

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE 2a 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 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Geologica
A	Emissione esecutiva	BALDI <i>AB</i>		F.MANCINI <i>FM</i>		APREA <i>AP</i>		<i>ITALFERR S.p.A.</i> Dott. Geologo Francesco MARCHESI Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File:

n. Elob: *447*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'	3
3	FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE.....	5
4	LAVORI SVOLTI.....	6
5	METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI	8
5.1	Prospezione elettromagnetica	8
5.2	Carotaggi sismici down-hole	9
6	METODOLOGIA INTERPRETATIVA	13
6.1	Prospezione elettromagnetica	13
6.2	Carotaggi sismici down-hole	13
7	ANALISI DEI RISULTATI.....	16
7.1	Prospezione elettromagnetica	16
7.2	Carotaggio sismico down-hole S23a	18
7.3	Carotaggio sismico down-hole S53a	18
APPENDICE:		20
	Carte di conducibilità elettrica	20
	Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S23A	36
	Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S53A	37

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 2 di 37

1 INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine geofisica eseguita per conto di **RFI - Rete Ferroviaria Italiana** nell'ambito della ***Progettazione definitiva della Variante Linea Storica Canello-Napoli – seconda fase.***

La prospezione geofisica è stata eseguita su n°15 piazzole identificate per l'esecuzione dei sondaggi geognostici. Per ciascuna piazzola è stata eseguita la prospezione elettromagnetica finalizzata alla ricerca di masse metalliche sepolte. In corrispondenza dei sondaggi meccanici S23a ed S53a, sono stati eseguiti dei carotaggi sismici down-hole fino alla profondità di 30 metri da piano campagna, per la definizione delle velocità sismiche relative alle onde P ed alle onde S_H e per la definizione del valore di V_{s30} utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla vigente normativa antisismica.

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					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 3 di 37

2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'

n°	Strumentazione per profili elettromagnetici	COD. IDENT.
1	elettromagnetometro EM34-3 (<i>Geonics</i>)	SGG-SI-64
1	cavi di collegamento Tx-Rx, intercoil 10 metri (<i>Geonics</i>)	
1	sistema GPS Pro Mark 2 (<i>Ashtech</i>)	SGG-SI-46

n°	Strumentazione per prove sismiche DOWN-HOLE	COD. IDENT.
1	sismografo GEODE 24 ch- 24 bit (<i>Geometrics, USA</i>)	SGG-SI-53
1	computer portatile HP per registrazione dei dati di campagna con software MGOS	
1	geofono tridimensionale da foro <i>Geostuff</i> , a frequenza propria di 15 Hz, munito di bussola elettronica per orientamento del geofono e di ancoraggio meccanico motorizzato alla parete del foro (<i>Geostuff, USA</i>)	SGG-SI-55
	sistema specifico per la generazione di onde polarizzate S_H	
	cavi di collegamento, linea tie-break, hammer switch, geofono starter	
	mazze del peso di 5kg	

Gli strumenti di misura impiegati sono tarati presso il laboratorio metrologico Gammamisure di Calenzano (certificato Accredia 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					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 4 di 37

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
• Prospettori geofisici	S. MENCARINI M. SCHEGGI J. DE LUCA
• Interpretazione misure elettromagnetiche	S. MENCARINI
• Interpretazione misure sismiche	J. DE LUCA
• Editing	S. MENCARINI

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 IS0901.

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					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 5 di 37

3 FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE

Le finalità della prospezione elettromagnetica e della prova 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;
- misura delle velocità sismiche delle onde P;
- misura delle velocità sismiche delle onde S_H ;
- profilo verticale di V_s nei primi 30 metri di suolo;
- computo del valore V_{s90} del sito per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa vigente.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 6 di 37

4 LAVORI SVOLTI

La prospezione geofisica è stata condotta in più fasi. I giorni 19 e 20 marzo 2014 sono stati eseguiti i rilievi elettromagnetici sulle piazzole dei sondaggi S19a, S23a, S26a (vecchia ubicazione) e S31a. Nei giorni dall' 11 al 17 aprile 2014 sono stati eseguiti i rilievi elettromagnetici sulle piazzole dei sondaggi S37a, S41a, S43a, S46a, S51a, S53a, S56a, S57a, S61a. Il giorno 7 maggio 2014 è stato eseguito il rilievo elettromagnetico sulla piazzola relativa al sondaggio s26a (nuova ubicazione); la nuova ubicazione è stata stabilita in funzione del conseguimento dei permessi di accesso. Per ciascuna piazzola descritta, è stata eseguita una griglia 2,5x2,5m di profili elettromagnetici finalizzata alla ricerca di masse metalliche 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; i certificati delle 15 prove elettromagnetiche sono riportati in appendice del presente elaborato.

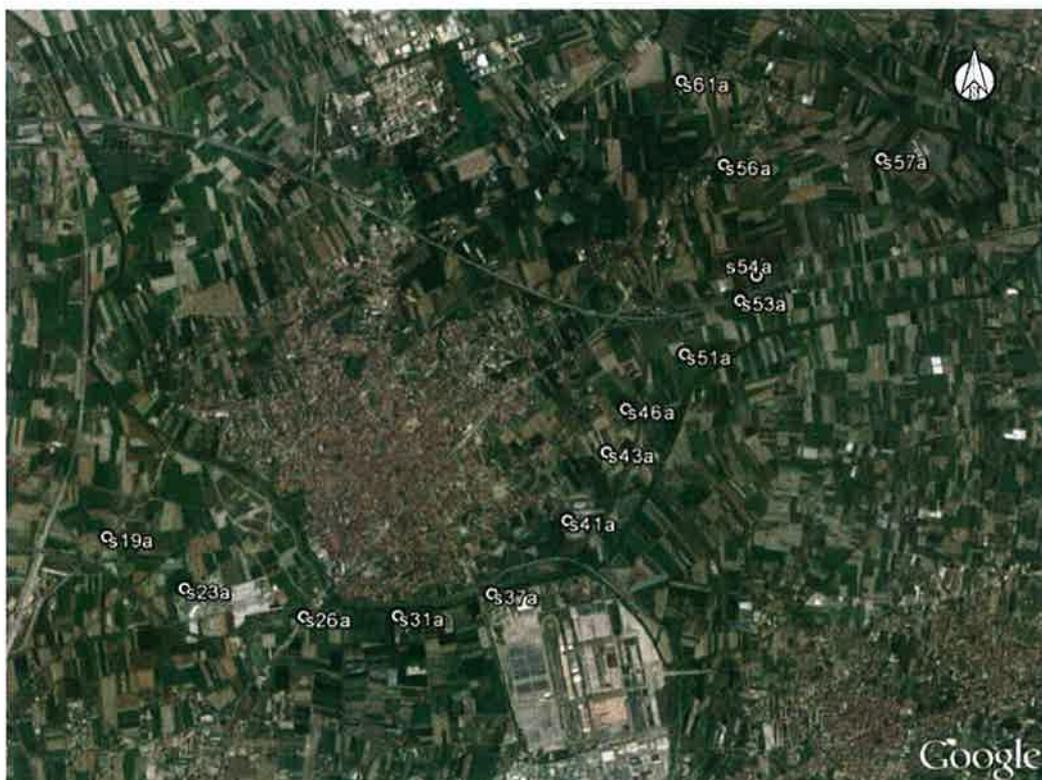


Figura 4.1 – Ubicazione planimetrica dei sondaggi meccanici intorno all'abitato di Acerra (NA), su foto-planimetria di *Google-Earth*.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 7 di 37

I giorni 28 e 29 aprile 2014 sono stati eseguiti due carotaggi sismici down-hole da piano campagna fino alla profondità di 30 metri, all'interno dei fori di sondaggio S23a e S53a, appositamente predisposti. L'ubicazione delle prove è stata riportata in Figura 4.1 su fotoplanimetria derivata da *Google-Earth*.

Complessivamente, sono state quindi eseguite:

- **n°15 postazioni di rilievo elettromagnetico FDEM** con griglia 2,5x2,5m con elettromagnetometro EM34-3 Geonics con intercoil di 10 metri;
- **n°2 carotaggi sismici down-hole** sui fori di sondaggio S23a ed S53a fino alla profondità di 30 metri da piano campagna.



Figura 4.2 – Fasi di esecuzione del rilievo elettromagnetico con strumentazione EM34 Geonics, in corrispondenza della piazzola del sondaggio S53a.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	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, ed operando con 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 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.

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

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

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 9 di 37

5.2 Carotaggi sismici down-hole

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 10⁻³%). Attraverso i valori di velocità di propagazione delle onde P (V_p) e delle onde S (V_{sH}), 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 $E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$
- il coefficiente di Poisson $\nu = 0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1 / \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1$
- il modulo di compressibilità volumetrica $E_v = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2\right)$

dove: ρ = rappresenta la densità del mezzo;

γ = peso di volume (= $\rho \cdot g$)

g = l'accelerazione di gravità ;

ν = è il coefficiente di Poisson.

Le velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi (Sr = 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

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 10 di 37

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 rigidezza del terreno sono quelle di taglio e, subordinatamente, le onde di superficie. 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.

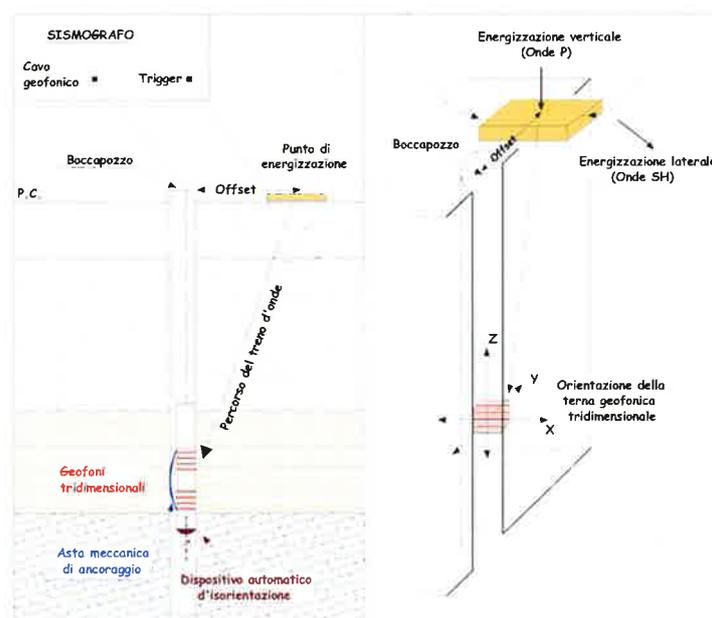


Figura 5.1 - Rappresentazione schematica di un carotaggio sismico down-hole.

