre leggere variazioni). L'ubicazione puntuale è quella riportata nella foto satellitare



12  
X  
Punti di ricerca (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità in elettricità (microsiemens)

A O Vertici del rettangolo investigato e lettere identificative

Area priva di masse metalliche saponi e manufatti idonei per i sondaggi

Punto di vista fotografico

Vertice C- Latitudine Nord 40°53'48",07"  
Longitudine Est 14°19'51",00"

Vertice A- Latitudine Nord 40°53'46",700"  
Longitudine Est 14°19'52",00"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

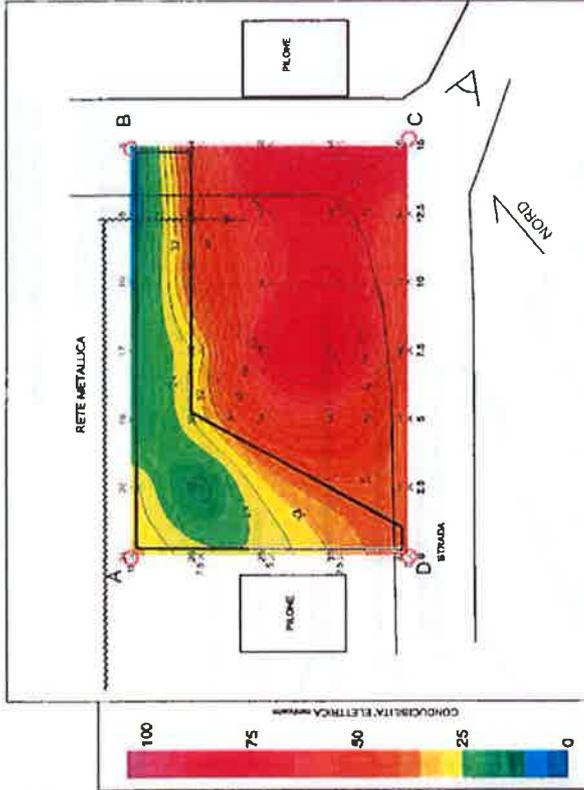


per la SGG srl

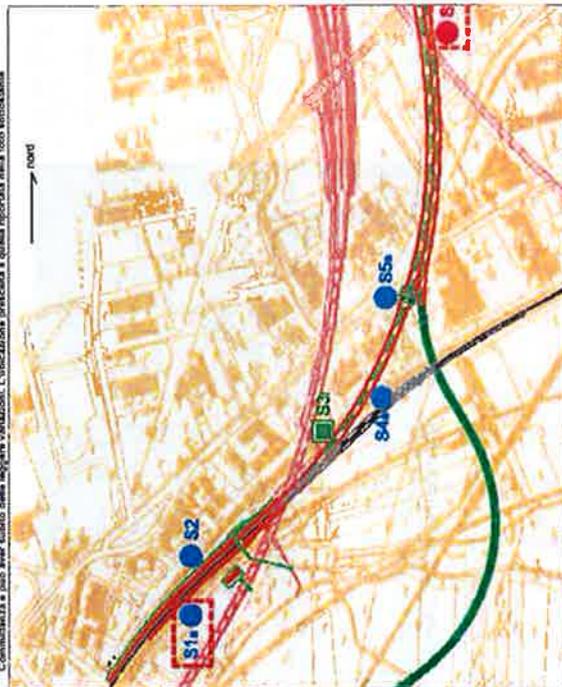
*Carla M. V. L.*

2/2  
Pro.L300/013

AREA SONDAGGIO S4a  
CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA  
Scala 1:200



PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA  
L'ubicazione del sondaggio è stata successivamente ottimizzata nella  
Consistenza e può aver subito delle leggere variazioni. L'ubicazione precisa è quella riportata nella foto satellitare.



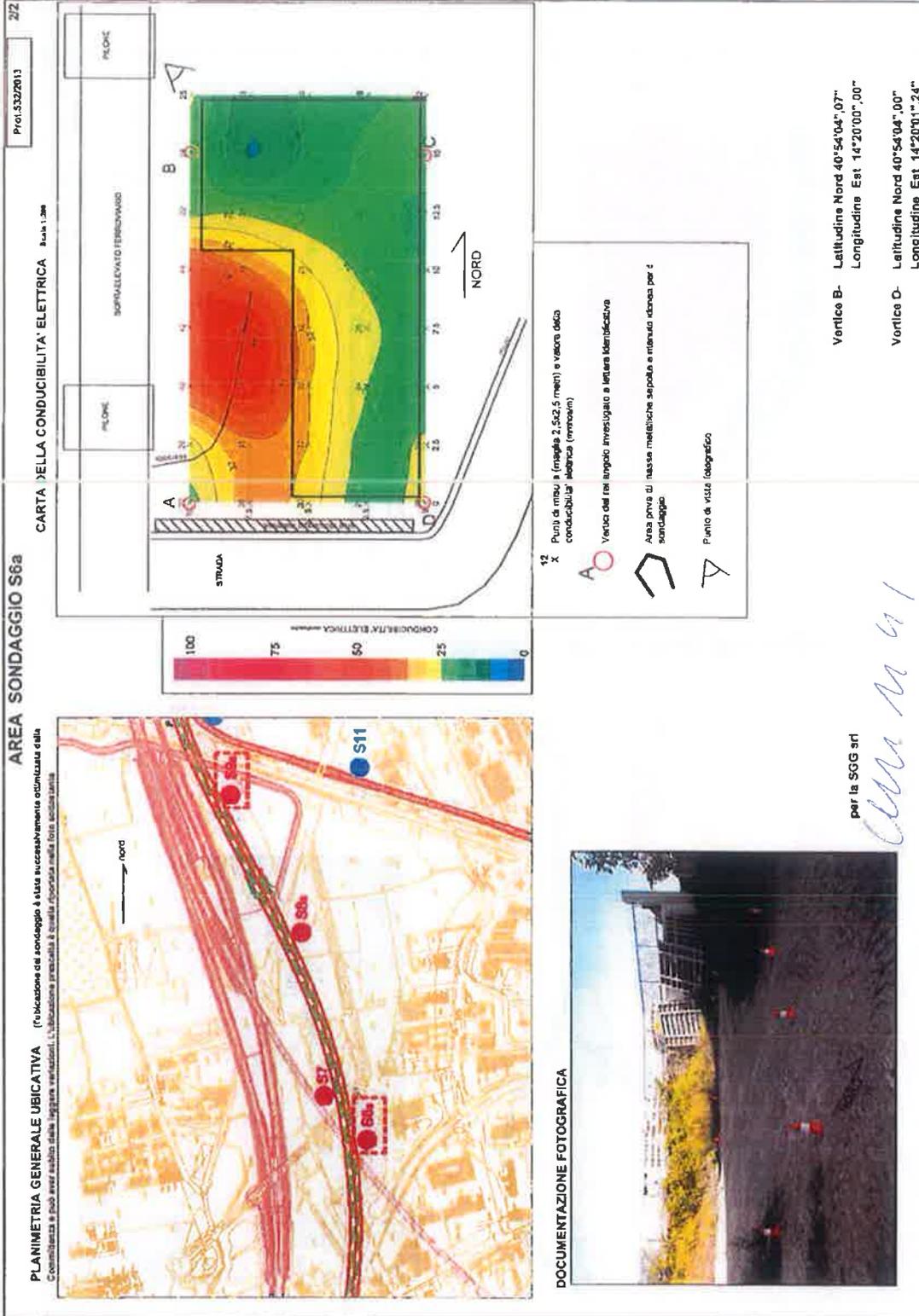
- 12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore delle conduttività elettrica (microhm)
- A O Vertici del rettangolo investigato e lettere identificative
- Area prive di masse metalliche sepolte e ritenute idonee per il sondaggio.
- Punto di vista fotografico

