



**Procedimento di Valutazione Impatto Ambientale ex art. 23 D.Lgs. 152/2006
e Autorizzazione Unica ex art. 12 D.Lgs. 387/2003**

**Progetto Parco Solare Fotovoltaico
Calapricello
Comune di Taranto (TA)**

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

REDATTO DA / WRITTEN BY

Dott. Geol. Gianfranco Moro

APPROVATO DA / APPROVED BY

Ing. Ph.D. Marco Giannettoni

REVISIONE		N°	DATA/DATE
Prima emissione		00	Luglio 2022

SOMMARIO

1	DESCRIZIONE DELLE OPERE DEGLI INTERVENTI.....	4
2	DESCRIZIONE DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE.....	4
3	NORME DI RIFERIMENTO.....	10
4	ANALISI FISICA DEL SITO.....	12
	4.1 GEOMORFOLOGIA.....	12
	4.2 GEOLOGIA E LITOLOGIA.....	13
5	INDAGINE GEOGNOSTICA.....	19
6	QUADRO IDROGEOLOGICO.....	29
7	INDAGINE SISMICA.....	30
8	PROFILI SISMICI.....	32
9	CONCLUSIONI.....	37

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Ortofoto con l'area dell'impianto nel contesto territoriale (Fonte: Google Satellite).....	12
Figura 2 - Stralcio carta geologica.....	14
Figura 3 - Stralcio carta geologica di dettaglio.....	15
Figura 4 - Ubicazione sito Area B.....	16
Figura 5 - Stralcio carta geologica Area B.....	17
Figura 6 - Stralcio carta geologica di dettaglio Area B.....	18
Figura 7 - Ubicazione indagini geognostiche effettuate nell'area di interesse.....	20
Figura 8 - Fase indagini geognostiche effettuate in sito.....	21
Figura 9 - Successione stratigrafica interpretata.....	22
Figura 10 - Sezione 1.....	23
Figura 11 - Sezione 2.....	23
Figura 12 - Sezione 3.....	24
Figura 13 - Sezione 4.....	24
Figura 14 - Sezione 5.....	25
Figura 15 - Sezione 6.....	25

<i>Figura 16 - Sezione 7.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 17 - Sezione 8.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 18 - Sezione 9.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 19 - Sezione 10.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 20 - Sezione 11.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 21 - Sezione 12.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 37 - Geometria di acquisizione del rilievo sismico tomografico a rifrazione: geofoni: 1, 2,....., 12; punti di energizzazione S1, S2, S3.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 38 - Fase indagini geognostiche stesa sismica effettuata in sito: fase di acquisizione del rilievo sismico.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 39 - a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 40 - Modello di distribuzione delle velocità Vp e Vs a varie profondità.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 41 - Modello di distribuzione della densità di massa a varie profondità.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 42 - Modello di distribuzione della coesione a varie profondità.....</i>	<i>36</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1.1 - Riferimenti tecnici.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 1.2 - Strumentazione utilizzata.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 2.1 - Classificazione sismica Provincia di Taranto.....</i>	<i>10</i>

1 DESCRIZIONE DELLE OPERE DEGLI INTERVENTI

Su incarico della Committenza **REN.152 SRL** è stata eseguita un'indagine geologica e idrogeologica al fine di accertare la natura e la consistenza dei terreni su quali è previsto la realizzazione di parco solare fotovoltaico. **L'area oggetto di indagine è sita in località Calapricello nell'agro del comune di Taranto di seguito definita Area A**

2 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE

Lo studio dell'area è stato compiuto sulla scorta di indagini dirette ed indirette costituite da:

- indagine geologica – geotecnica con rilevamento degli aspetti morfologici dell'area circostante;
- indagine geognostica non distruttiva MASW.

L'indagine MASW (multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo delle velocità delle onde di taglio verticali Vs basandosi sulla misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo più importante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato, come possono essere i terreni oggetto di interesse, le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè caratterizzate da diverse lunghezze d'onda che si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più esterna di suolo, mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi forniscono informazioni circa gli strati più profondi del suolo.

- indagine geognostica non distruttiva indiretta di supporto utilizzando tecnologia georadar (G.P.R.), nonché elaborazione dati e stesura del rapporto conclusivo.

Tale relazione riporta la descrizione della successione stratigrafica rilevata nonché la caratterizzazione litologica supportata da indagine specifica.

Gli accertamenti eseguiti hanno lo scopo di acquisire dati utili alla caratterizzazione degli strati in relazione alla stesura di relazione geologica - geotecnica e all'individuazione di zone di debolezza e cavità all'interno della successione stratigrafica, nonché alla individuazione di strutture che possano interferire e/o inficiare l'opera esistente.

La tecnologia utilizzata per tali indagini consiste in un georadar (G.P.R.).