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 5.1). 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 ed S_H) in corrispondenza della verticale di misura.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 11 di 37

Per generare 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, (Figura 5.2).



Figura 5.2 – Il geofono da foro tridimensionale Geostuff all'interno del foro di sondaggio ed il dispositivo di energizzazione utilizzato per la generazione delle onde S nella prova down-hole S23a.

Come sistema di ricezione è stata utilizzata una sonda meccanizzata (geofono da foro Geostuff) 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 15 Hz 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

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 12 di 37

memoria di massa dinamica a 24 bit. Le prove si sono sviluppate 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 2,5 metri 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.
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.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 13 di 37

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 acquisiti (in mmhos/m), 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; i certificati delle quattro piazzole sono riportati in appendice del presente elaborato.

6.2 Carotaggi sismici down-hole

Nel presente rilievo sono stati impiegati rispettivamente un fondo scala di 1,0 secondi ed un 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 dell'ordine 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.

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 successivamente le velocità intervallari delle onde P ed S_H nel terreno (Figure 6.1 e 6.2).

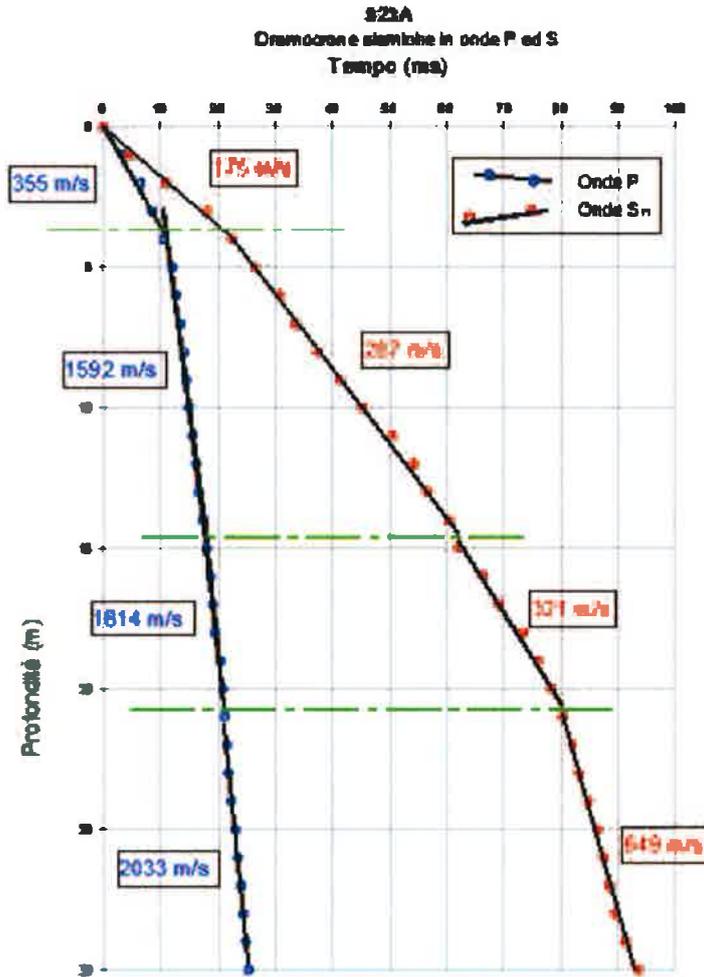


Figura 6.1 – Andamento delle dromocroni per la prova down-hole eseguita nel foro di sondaggio S23a , nel Comune di Afragola. V_p e V_s rappresentano, rispettivamente, le velocità delle onde P e delle onde S_H , in metri al secondo, nei tratti con andamento omogeneo delle dromocroni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 15 di 37

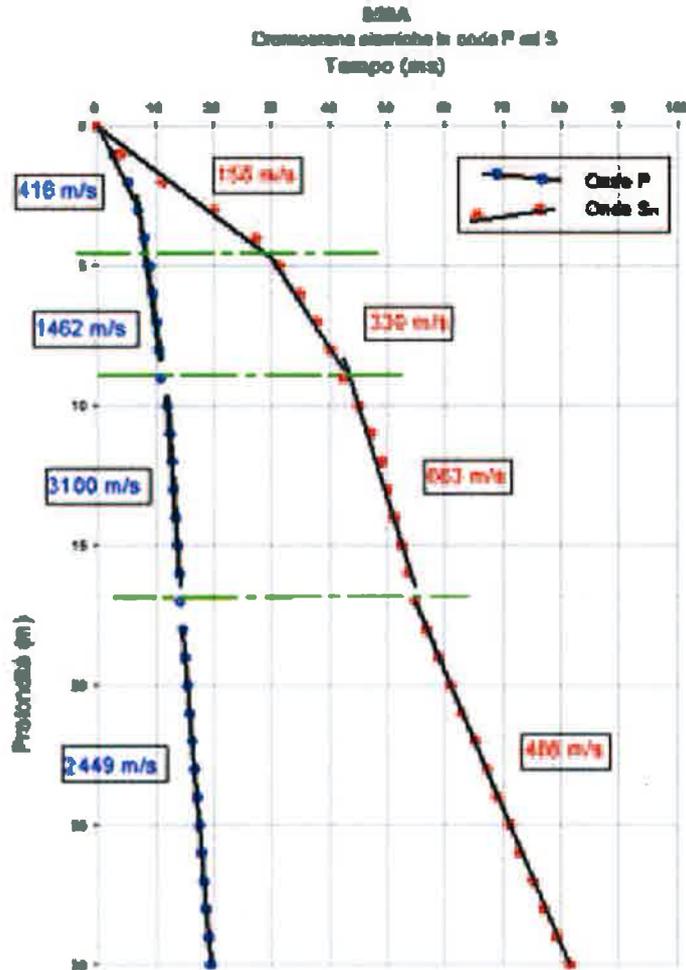


Figura 6.2 – Andamento delle dromocrona per la prova down-hole eseguita nel foro di sondaggio S53a , nel Comune di Acerra. V_p e V_s rappresentano, rispettivamente, le velocità delle onde P e delle onde S_H , in metri al secondo, nei tratti con andamento omogeneo delle dromocrona.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 16 di 37

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°4 piazzole con maglia di misure 2,5x2,5m. Le carte di conducibilità elettrica derivate, con apposita scala colorimetrica, sono riportate di seguito (Figura 7.1 e 7.2).

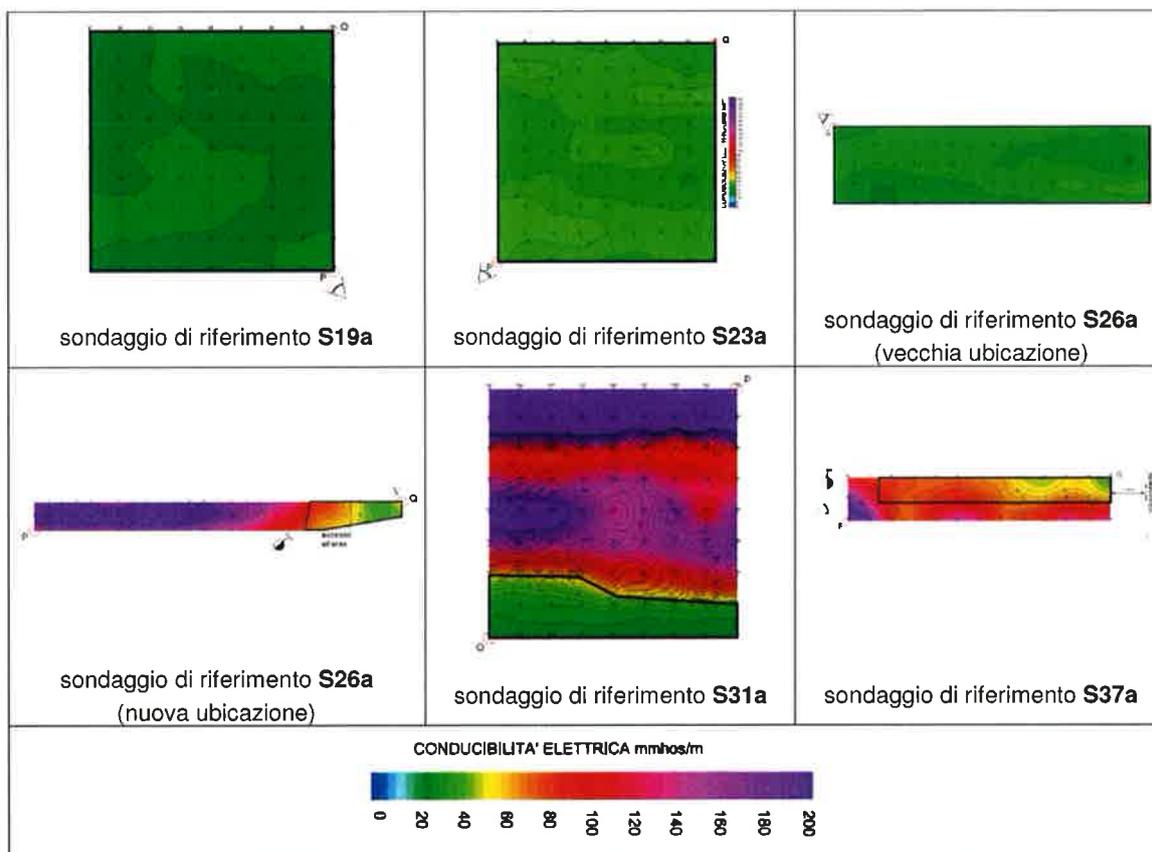


Figura 7.1 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi meccanici S19a, S23a, S26a (vecchia ubicazione), S26a (nuova ubicazione), S31a, S37a.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A