Vertice B- Latitudine Nord 40°53'45,07"  
Longitudine Est 14°18'56,17"  
Vertice D- Latitudine Nord 40°53'43,88"  
Longitudine Est 14°18'56,24"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SCG eri  
*[Handwritten signature]*



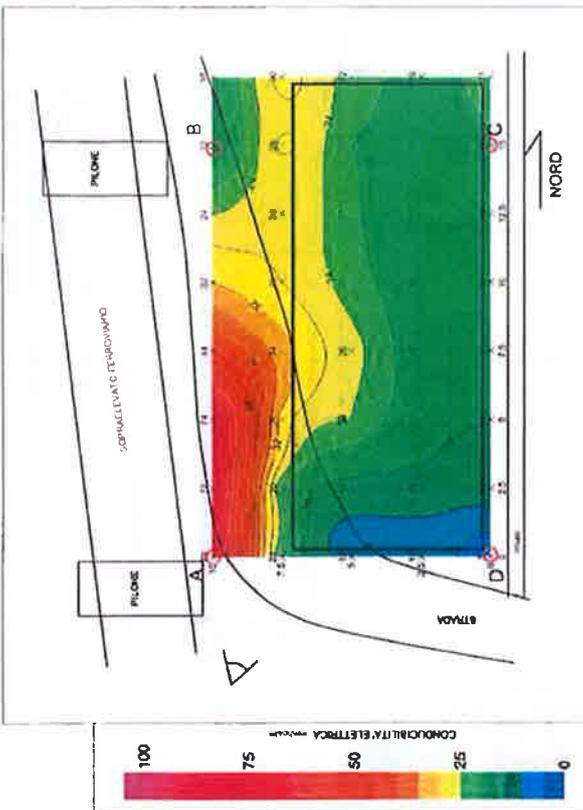
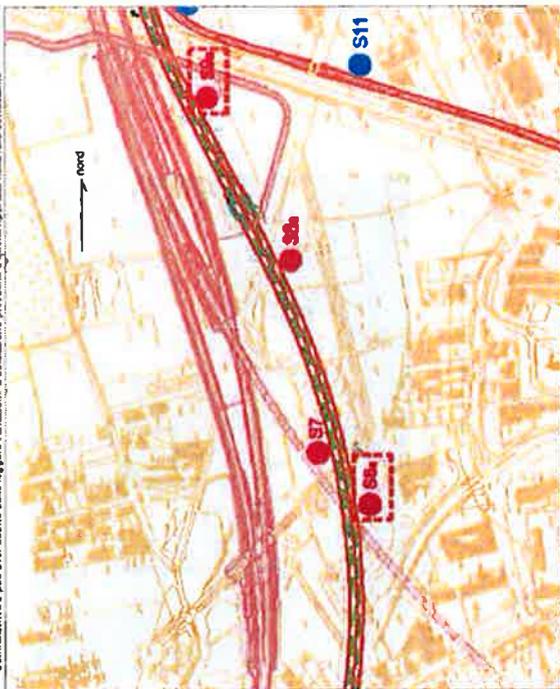
2/2

Proj.531/2013

CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA 1:500

AREA SONDAGGIO S7

**PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA** (l'ubicazione del sondaggio è stata successivamente ottimizzata sulla compatibilità e poi aver subito delle leggere variazioni). L'ubicazione definitiva è quella riportata nella foto satellitare



12 X Punto di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (microsiemens)

A O Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di masse metalliche sepolte e rimaste scoperte per il sondaggio

Punto di vista fotografico

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SGG srl

*Manilli*

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'10,07"  
Longitudine Est 14°19'55,17"

Vertice D- Latitudine Nord 40°54'09,00"  
Longitudine Est 14°19'58,24"