NORMA	AMBITO	TITOLO
ASTM 2002	Modalità d'uso del GPR.	American Society for testing Materials (ASTM) "Standard D6432-99 Standard Guide for Using the surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation".
CEI 306 – 8/2004	Impiego del GPR.	"Impiego del radar per introspezione del suolo per prospezioni preliminari ad opere di posa di servizi ed infrastrutture sotterranee".
RC/C18	Certificazione del personale nelle Prove non distruttive.	Regolamento RINA per la "Certificazione del personale nelle Prove non distruttive".
UNI EN 473:2008	Prove non distruttive	Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive - Principi generali.
D.M. 17 01 2018	Costruzioni nuove ed esistenti	Norme Tecniche per le Costruzioni – Capitolo 12 – Riferimenti Tecnici.
ISO 9712 Third edition – 2005	Non-destructive testing	Qualification and certification of personnel.
ISO 9712 Third edition – 2012	Non-destructive testing	Qualification and certification of personnel.
Personale responsabile ai Controlli Non Distruttivi (CND).		
Attività svolta:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Rilevamento.	Interpretazione.
Certificato di:	2° livello¹ di operatore CND (Controlli Non Distruttivi).	
<i>Certificate:</i>	Level 2 Certificate of NDT Operator.	
N° di Certificato:	14VE00597PO4 rinnovo n.4153-CIV-1-R	
<i>Number of Certificate:</i>		
Operatore:	MORO Gianfranco (Geologo).	
<i>Operator:</i>		
Metodo:	Georadar.	
<i>In the method:</i>	Ground Penetration Radar.	
Campi di applicazione:	Prove semidistruttive e non distruttive, su strutture in calcestruzzo, calcestruzzo armato e precompresso, muratura.	
<i>For the application fields:</i>	Semi-destructive tests on concrete, reinforced concrete, prestressed concrete, masonry structures.	

<u>Emesso il:</u>	27 maggio 2014.	
<u>Issued on:</u>	2014 may 27.	
<u>Valido fino a:</u>	27 maggio 2019. Rinnovo fino al giugno 2024	
<u>Valid until:</u>	2019 may 27. Rin. 2024june 10	
<u>Ente certificatore:</u>	RINA Services S.p.A. e rinnovo BUREAU VERITAS	certificata ACCREDIA.
<u>Certification body:</u>		
<u>Norma di riferimento:</u>	Regolamento RINA, revisione vigente, stilato in base alla normativa UNI EN ISO 9712:2012. Rinnovo BUREAU VERITAS	
<u>Reference Standard:</u>		

Tabella 2.1 - Riferimenti tecnici

Note: – i livelli di operatore di CND (Controlli Non Distruttivi):

- 1° livello – abilitato ad utilizzare la strumentazione, ma non ad analizzare i dati raccolti;**
- 2° livello – abilitato ad utilizzare la strumentazione e ad analizzare i dati raccolti;**
- 3° livello – istruttore ed esaminatore.**

Il radar geologico utilizza la riflessione delle onde elettromagnetiche per l'esplorazione degli strati superficiali del sottosuolo; in funzione delle caratteristiche elettromagnetiche del mezzo, l'impulso si propaga per essere parzialmente riflesso in corrispondenza di interfacce di separazione tra due mezzi aventi differenti comportamenti. Una antenna emittente manda nel sottosuolo impulsi di energia elettromagnetica di brevissima durata. Le onde riflesse sono captate tramite un'antenna ricevente, amplificate, elaborate e trasformate in corrente elettrica trasferite ad un monitor che permette la visualizzazione delle litologie attraversate dagli impulsi elettromagnetici.

Nella redazione di tale indagine si sono seguite:

- le norme guida indicate dalla ASTM 2002 e successive modifiche ed integrazioni redatte dall' American Society for Testing Materials "Standard D6432-99 Standard Guide for Using the surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation";

- norma di riferimento CEI 306 – 8/2004 “Impiego del radar per introspezione del suolo per prospezioni preliminari ad opere di posa di servizi ed infrastrutture sotterranee”.
- Regolamento RINA RC/C18 Metodologia di II Livello GPR in ragione di cert. 14VE00597PO4 rinnovo n.4153-CIV-1-R in conformità alle norme UNI EN ISO 9712.

L’elaborazione consiste nel leggere le modalità di propagazione e di riflessione delle onde elettromagnetiche registrate, che variano di intensità e/o ampiezza in funzione delle proprietà dielettriche e delle caratteristiche di conduzione elettrica delle litologie attraversate.

Strumentazione utilizzata		
<u>GEORADAR</u>		
<u>Modello:</u>		GSSI (Geophysical Survey Systems, Inc. – SIR 3000.
<u>Numero di Serie:</u>		0419.
<u>Specifiche</u>		
<u>Antenna:</u>		Compatibile con la maggior parte delle antenne GSSI.
<u>Numero di canali:</u>		1 (uno).
<u>Archivio dati:</u>		Memoria interna: Scheda di memoria flash da 2 GB; Porta Flash compatta: accetta schede di memoria fino a 8 GB.
<u>Display:</u>		.
<u>Risoluzione IR:</u>		200 x 150 pixels.
<u>Campo Spettrale:</u>	µm	7,5 ÷ 13 (LW).
<u>Zoom digitale e panoramica/messa a fuoco:</u>		1x – 2x continuo.
<u>I FOV (lente da 25°):</u>	mRad	2.18.
<u>Antenna</u>		
<u>Frequenza:</u>		270 MHz .
<u>Intervallo di profondità:</u>		0 – 6 m.
<u>Modello:</u>		50270S.
<u>Correzione di misura:</u>		regolazione centesimale.



Codificatore di distanza. Antenna da 270 MHz.



Software RADAN. SIR 3000 Controller.

Tabella 2.2 - Strumentazione utilizzata

L'interpretazione e l'apprezzamento di comportamenti elettromagnetici differenti all'interno di una sezione di acquisizione permette di individuare aree in cui le caratteristiche geomeccaniche della successione stratigrafica subiscono apprezzabili variazioni.

Per il rilievo georadar è stata utilizzata antenna emittente/ricevente:

antenna a 270 Mhz per l'indagine ottimale dello strato superficiale, fino ad una profondità ottimale di acquisizione di 5 - 6 metri dal p.c..