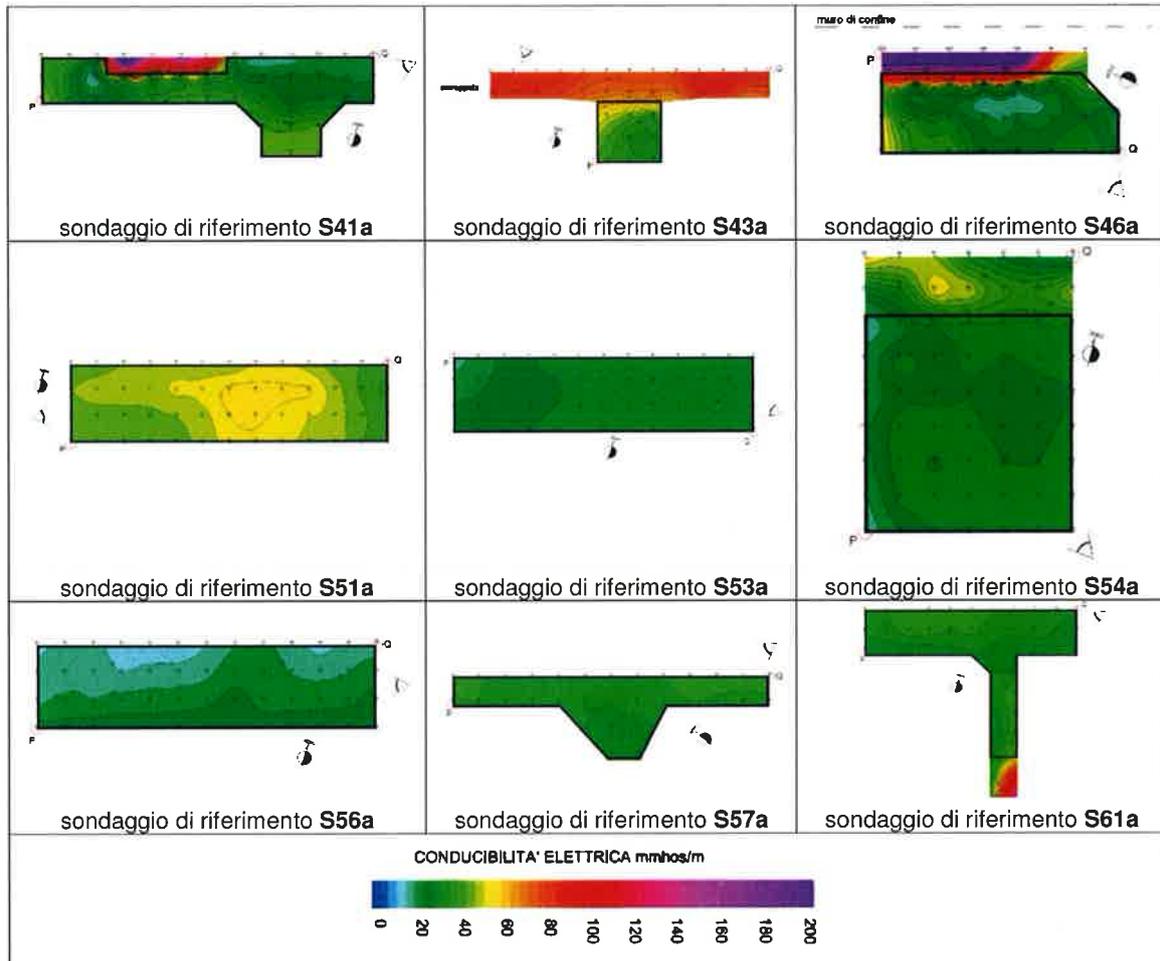


Figura 7.2 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi meccanici S41a, S43a, S46a, S51a, S53a, S54a, S56a, S57a, S61a.

Le mappe elaborate con metodologia elettromagnetica, hanno messo in risalto le caratteristiche di conducibilità elettrica del terreno nei primi 5 metri di suolo. Per ogni piazzola è stata evidenziata, con un soprassegno poligonale, l'area sgombra da eventuali masse metalliche sepolte, secondo un criterio interpretativo basato sui valori assoluti di conducibilità, ed in relazione alle linee di gradiente.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 18 di 37

7.2 Carotaggio sismico down-hole S23a

Il carotaggio sismico down-hole ha permesso di definire i parametri meccanici dei litotipi in merito al comportamento registrato per le onde di volume P e per le onde polarizzate S_H .

La tabella seguente mostra i valori dei moduli elasto-dinamici calcolati per i tratti omogenei.

Profondità m (da - a)	Spessore m	Densità (kN/m^3)	V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m^2)	young (kN/m^2)	bulk (kN/m^2)
--------------------------	---------------	-------------------------	--------------	-----------------	---------	---------------------------------	-----------------------	----------------------

0.0	4.0	4.0	19.5	355	175	0.34	6.09E+04	1.63E+05	1.69E+05
4.0	15.0	11.0	20.0	1592	267	0.49	1.45E+05	4.32E+05	4.97E+06
15.0	21.0	6.0	20.5	1814	321	0.48	2.15E+05	6.39E+05	6.59E+06
21.0	30.0	9.0	21.0	2033	649	0.44	9.02E+05	2.60E+06	7.65E+06

Con il carotaggio sismico down-hole, è stato caratterizzato il sottosuolo definendo il modello di distribuzione della velocità delle onde polarizzate di taglio S_H , nei primi 30 metri di suolo, utile ai fini della caratterizzazione meccanica del terreno secondo la normativa antisismica vigente.

Calcolo del V_{s30} nei primi 30 metri di suolo

profondità metri da p.c.		velocità onde S (m/s)
0.0	4.0	175
4.0	15.0	267
15.0	21.0	321
21.0	30.0	649

valore $V_{s30} = 311 \text{ m/s}$

Il carotaggio sismico down-hole eseguito nel foro di sondaggio S23a, evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa vigente, in **classe C**.

7.3 Carotaggio sismico down-hole S53a

Il carotaggio sismico down-hole ha permesso di definire i parametri meccanici dei litotipi in merito al comportamento registrato per le onde di volume P e per le onde polarizzate S_H .

La tabella seguente mostra i valori dei moduli elasto-dinamici calcolati per i tratti omogenei.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A

Profondità m (da - a)	Spessore m	Densità (kN/m ³)	V _P m/s	V _{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
--------------------------	---------------	---------------------------------	-----------------------	------------------------	---------	---	-------------------------------	------------------------------

0.0	3.0	3.0	19.5	416	158	0.42	4.96E+04	1.41E+05	2.78E+05
3.0	9.0	6.0	20.0	1462	330	0.47	2.22E+05	6.54E+05	4.06E+06
9.0	17.0	8.0	20.5	3100	663	0.48	9.19E+05	2.71E+06	1.89E+07
17.0	30.0	13.0	21.0	2448	486	0.48	5.06E+05	1.50E+06	1.22E+07

Con il carotaggio sismico down-hole, è stato caratterizzato il sottosuolo definendo il modello di distribuzione della velocità delle onde polarizzate di taglio S_H, nei primi 30 metri di suolo, utile ai fini della caratterizzazione meccanica del terreno secondo la normativa antisismica vigente.

Calcolo del V_{s30} nei primi 30 metri di suolo

profondità metri da p.c.		velocità onde S (m/s)
0.0	3.0	158
3.0	9.0	330
9.0	17.0	663
17.0	30.0	486