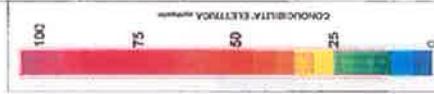
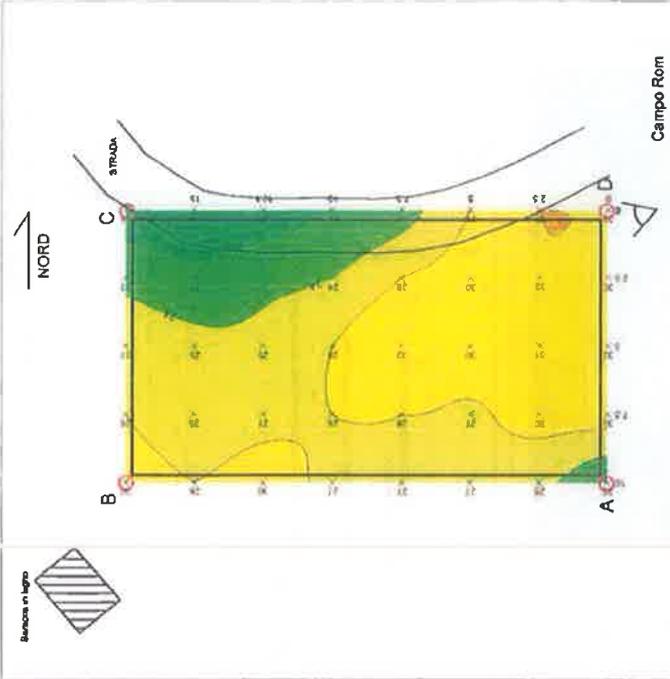
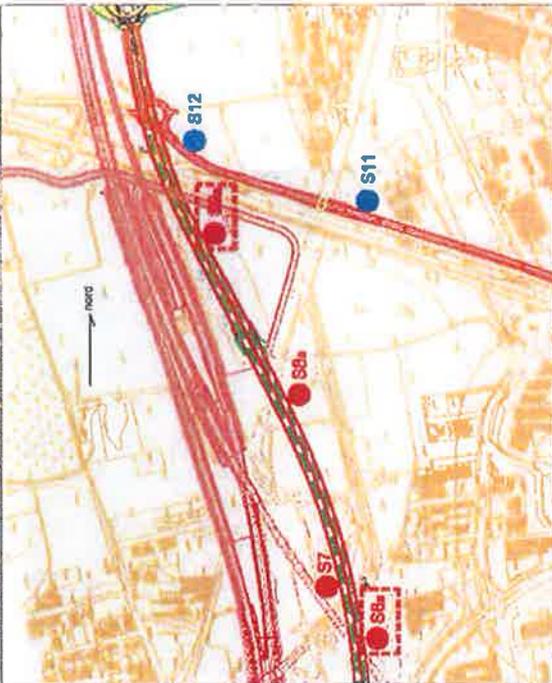
2/2

Prot. 537/2013

CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

AREA SONDAGGIO S8a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (pubblicazione del sondaggio è stata eccezionalmente autorizzata dalla  
Commissaria e può aver subito delle leggere variazioni. L'ubicazione prescelta è quella riportata nella foto a colori in alto)



- X Punt. di misure (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conduttività elettrica (microsiemens)
- A O Vertici di il rettangolo investigato e lettera identificativa
- Area per le misure metalliche sepolte o rimasta idonea per il sondaggio.
- ▲ Punto di vista fotografico

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'16"00"  
Longitudine Est. 14°19'51"00"  
Vertice D- Latitudine Nord 40°54'17"00"  
Longitudine Est. 14°19'51"00"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



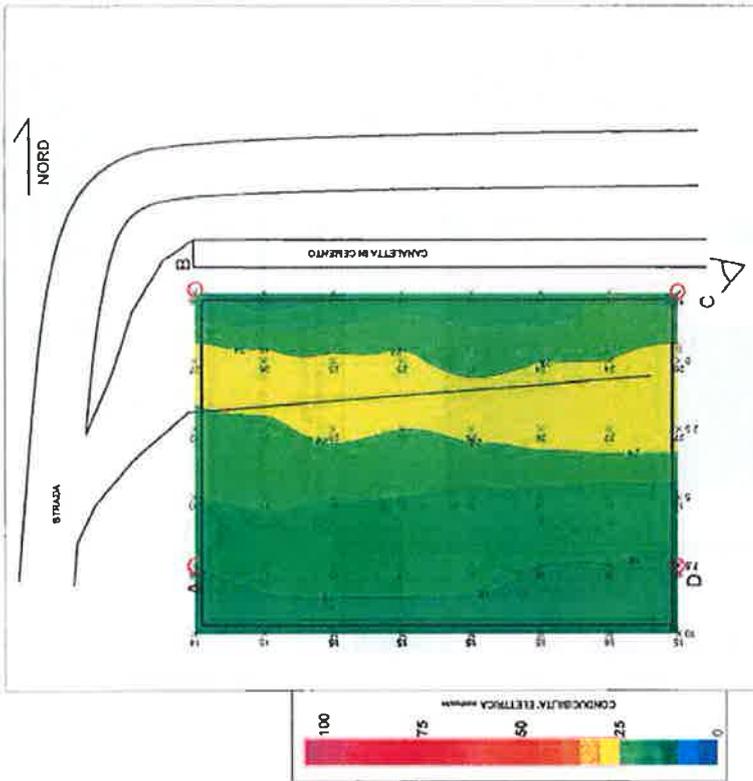
per la SGG srl

*Car. M. G.*

2/2

Proj. 538/2013

CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA 1:5000



12 Punt. di misura (maglie 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilita' elettrica (mhos/cm)

A O Vertici del rettangolo investigato a lettura identificativa

Area priva di masse metalliche sepolte e rimanenze per il sondaggio

Punto di vista fotografico

Vertice A - Latitudine Nord 40°54'30",00"  
Longitudine Est 14°19'35",00"