Vengono quindi di seguito illustrati i risultati ottenuti dal rilevamento con georadar che consistono:

- 1- relazione particolareggiata sulle strutture e sulle variazioni geomeccaniche, stratigrafiche e morfologiche;
- 2- elaborati grafici e mappatura con ubicazione delle strisciate di acquisizione e restituzione strumentale di sezioni dell'area in oggetto rilevate.

Tutti i valori di profondità delle anomalie rilevate si intendono al top della struttura.

Le misure fornite hanno una tolleranza del 20%.

Di seguito si riporta schematicamente in planimetria le ubicazioni e le tipologie di indagini realizzate.

3 NORME DI RIFERIMENTO

Il rapporto geologico – geomorfologico - geotecnico è redatto in conformità a quanto previsto dal:

- L'O.P.C.M. del 23 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (GU n. 105 del 8-5-2003- Suppl. Ordinario n.72)" hanno determinato una nuova classificazione sismica del territorio italiano. Per quanto riguarda l'area provinciale di Taranto, la nuova situazione è la seguente:

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
16073001	Avetrana	4	4	4
16073002	Carosino	4	4	4
16073003	Castellaneta	4	3	3
16073004	Crispiano	4	3	3
16073005	Faggiano	4	4	4
16073006	Fragagnano	4	4	4
16073007	Ginosa	4	3	3
16073008	Grottaglie	4	4	4
16073009	Laterza	4	3	3
16073010	Leporano	4	4	4
16073011	Lizzano	4	4	4
16073012	Manduria	4	4	4
16073013	Martina Franca	4	4	4
16073014	Maruggio	4	4	4
16073015	Massafra	4	3	3
16073016	Monteiasi	4	4	4
16073017	Montemesola	4	4	4
16073018	Monteparano	4	4	4
16073019	Mottola	4	3	3
16073020	Palagianello	4	3	3
16073021	Palagiano	4	3	3
16073022	Pulsano	4	4	4
16073023	Roccaforzata	4	4	4
16073024	San Giorgio Ionico	4	4	4
16073025	San Marzano di San G.pe	4	4	4
16073026	Sava	4	4	4
16073027	Taranto	4	3	3
16073028	Torricella	4	4	4
16073029	Statte (1)			3

Tabella 3.1 - Classificazione sismica Provincia di Taranto

Dalla quale si evince che al Comune di Taranto (Area A) è stata attribuita la Categoria 3 cioè a moderato rischio sismico, mentre per l'Area B Sava e Manduria sono in Categoria 4 a basso rischio sismico.

- In ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 11 marzo 1988 e successive modifiche ed integrazioni." 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Secondo quanto stabilito da D.M. del 17 gennaio 2018 e N. T. C. entrate in vigore il 22 marzo 2018.
- Secondo quanto stabilito dal D.D. n. 1/2011, di cui al punto 4.2.2 "Istruzioni Tecniche".

La presente relazione viene redatta in ottemperanza a quanto disposto dalla vigente legislazione per le costruzioni in zona sismica (nella fattispecie classe 3 e 4) e conformemente a quanto previsto dalla vigente legge dal D.M. 11 marzo 1988 e succ. mod. "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."

4 ANALISI FISICA DEL SITO

4.1 GEOMORFOLOGIA

Il sito è ubicato nel territorio del comune di Taranto in località Calapricello – Area A (Vedi Cartografia allegata).