valore **V_{s30} = 395 m/s**

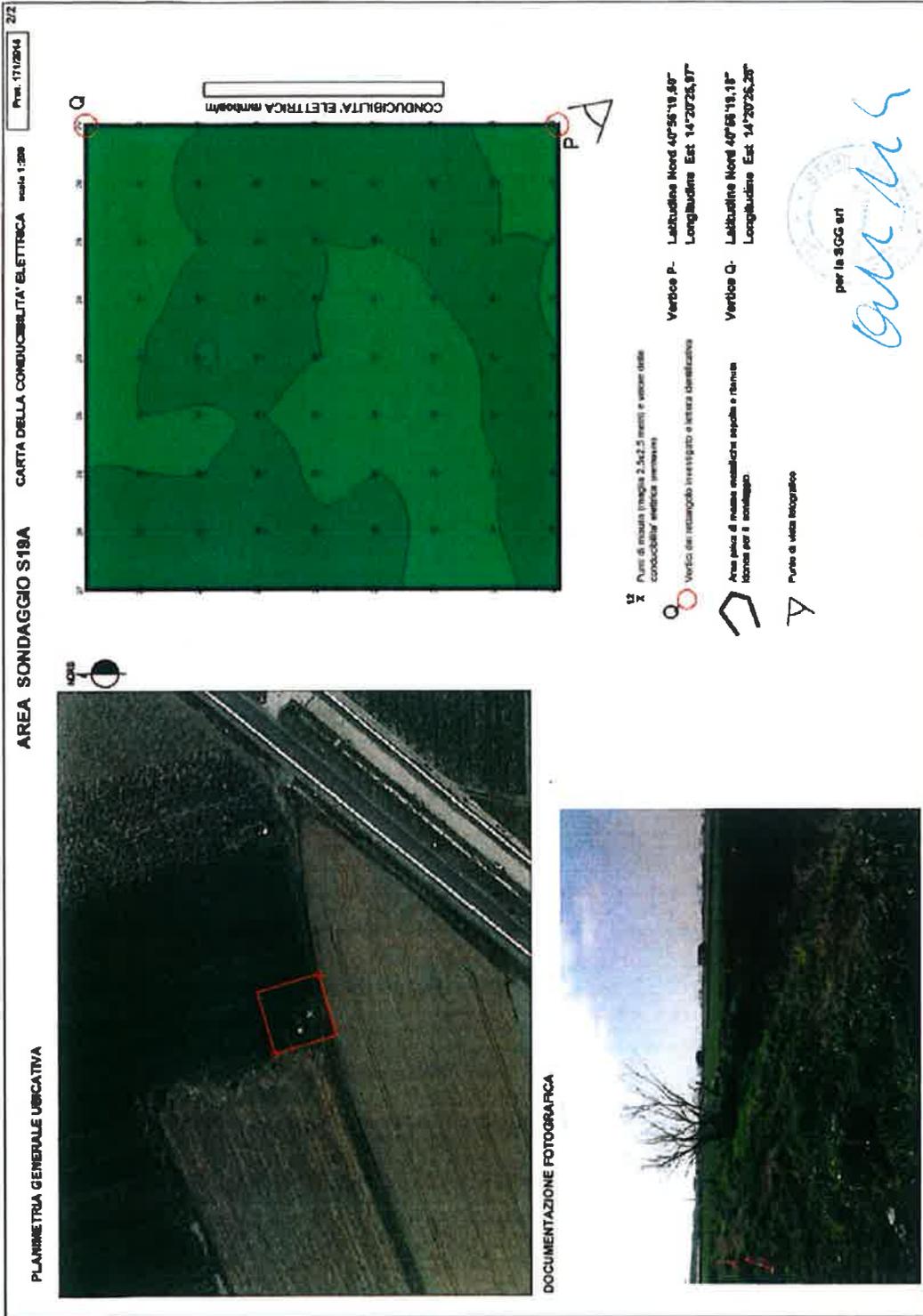
Il carotaggio sismico down-hole eseguito nel foro di sondaggio S53a, evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa vigente, in **classe B**.

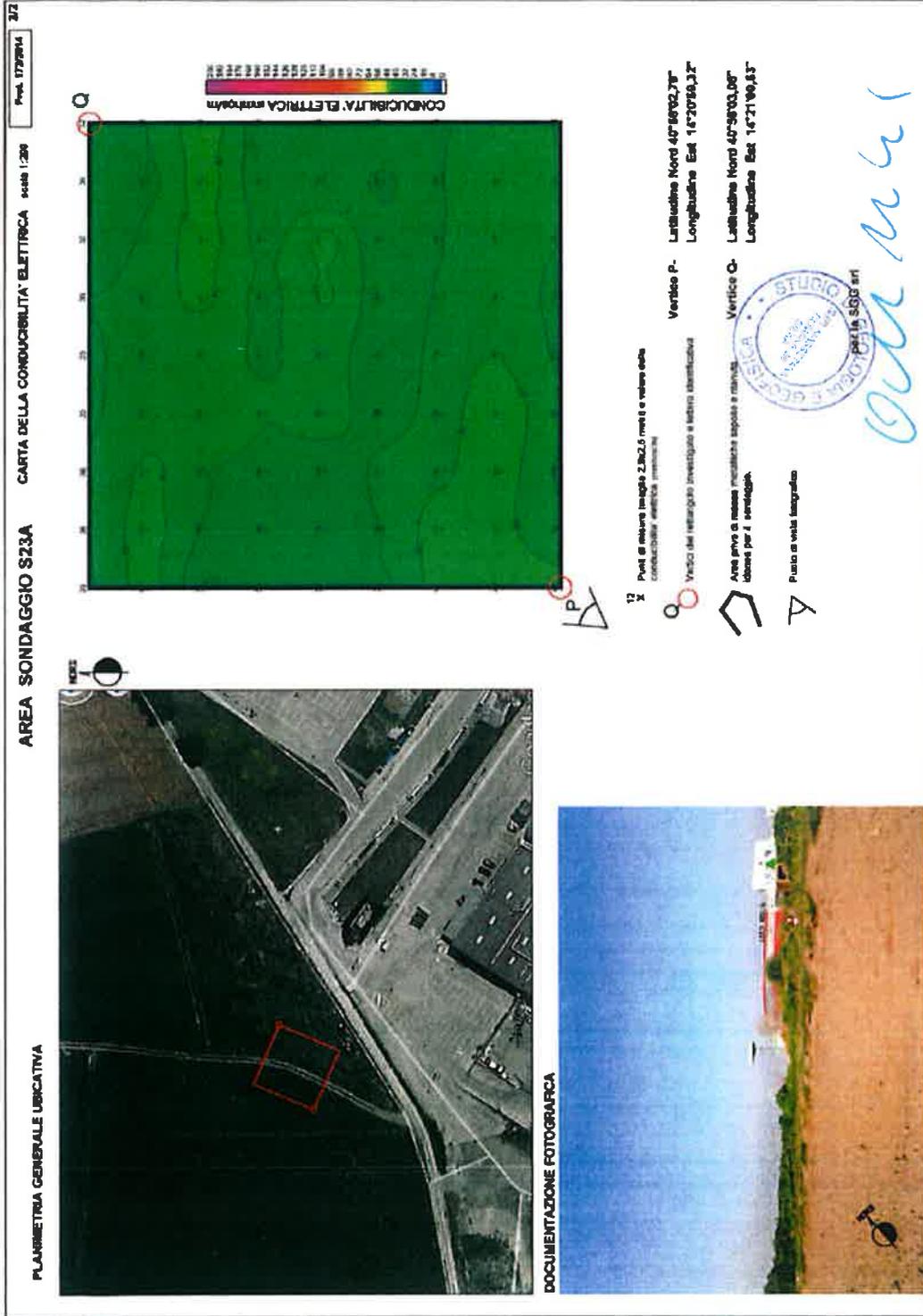
Dr. Geol. Antonio Maria Baldi

	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 20 di 37

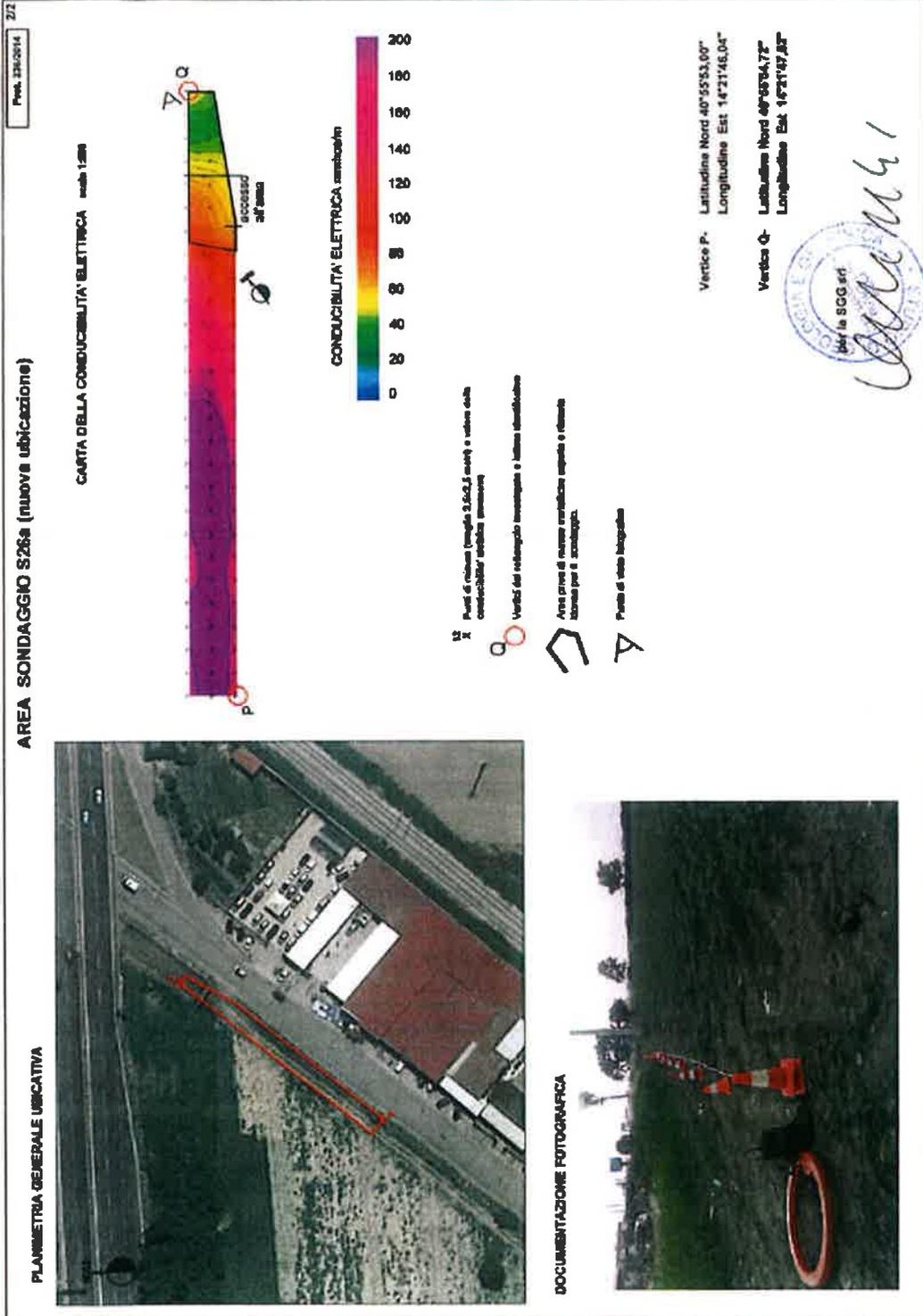
APPENDICE:

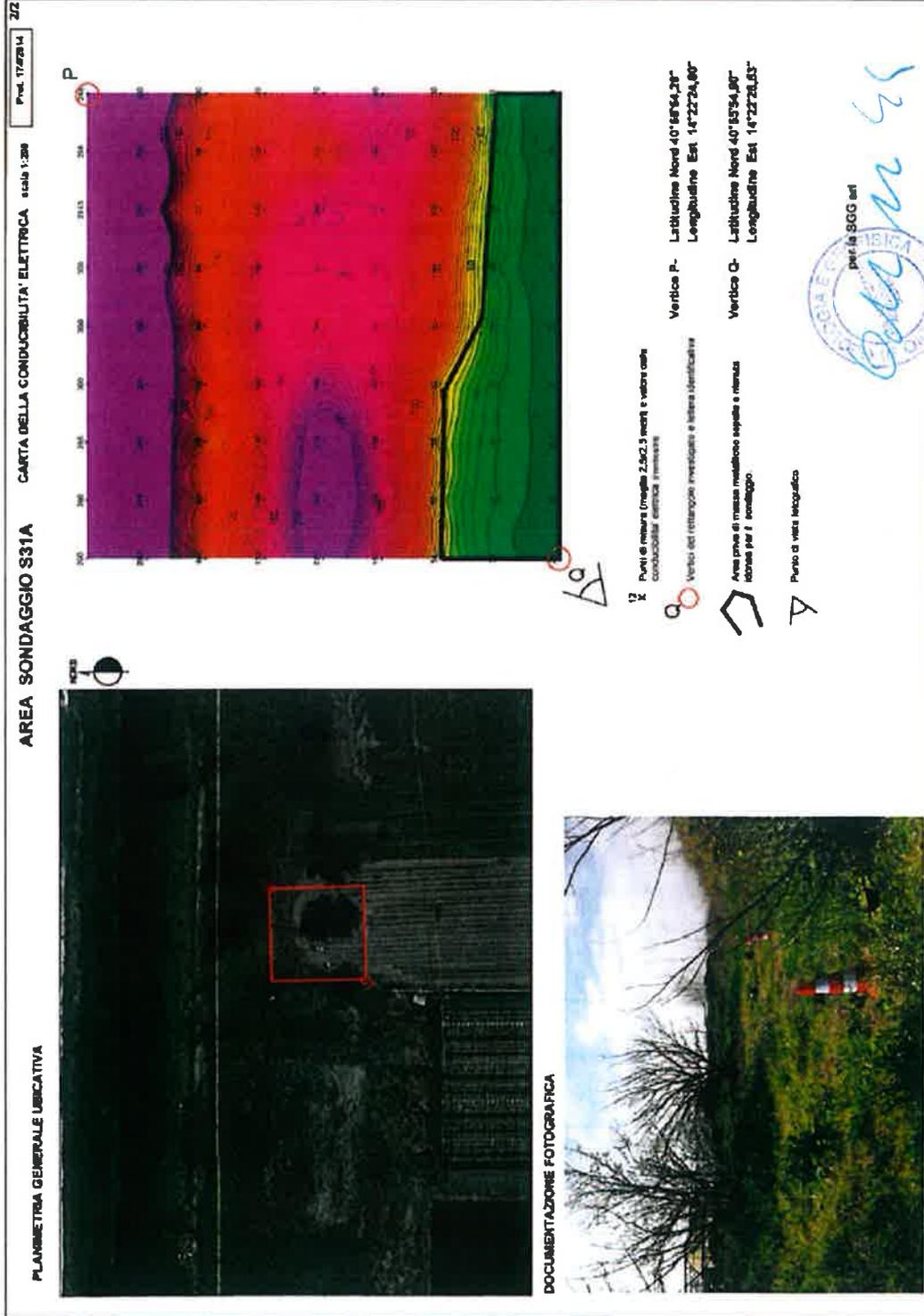
Carte di conducibilità elettrica

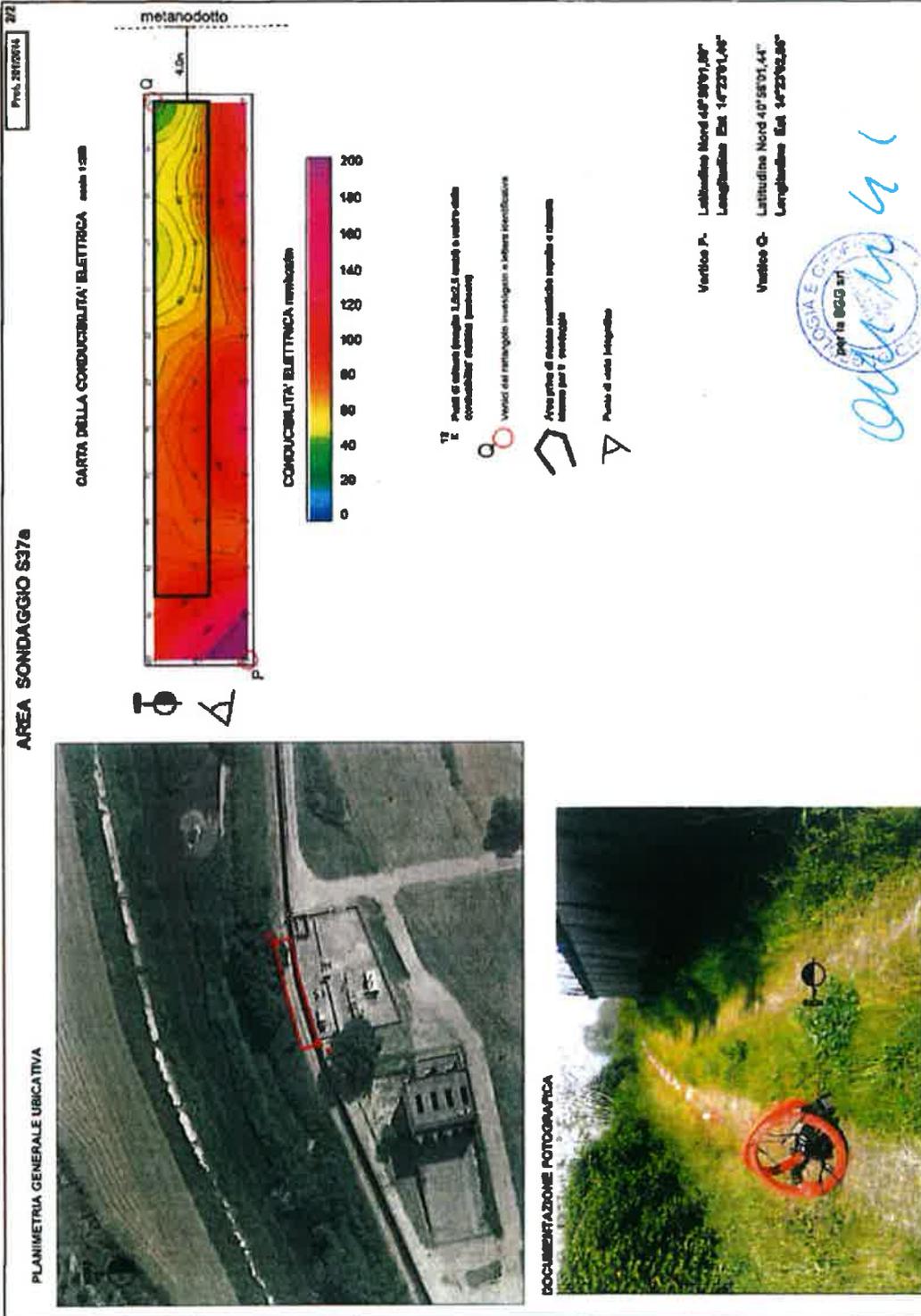












AREA SONDAGGIO 341a

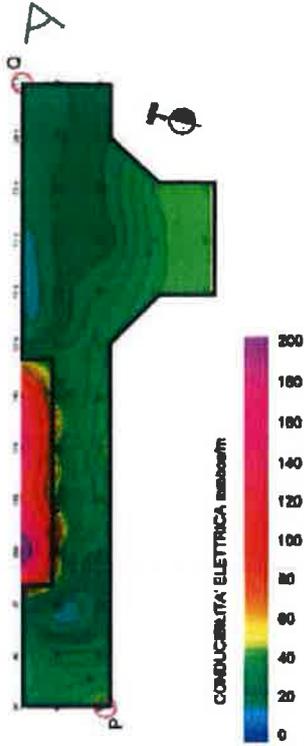
PLANIMETRIA GENERALE URBANISTICA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA



12 X Punt. di misura (segna 2.000.000 metri e valore della conducibilità elettrica (mS/m))

○ Vercio del rettangolo investigato a vertice identificato

▲ Area presa in esame (contorno topografico o rettilineo idoneo per il sondaggio)