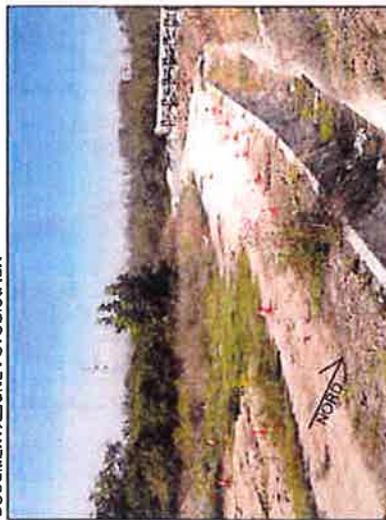
Vertice C - Latitudine Nord 40°54'30",00"  
Longitudine Est 14°19'35",00"

AREA SONDAGGIO S9a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (l'ubicazione del sondaggio è stata successivamente ottimizzata dalla Committenza e può essere soggetta ad alcune variazioni). L'ubicazione pratica è quella riportata nella foto satellitare

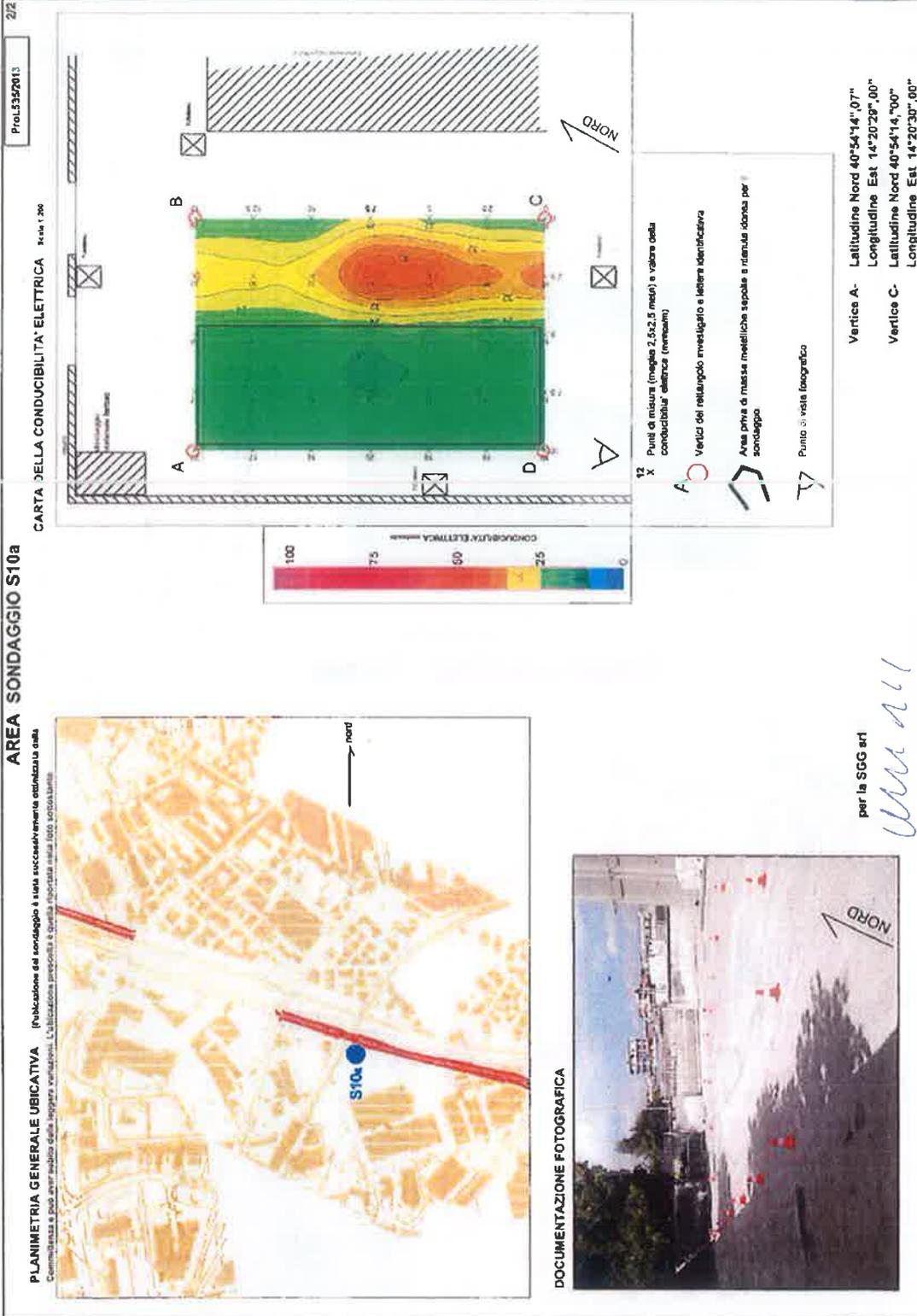


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SGG art

*Quaranta*



2/2  
Prof. 6.3.3/0013

CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA scala 1:200

AREA SONDAGGIO S11

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (l'ubicazione del sondeggio è stata successivamente ottimizzata ed è contenuta in più aree multiple della leggenda cartografica. L'ubicazione precisa è quella riportata nella foto satellitare)

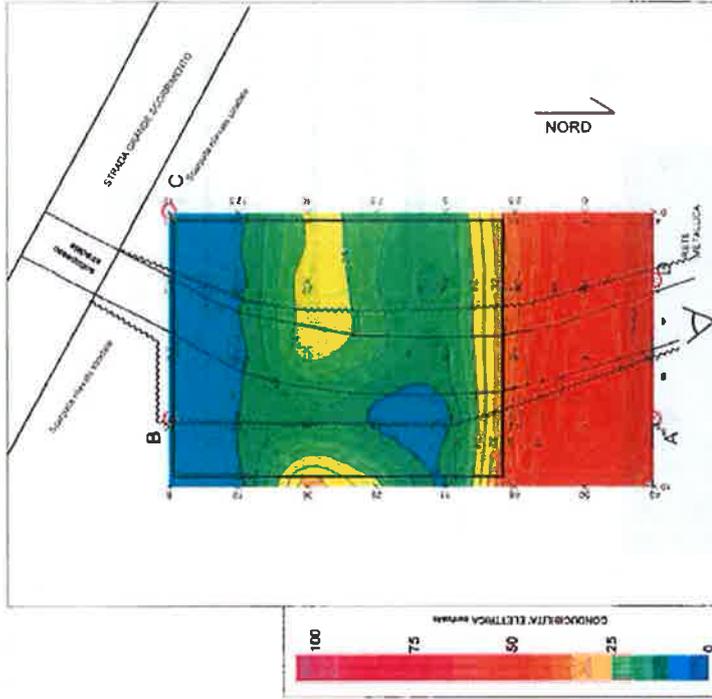


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SGG art

*Handwritten signature*



12  
X  
Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore dato conduttività elettrica (microsiemens)

A O Vertice del rettangolo investigato e lettere identificative

Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.