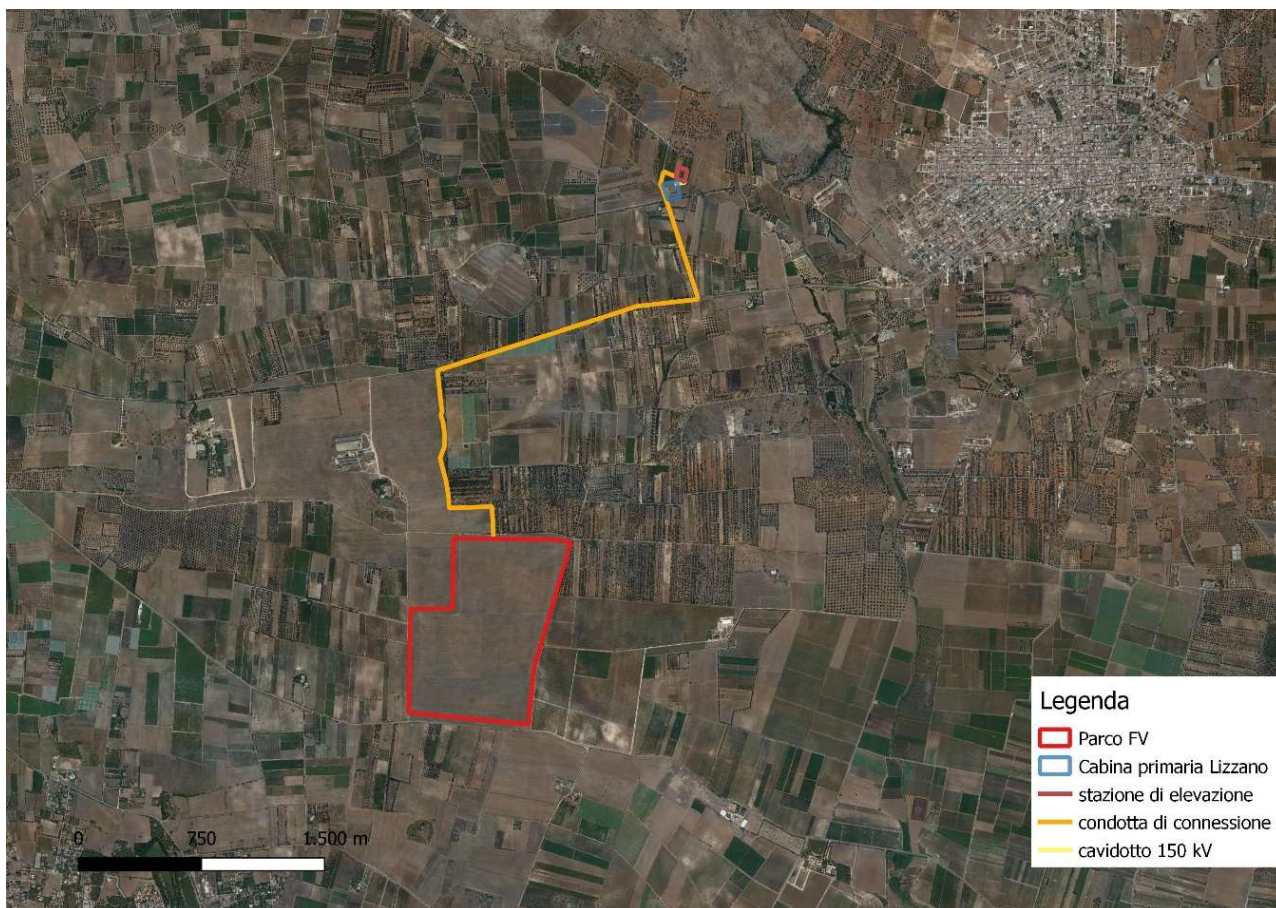


Figura 1 - Ortofoto con l'area dell'impianto nel contesto territoriale (Fonte: Google Satellite)

Sotto il profilo morfologico l'area si inserisce all'interno di un contesto eminentemente costiero con dolci pendenze che convergono in direzione costa in un ambiente antropizzato. L'area di studio è coinvolta in fenomeni di rimaneggiamento superficiale.

Da rilevamento effettuato si evince un livello di litologie e materiali riportati eteropici ed eterogenei di ricoprimento. Dal sopralluogo effettuato nell'area (quota variabile da 19 a 27 m. slm.) non è stata rilevata alcuna traccia di erosione anomala da parte delle acque superficiali.

La zona è costituita da depositi alluvionali più o meno recenti sedimentati e modellati dall'erosione superficiale delle acque e da fenomeni esogeni in generale. Sono di facies per lo più sabbiose – limose, con intercalazioni bio-organogene e livelli sabbioso limosi a cementazione variabile.

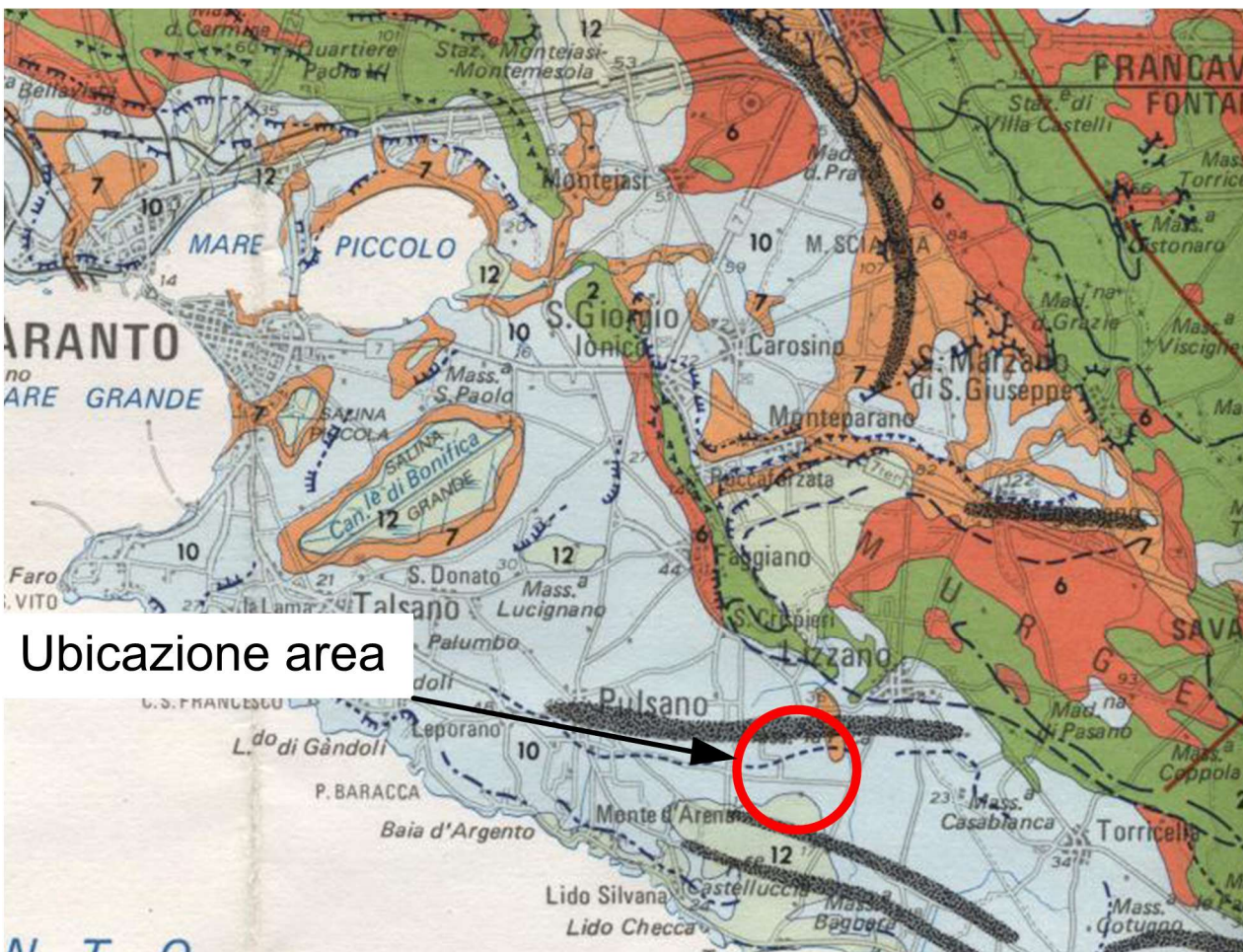
Trattasi in genere di strati metrici, di sabbie, sabbie limose variamente consistenti posti su limi argillosi passanti ad argille compatte nelle quali si imposta lenti o sottili livelli a componente limoso – sabbiosa i quali garantisco un drenaggio delle acque di infiltrazione.