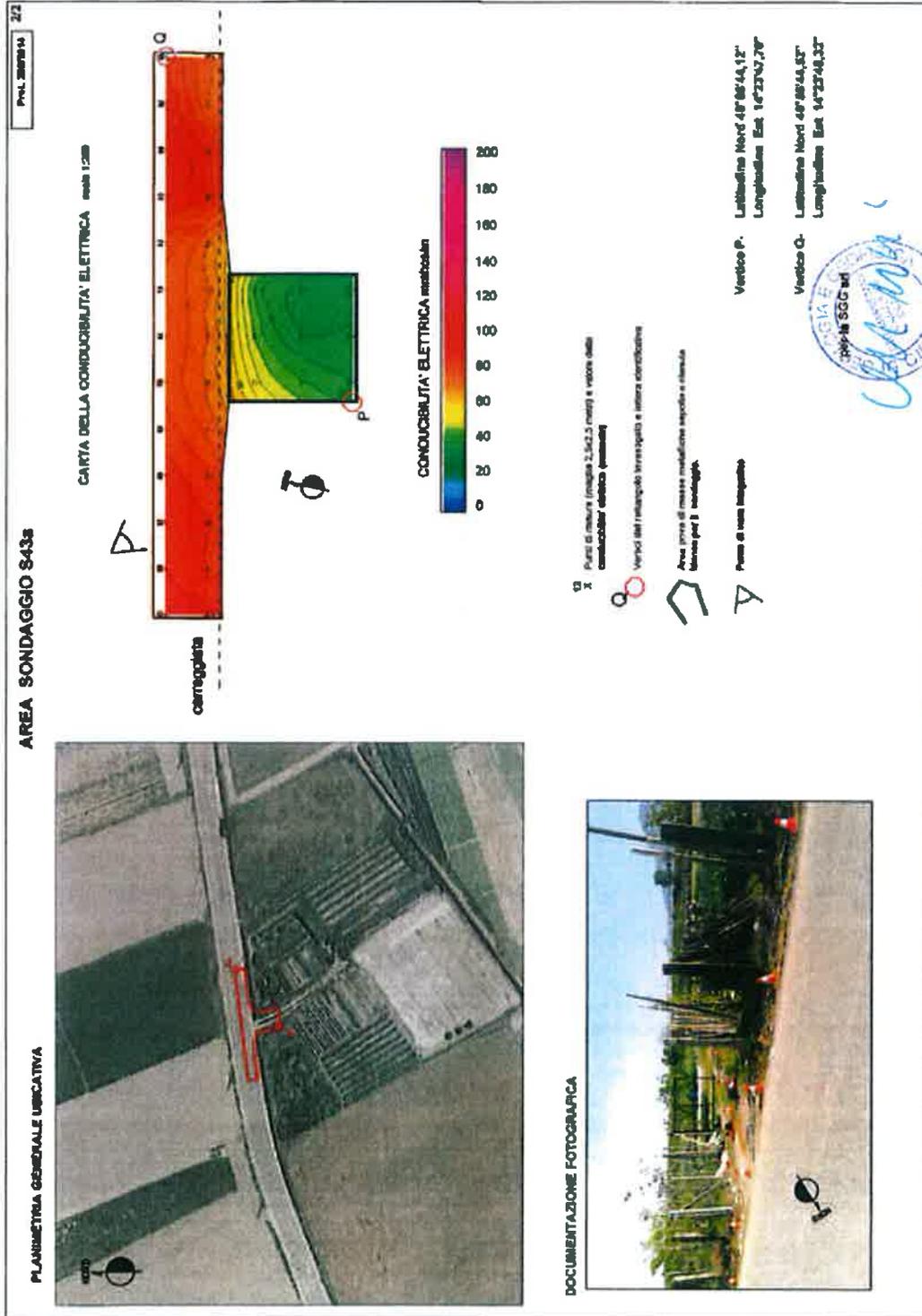
▲ Punto di presa topografica

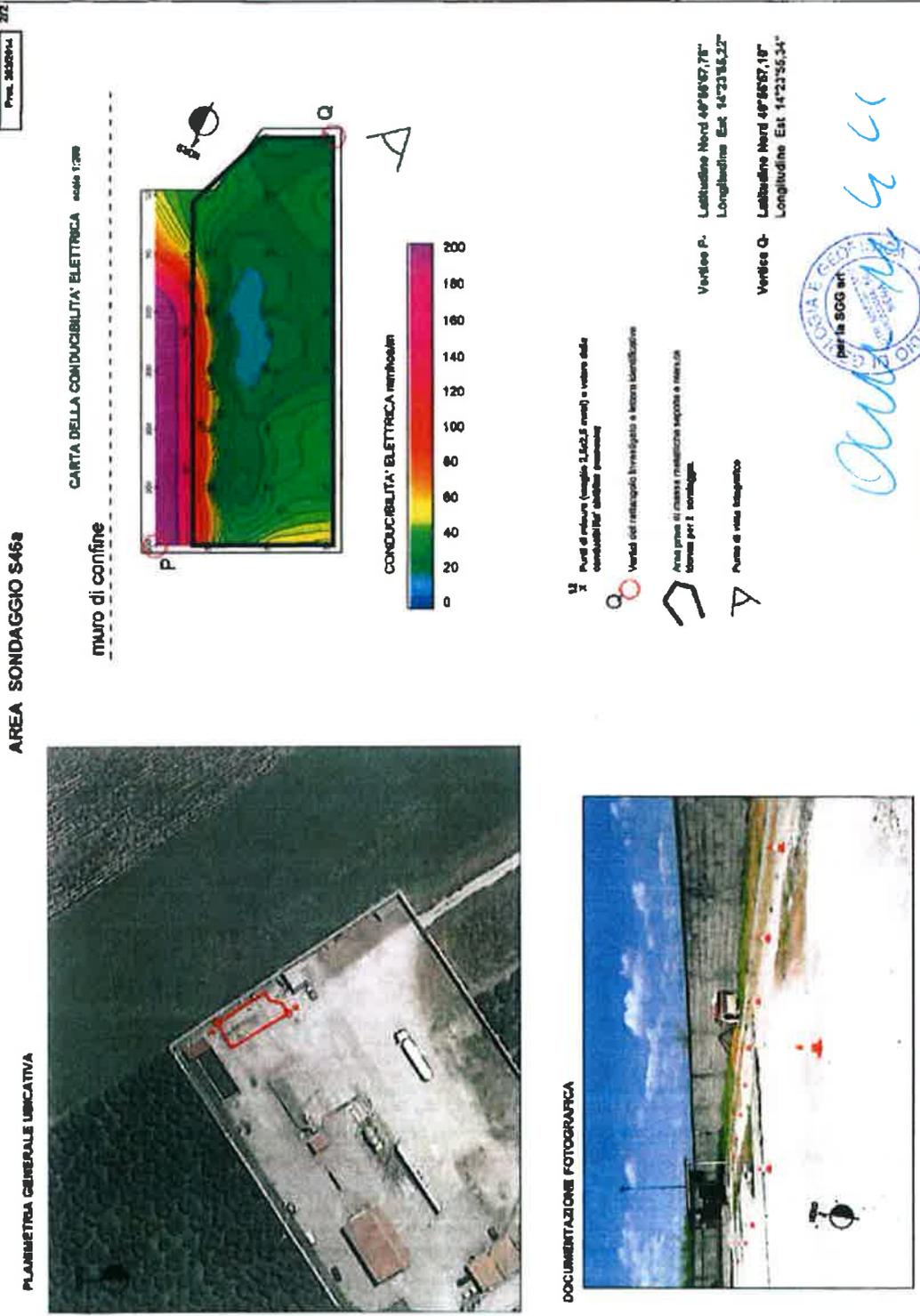
Vertice P: Latitudine Nord 49°59'22,45"
Longitudine Est 14°20'21,72"

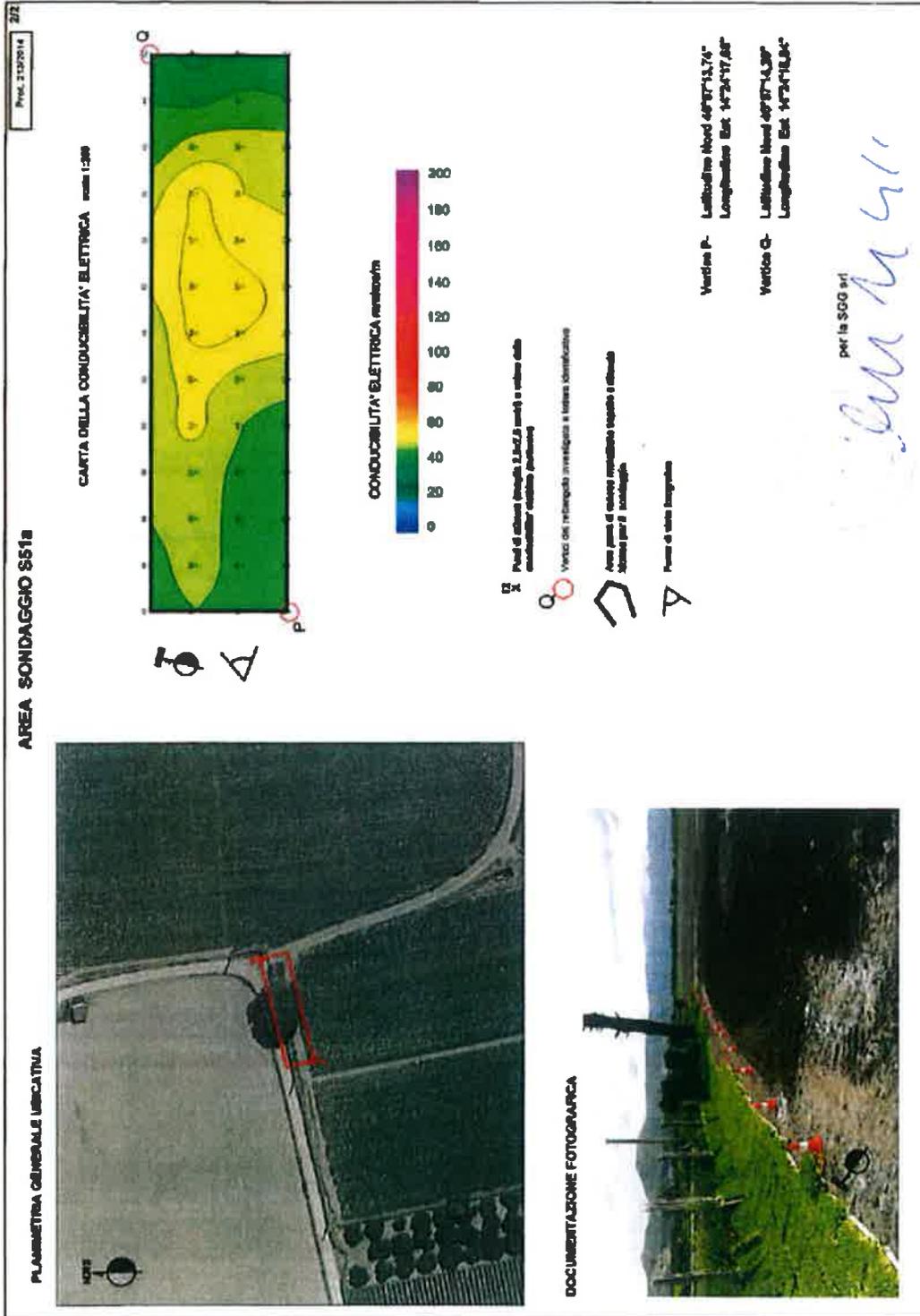
Vertice Q: Latitudine Nord 49°59'23,09"
Longitudine Est 14°20'22,82"