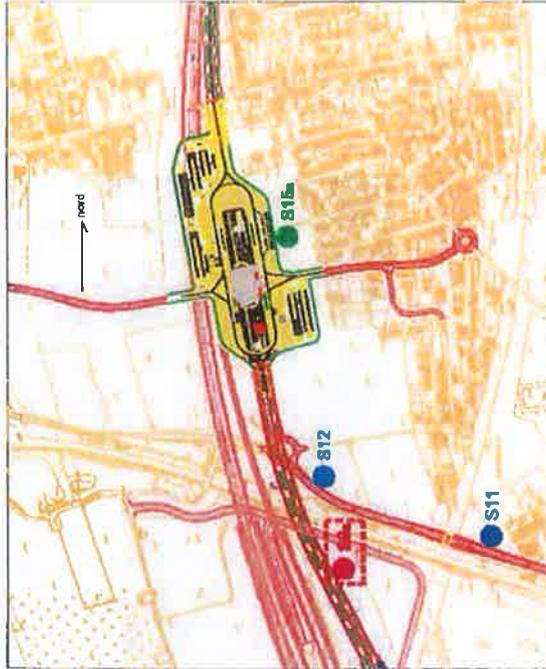
Punto di vista fotografico

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'28",07"  
Longitudine Est 14°20'00",00"

Vertice D- Latitudine Nord 40°54'28",00"  
Longitudine Est 14°19'59",00"

**AREA SONDAGGIO S12**

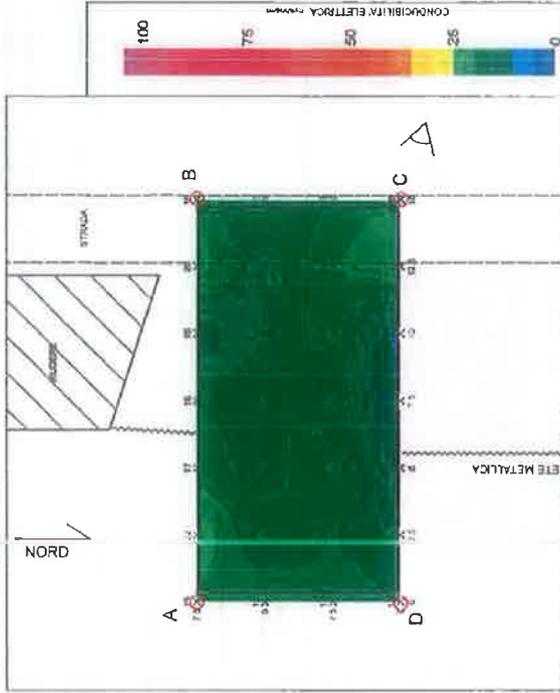
**PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA** (Pubblicazione del sondaggio e stata successivamente ottimizzata dalla Comitanza e può aver subito delle leggere variazioni). L'ubicazione precisa è quella riportata nella foto satellitare



2/2

Prot. 502/2013

**CARTA DELLA CON DUCIBILITA' ELETTRICA** scala 1:200



12  
X  
Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (microhm)

A O Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di masse metalliche ingombranti e risultata idonea per il sondaggio.

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'34,48"  
Longitudine Est 14°19'44,26"