Tali alluvioni si sono sedimentati su terrazzi aventi differenti livelli di impostazione. Sono individuabili nei luoghi limitrofi evidenze di paleoterrazzi soggetti a fenomeni di erosione che hanno impostato diverse linee di paleocosta poste a differenti quote in relazione alle variazioni del livello del mare nel corso del plio – pleistocene. Nello specifico si evidenzia un contesto geomorfologico di tipo retrodunale. Dall'esame dell'assetto morfologico locale, emerge un accettabile grado di stabilità globale, non rilevandosi evidenze di episodi franosi e/o di dissesto che possano comunque subire sfavorevoli evoluzioni a seguito della realizzazione di quanto in oggetto.

4.2 GEOLOGIA E LITOLOGIA

Dal rilevamento geologico si evince che si tratta di un contesto pianeggiante con tenue e dolci degradazioni della superficie. Tenui avvallamenti si alternano a blandi paleo terrazzi e paleo dune, retaggio di un contesto deposizionale costiero – retrodunale.

Nell'area di intervento affiora formazione sedimentaria marina terrazzata, costituita da sabbie a grado di cementazione variabile, di colore bianco – avano, limi sabbiosi grigi e argille verdastre con spessori variabili e rapporti eteropici laterali compatibili alle condizioni di sedimentazione e diagenesi alle quali sono state soggette (***Argille del Bradano denominate in "Argille Subappenniniche"***), sovrapposti a termini calcarenitici – sabbiosi (***Calcarenite di Gravina***) che si impostano su Calcarea cretacea (***Calcarea di Altamura***). Esse appartengono ai depositi marini pleistocenici in facies di sabbie, sabbie limo-argillose di colore dal giallo-ocra al marrone talora con sfumature grigiastre, con sporadici livelli e/o lenti di conglomerati ad elementi generalmente minuti (Figura 2 - Stralcio carta geologica e Figura 3 - Stralcio carta geologica di dettaglio).