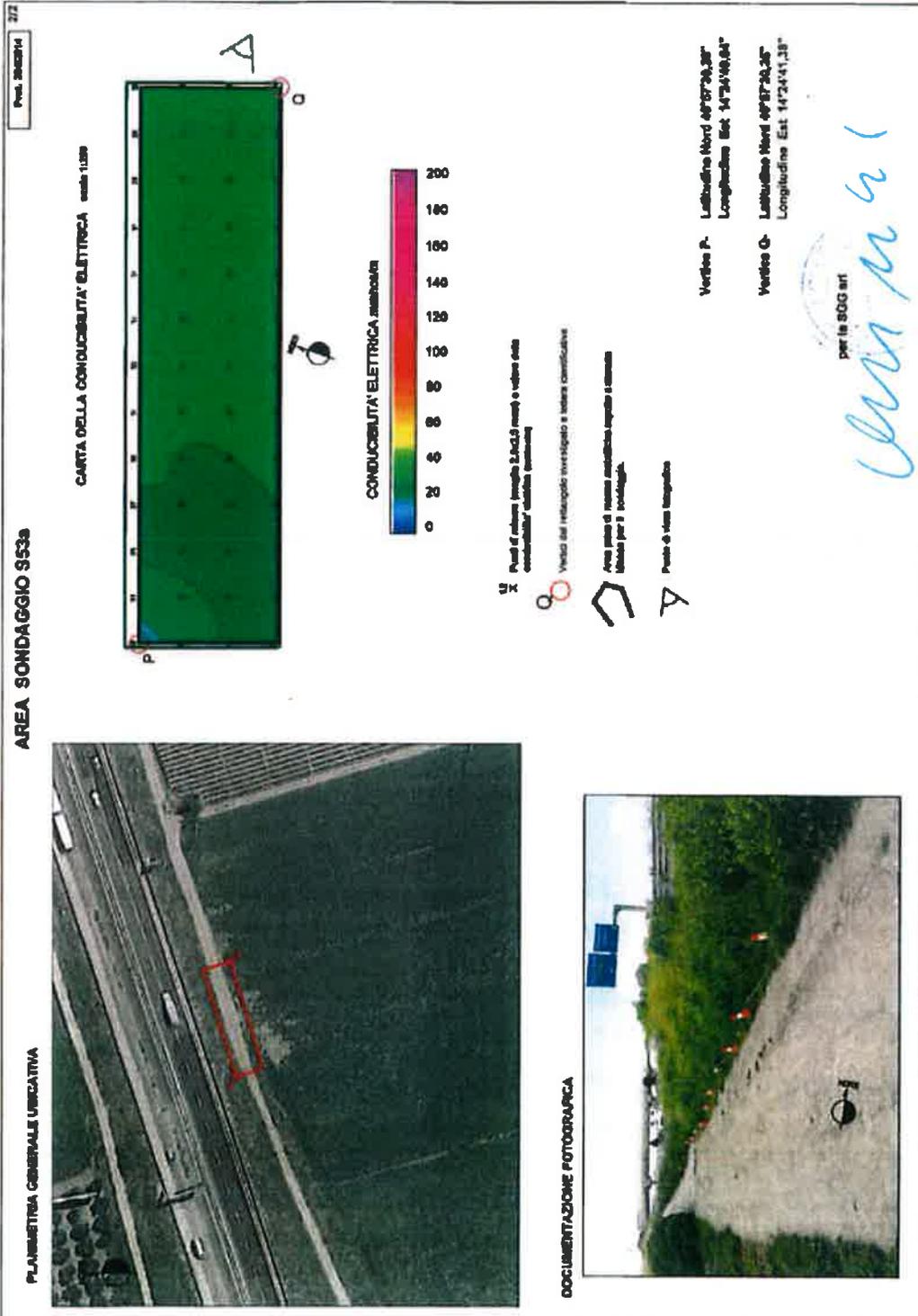
per la SOG art

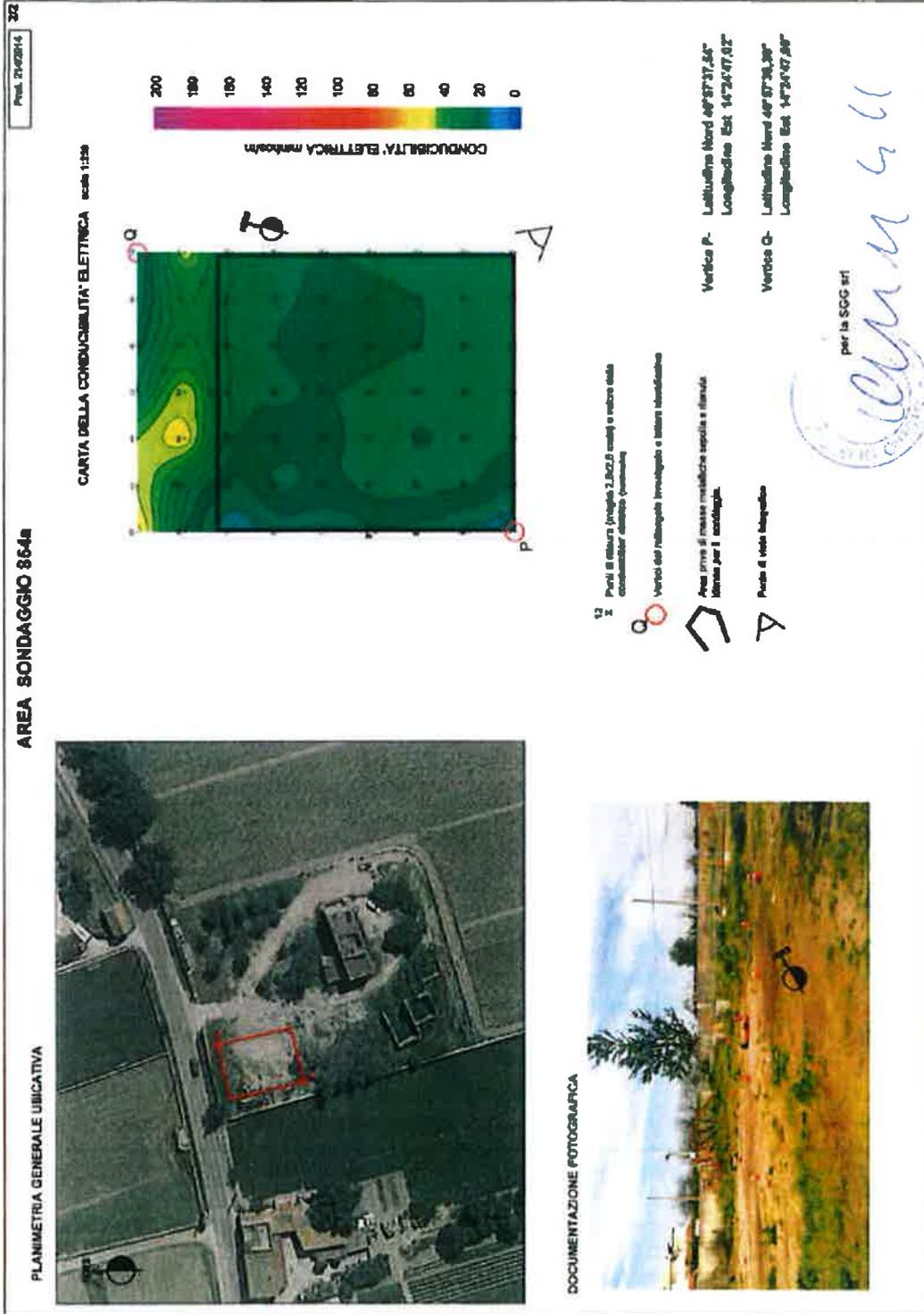
W.M.C.C.I.