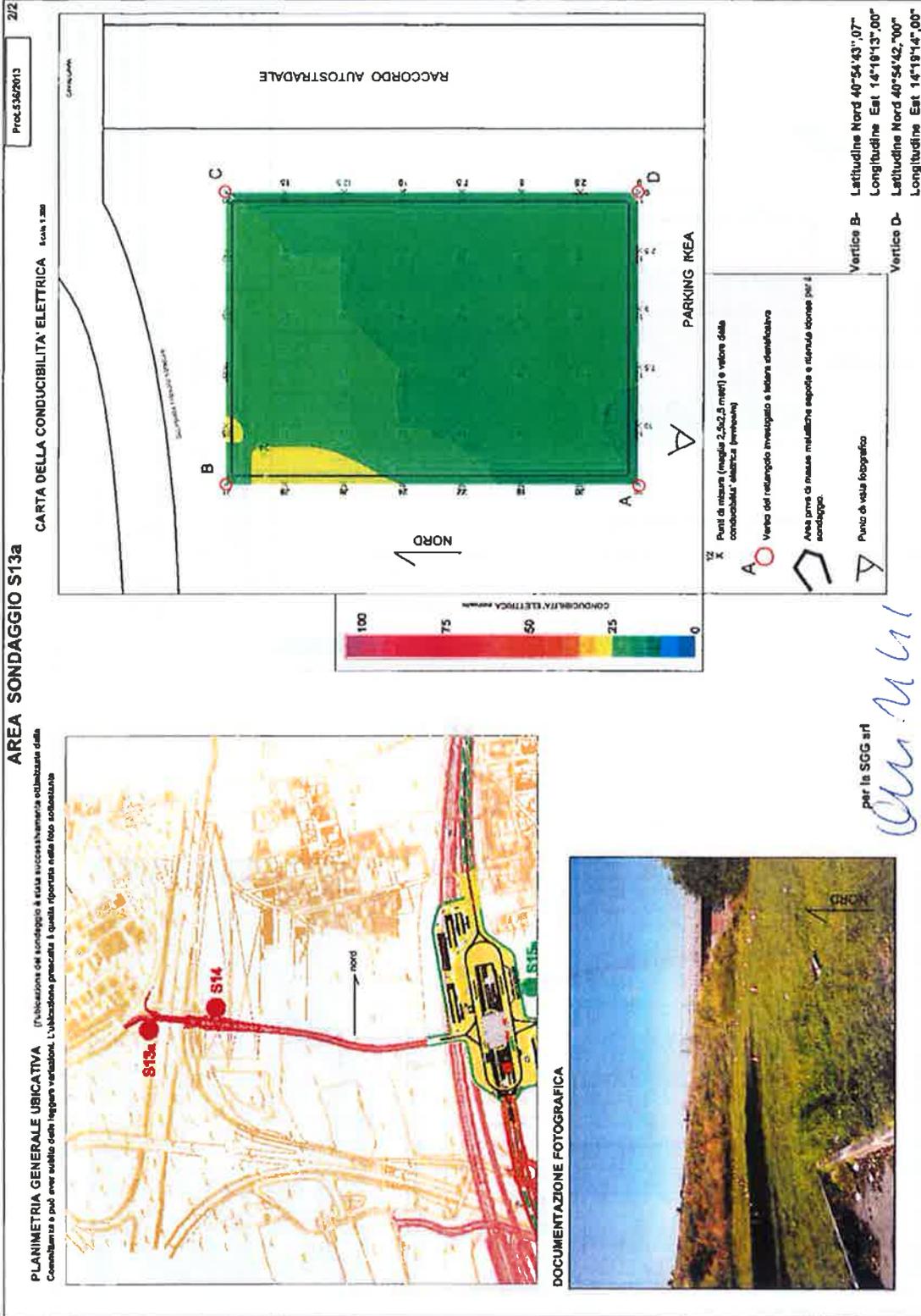
Vertice D- Latitudine Nord 40°54'34,43"  
Longitudine Est 14°19'44,70"

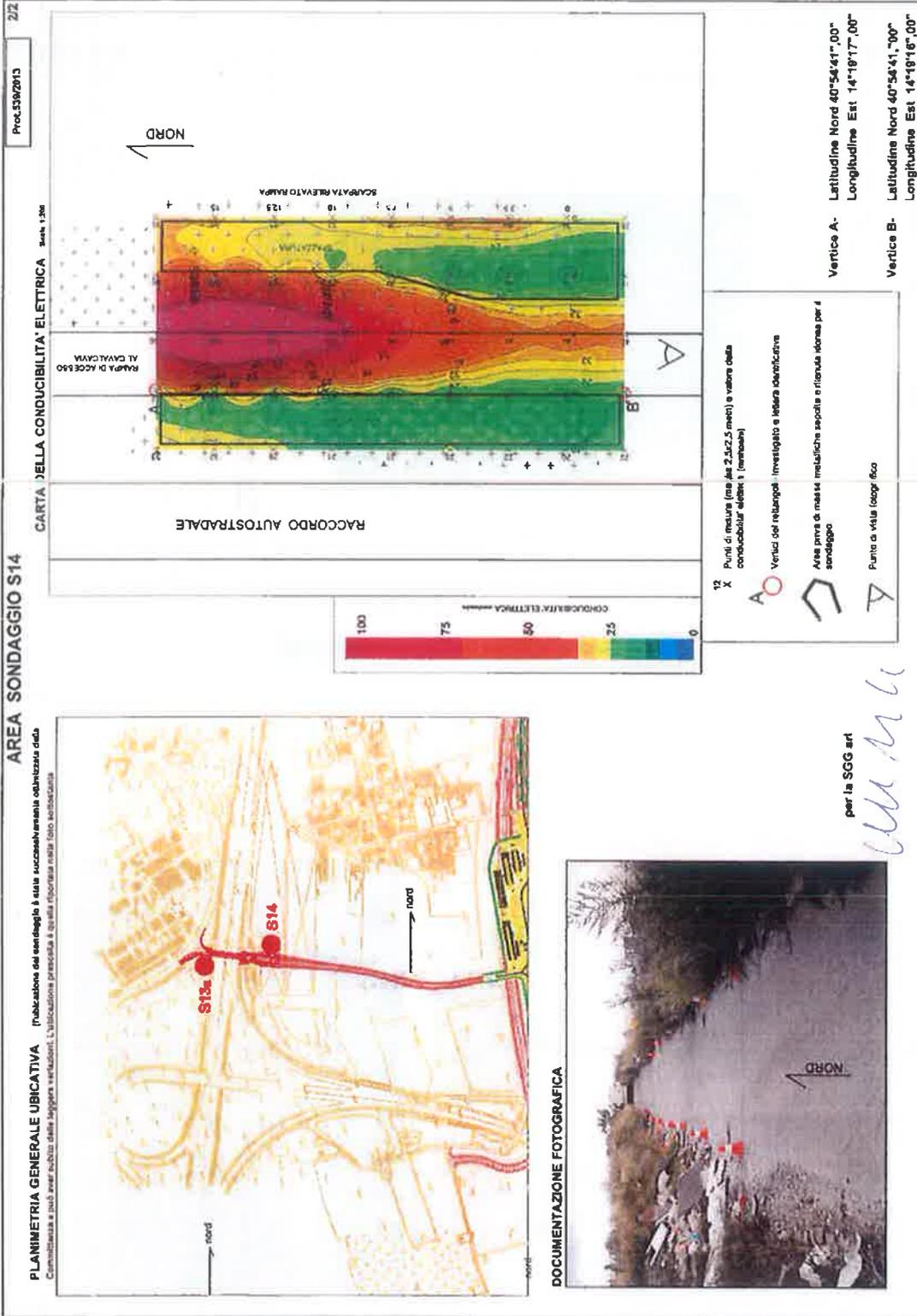
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