Ubicazione area

LEGENDA

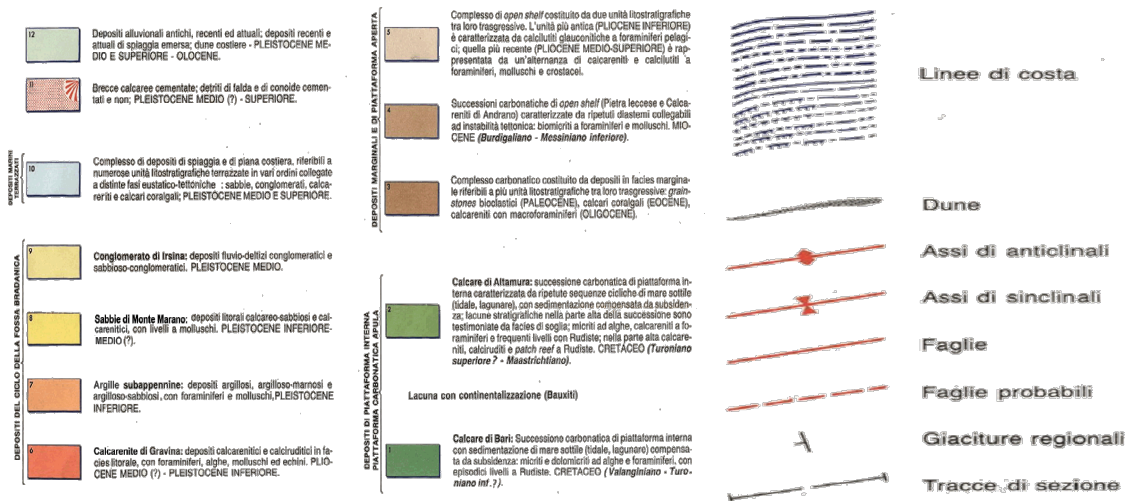


Figura 2 - Stralcio carta geologica

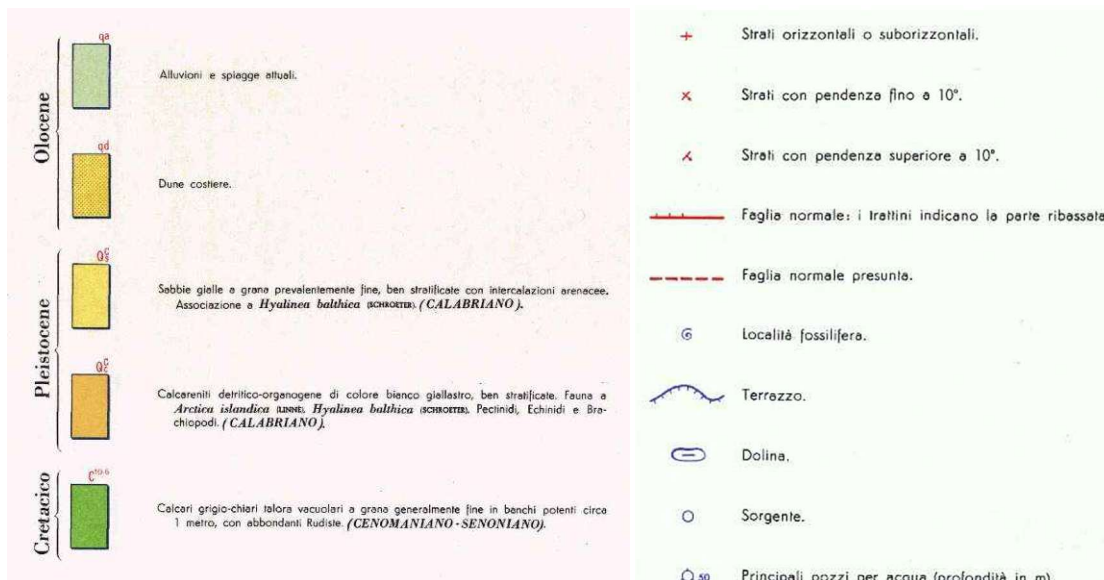
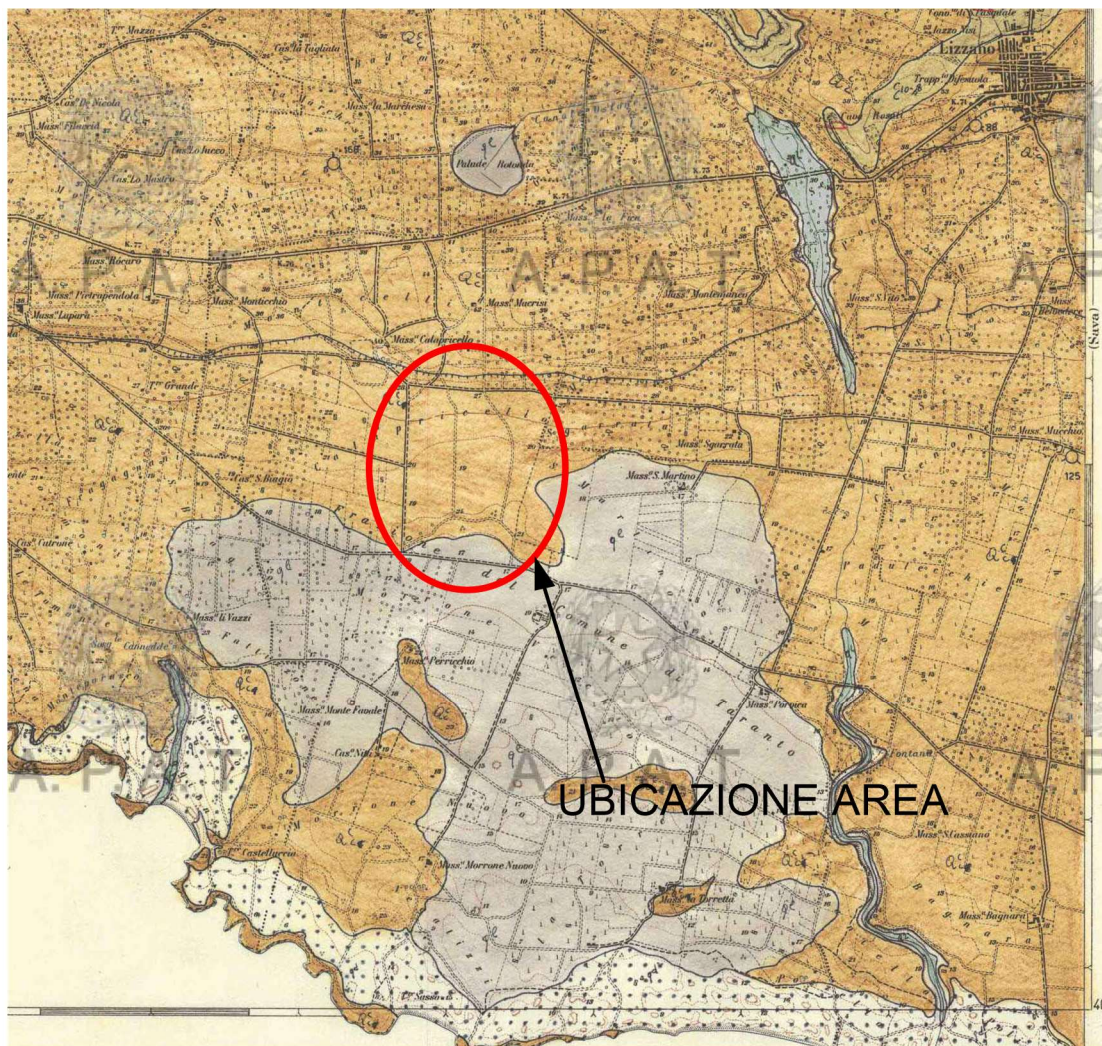


Figura 3 - Stralcio carta geologica di dettaglio

Mentre l'inquadramento della Area B riguardante il potenziamento della linea AT 150 kV RTN "Lizzano-Manduria" che è un intervento richiesto da Terna e che prevede oltre alla sostituzione dei cavi anche lo spostamento di 6 tralicci al fine di evitare emissioni elettromagnetiche verso ricettori sensibili.