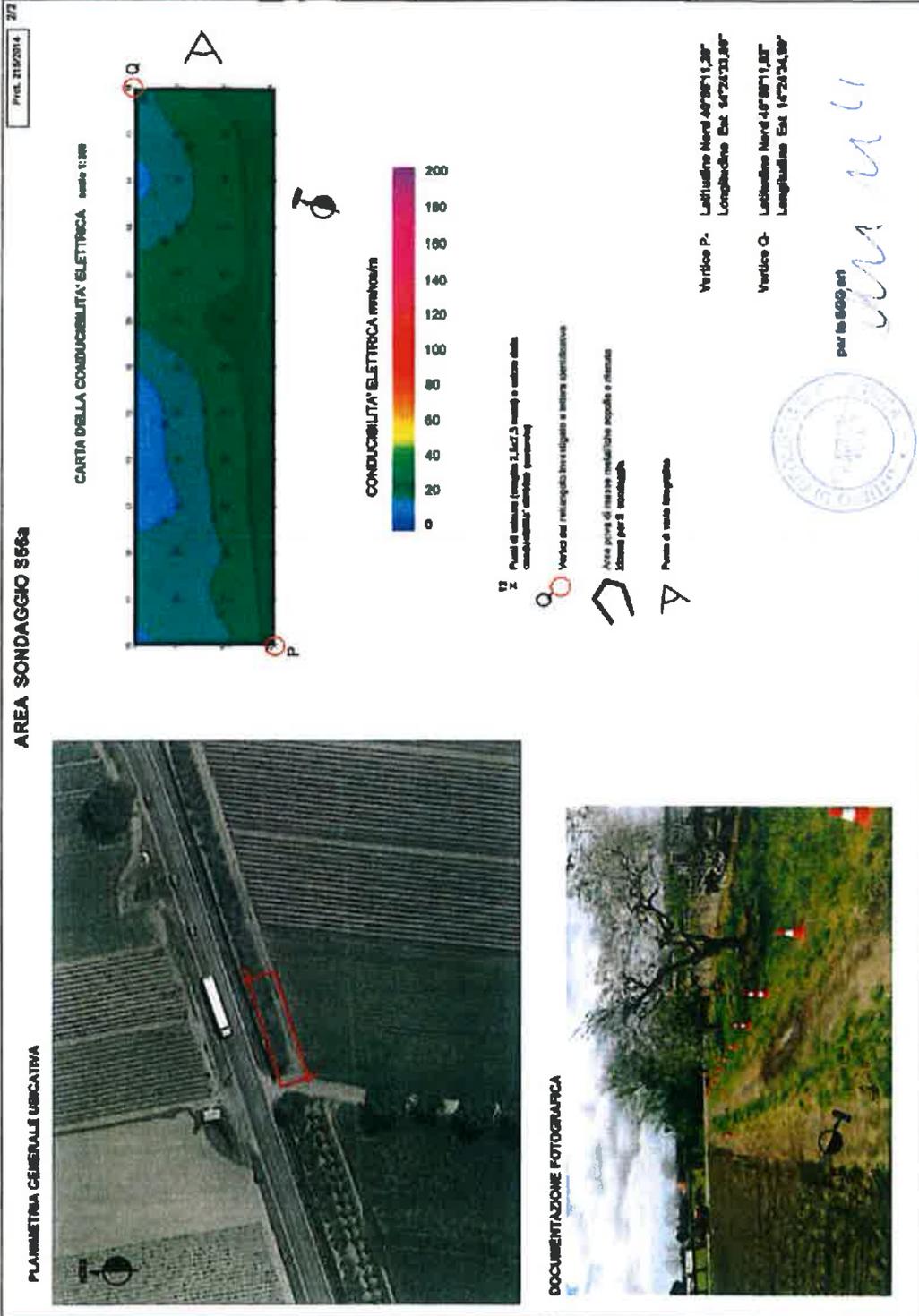










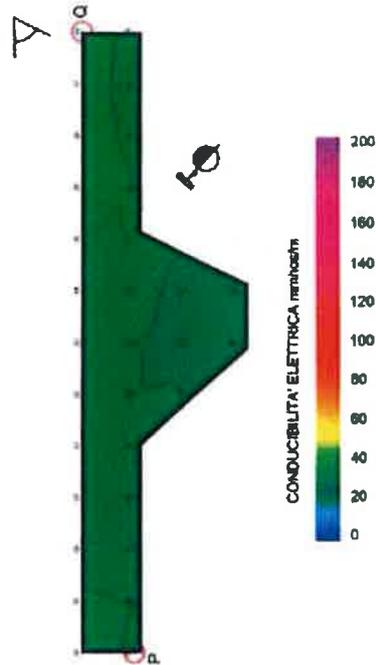


AREA SONDAGGIO S67a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA scala 1:250



12 Punti di misura (retangolo 2,5x2,5 metri) e rettilineo della conducibilità per sezione ferroviaria

Verici del rettangolo investigato e misura identificative

Area piano di misura resistivo spinta o rimosa intorno per il sondaggio

Punto di vista fotografico

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



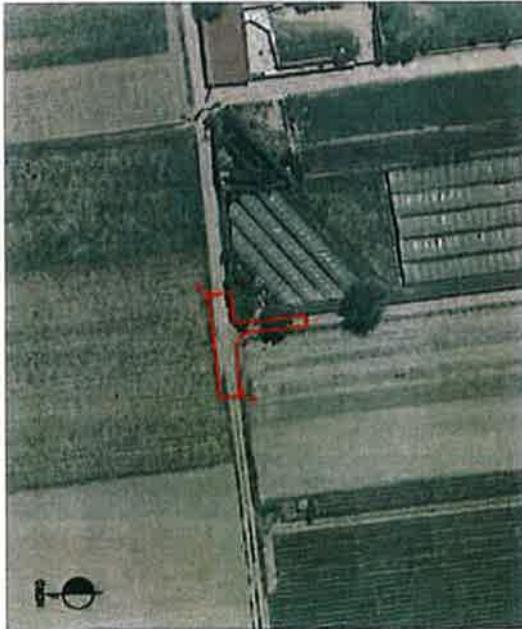
Vertice P- Latitudine Nord 40°58'13,70"
Longitudine Est 14°26'34,18"

Vertice Q- Latitudine Nord 40°58'13,80"
Longitudine Est 14°26'37,50"



AREA SONDAGGIO S61a

PIANIMETRIA GENERALE UBICATIVA

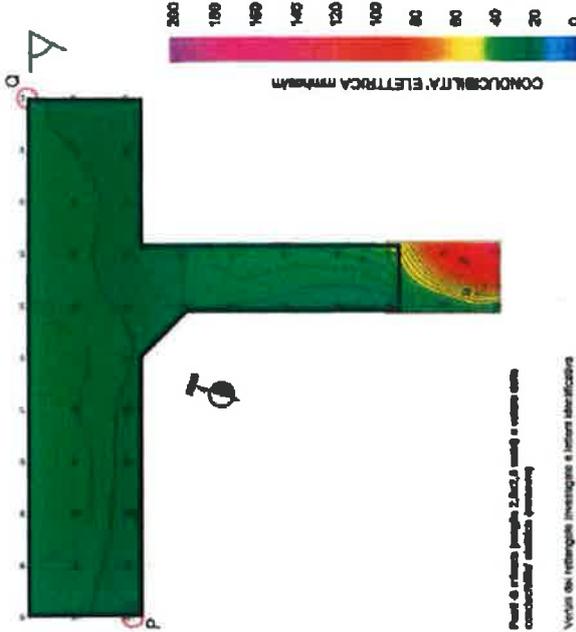


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prov. 2070864 207

CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA scala 1:500



- 11 Punt. di misura lungo 2.A.C.S. (vedi a volume con conduttività elettrica (sensory))
- 12 Vertice del rettangolo investigato e lettura identificativa
- 13 Area parte di ricerca conduttibile rispetto a volume (vedi per il sondaggio)
- 14 Punto di vista fotografico

Vertice P. Latitudine Nord 49°58'36,92"
Longitudine Est 14°24'16,68"

Vertice Q. Latitudine Nord 49°58'37,18"
Longitudine Est 14°24'17,70"



per la SOG. srl

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A

Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S23A

Di seguito si riporta la tabella con il valore dei tempi d'arrivo (in millisecondi) sperimentali e corretti sulla verticale, in funzione della profondità di indagine (in metri da piano campagna).

depth (meter)	correct P-time (milliseconds)	correct S _H -time (milliseconds)	sperimental P-time (milliseconds)	sperimental S _H -time (milliseconds)
1	0.0	0.0	0	0.0
2	3.4	4.6	10.6	14.5
3	6.4	11.0	11.6	19.9
4	8.6	18.1	12.2	25.6
5	10.5	22.6	13.1	28.2
6	11.9	26.6	13.9	31.0
7	12.6	30.6	14.1	34.2
8	13.5	33.5	14.7	36.5
9	14.0	37.5	15.0	40.0
10	14.4	41.3	15.2	43.5
11	14.9	45.3	15.6	47.3
12	15.4	50.6	16.0	52.4
13	16.1	54.2	16.6	55.9
14	16.7	56.6	17.1	58.1
15	17.3	60.2	17.7	61.6
16	17.9	62.0	18.3	63.2
17	18.6	66.2	18.9	67.4
18	18.9	69.1	19.2	70.2
19	19.5	73.4	19.8	74.4
20	20.3	76.0	20.6	76.9
21	20.8	78.3	21.0	79.2
22	21.1	80.3	21.3	81.1
23	21.5	81.8	21.7	82.6
24	21.7	83.4	21.9	84.1
25	22.3	84.9	22.5	85.6
26	22.9	86.5	23.1	87.1
27	23.4	88.0	23.6	88.6
28	24.1	89.5	24.2	90.1
29	24.5	91.1	24.6	91.6
30	24.9	92.6	25.0	93.1

Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S53A

Di seguito si riporta la tabella con il valore dei tempi d'arrivo (in millisecondi) sperimentali e corretti sulla verticale, in funzione della profondità di indagine (in metri da piano campagna).

depth (meter)	correct P-time (milliseconds)	correct S _H -time (milliseconds)	sperimental P-time (milliseconds)	sperimental S _H -time (milliseconds)
1	0.0	0.0	0	0.0
2	2.6	4.0	8.3	12.6
3	5.2	11.4	9.3	20.5
4	6.9	20.2	9.7	28.5
5	8.1	27.4	10.1	34.2
6	8.9	31.3	10.4	36.5
7	9.6	34.9	10.7	39.0
8	10.2	37.9	11.1	41.2
9	10.5	40.1	11.2	42.8
10	10.9	42.4	11.5	44.7
11	12.0	45.0	12.5	47.0
12	12.4	47.2	12.9	48.9
13	12.8	49.0	13.2	50.5
14	13.1	50.1	13.4	51.4
15	13.5	51.2	13.8	52.4
16	13.7	52.4	14.0	53.4
17	14.1	53.7	14.3	54.6
18	14.2	54.8	14.4	55.6
19	14.6	56.7	14.8	57.5
20	15.0	58.7	15.2	59.4
21	15.4	60.9	15.6	61.6
22	15.8	62.9	16.0	63.5
23	16.2	65.2	16.4	65.8
24	16.7	67.4	16.8	68.0
25	17.1	69.1	17.2	69.6
26	17.5	71.3	17.6	71.8
27	17.9	72.9	18.0	73.4
28	18.3	75.2	18.4	75.7
29	18.7	77.2	18.8	77.6
30	19.1	79.4	19.2	79.8