per la SGG srl

*Handwritten signature*





2/2

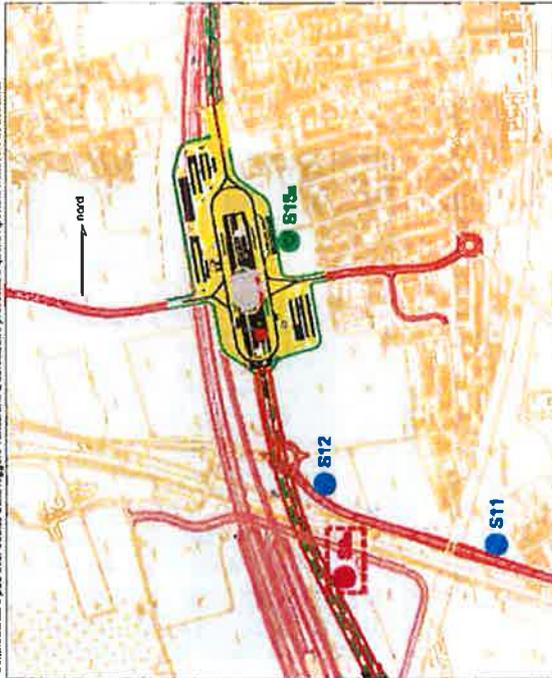
Prof. 530/2013

2/2

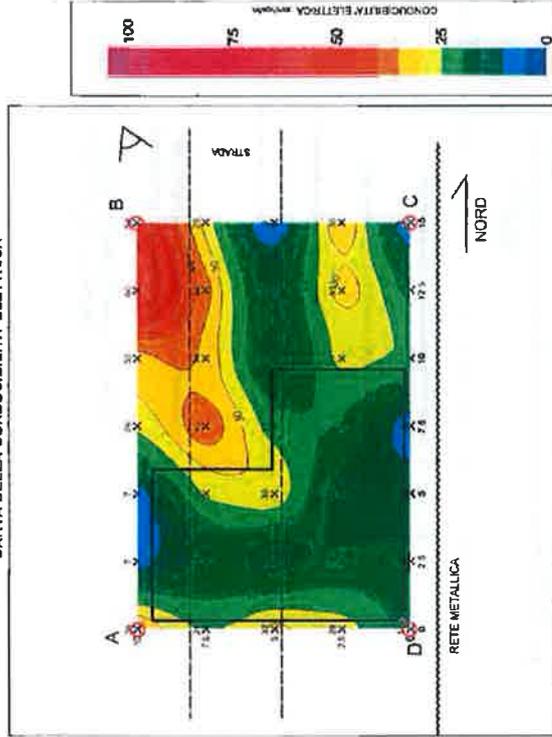
Prot. 602/2013

AREA SONDAGGIO S15a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (L'ubicazione del sondaggio è stata successivamente ordinata dalla Compagnia e può aver subito delle leggere variazioni. L'ubicazione precisata è quella riportata nella foto aerea).



CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA



12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (microhm)

A O Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di massi metallici sepolte e riferita idonea per il sondaggio.

Vertice B - Latitudine Nord 40°54'44,81"  
Longitudine Est 14°19'39,07"

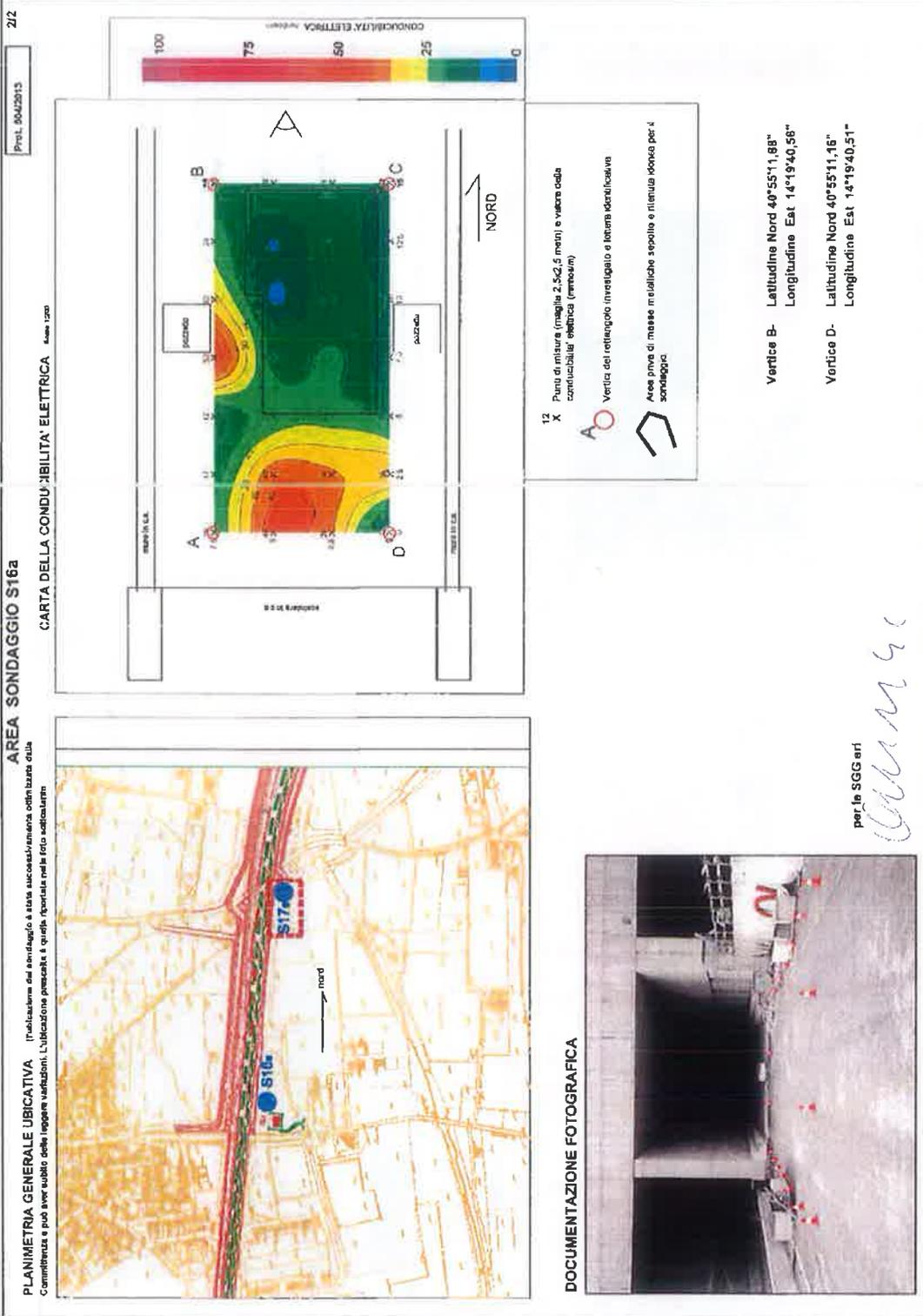
Vertice D - Latitudine Nord 40°54'45,23"  
Longitudine Est 14°19'38,49"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

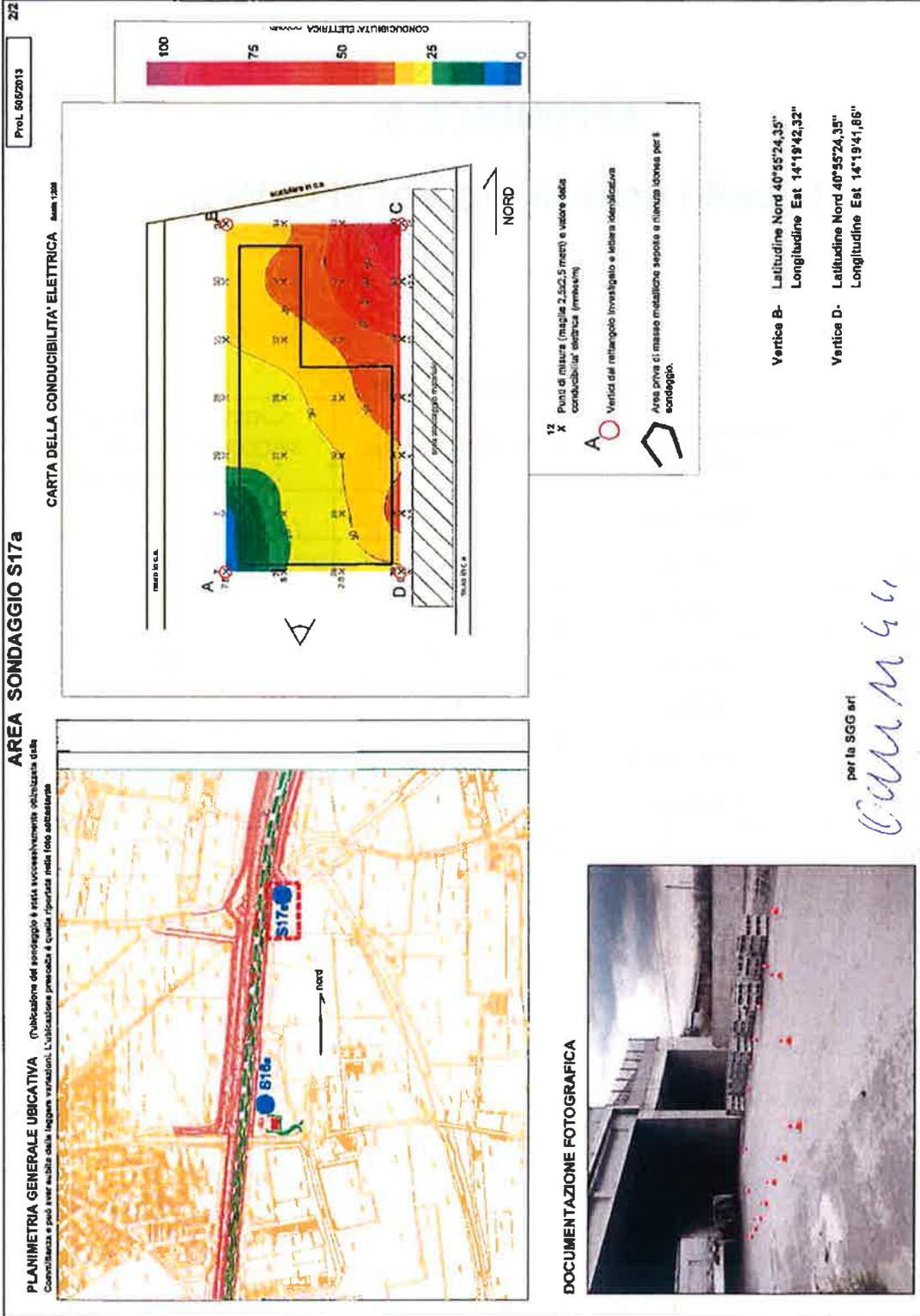


per la SCG srl

*Wm Mgl*



212  
Prot. 9042513



Pro. 9052013

AREA SONDAGGIO S17a

72



ITINERARIO NAPOLI – BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO  
IF34

LOTTO  
00

CODIFICA  
D69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
73 di 73

## APPENDICE 3:

### Tabella riassuntiva valori di $V_{s30}$

Tabella indagini svolte

sondaggio geognostico di riferimento	Metodologia di indagine	Valore di $V_{s30}$	Classe di riferimento secondo la normativa italiana vigente
S2	Down hole	301	C
S4a	Masw	261	C
S7	Down hole	302	C
S8a	Masw	275	C
S11	ReMi	351	C
S12	Down hole	369	B
S13a	Masw	299	C
S15a	ReMi	731	B