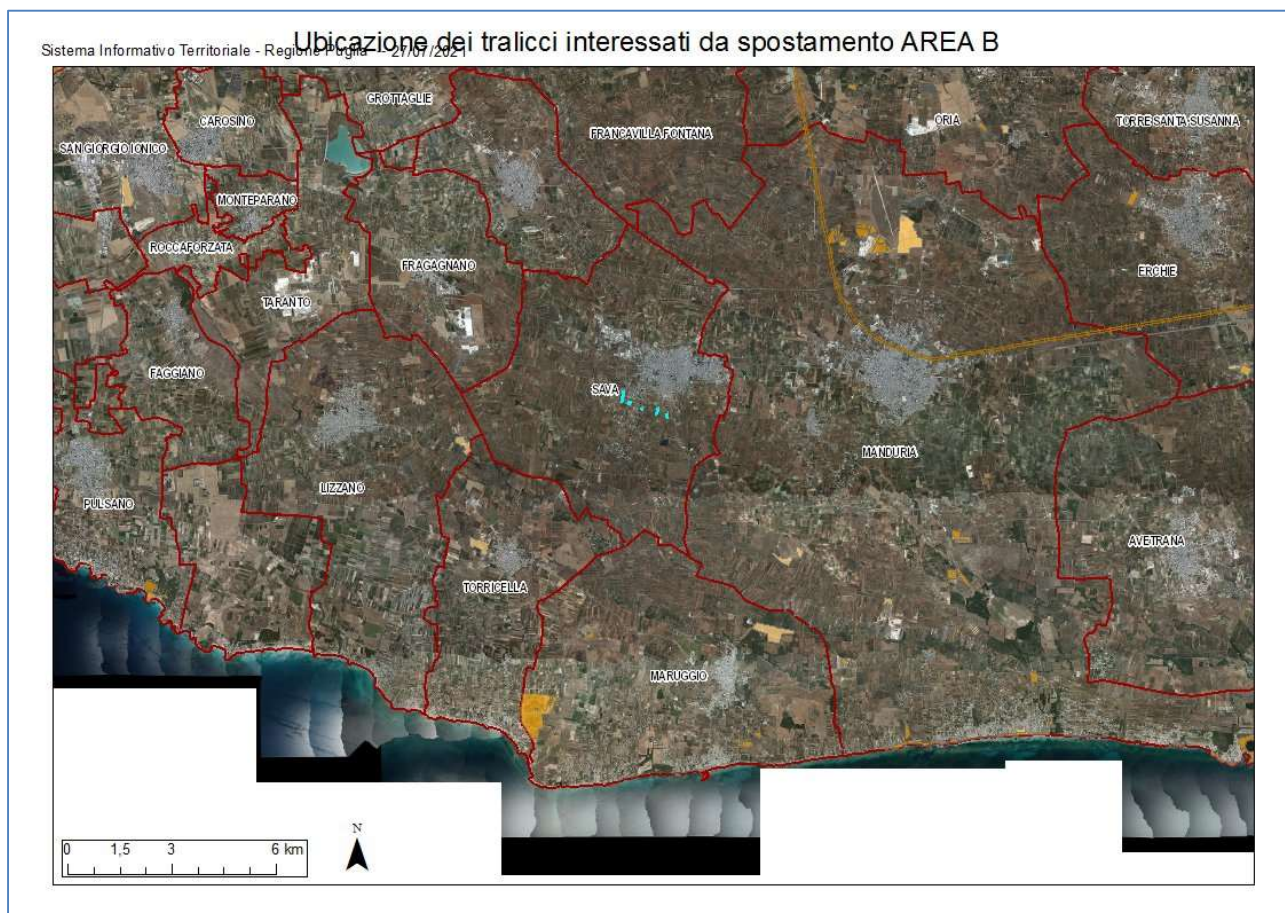


Figura 4 - Ubicazione sito Area B

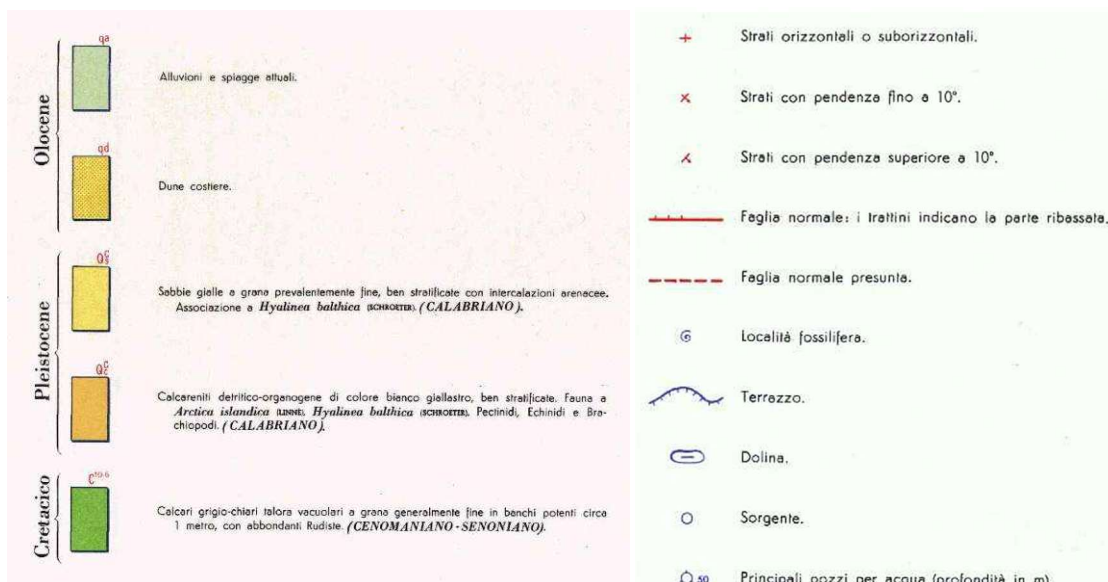
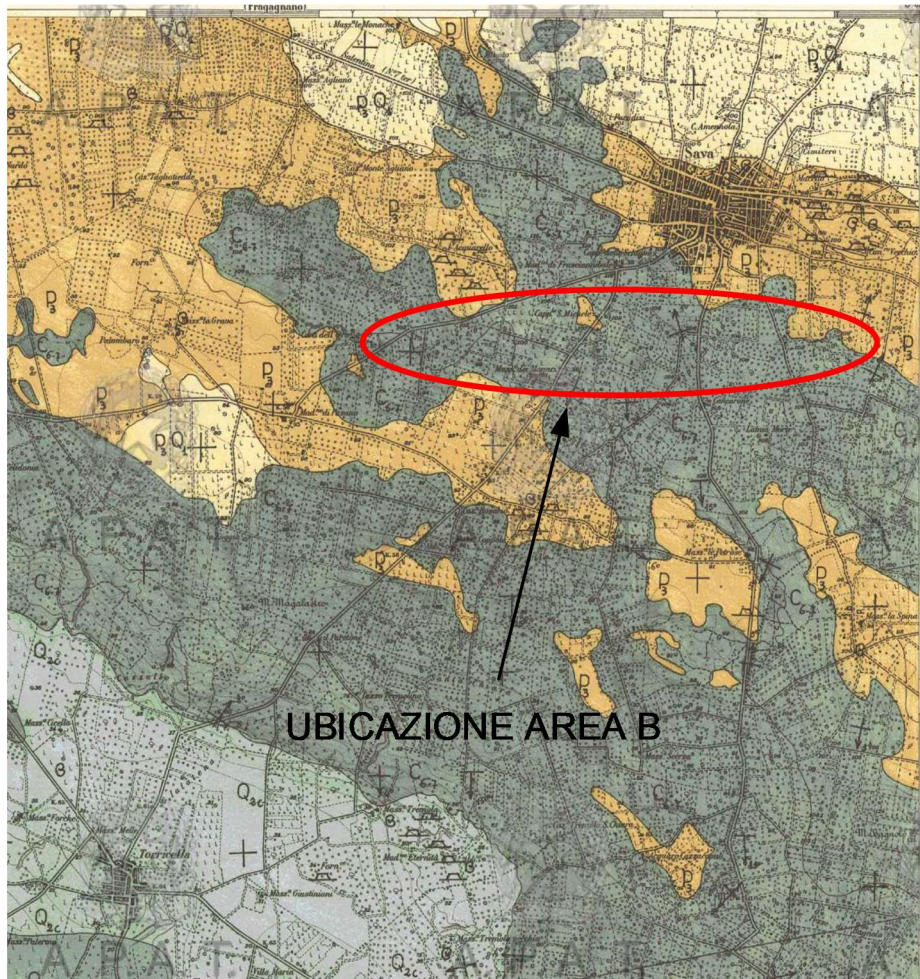


Figura 6 - Stralcio carta geologica di dettaglio Area B

5 INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica eseguita, a supporto dell'attuale fase progettuale, consiste in indagine geognostica indiretta mediante georadar effettuate per ottenere una parametrizzazione geomeccanica del sito in maniera areale e indagine Sismica a Rifrazione e indagine M.A.S.W. per la valutazione della vulnerabilità sismica.

La successione stratigrafica è stata ricostruita all'interno del sito utilizzando le informazioni scaturite da:

- rilievo geologico del sito;
- indagine geognostica indiretta – georadar;
- indagine sismica a rifrazione e M.A.S.W..

Il radar geologico utilizza la riflessione delle onde elettromagnetiche per l'esplorazione degli strati superficiali del sottosuolo; in funzione delle caratteristiche elettromagnetiche del mezzo, l'impulso si propaga per essere parzialmente riflesso in corrispondenza di interfacce di separazione tra due mezzi aventi differenti comportamenti. Una antenna emittente manda nel sottosuolo impulsi di energia elettromagnetica di brevissima durata. Le onde riflesse sono captate tramite una antenna ricevente, amplificate, elaborate e trasformate in corrente elettrica trasferite ad un monitor che permette la visualizzazione delle litologie attraversate dagli impulsi elettromagnetici.

Nella redazione di tale indagine si sono seguite le norme guida indicate dalla ASTM 2002, e successive modifiche, redatte dall' American Society for Testing Materials "Standard D6432-99 Standard Guide for Using the surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation" e la norma di riferimento CEI 306 – 8/2004 "Impiego del radar per introspezione del suolo per prospezioni preliminari ad opere di posa di servizi ed infrastrutture sotterranee".

L'elaborazione consiste nel leggere le modalità di propagazione e di riflessione delle onde elettromagnetiche registrate, che variano di intensità e/o ampiezza in funzione delle proprietà dielettriche e delle caratteristiche di conduzione elettrica delle litologie e manufatti attraversati.

Sono state eseguite n. 12 acquisizioni nell'area di progetto del parco solare fotovoltaico e una stesa sismica per ottenere una caratterizzazione indiretta del sito così come di seguito riportato schematicamente in figura successiva.

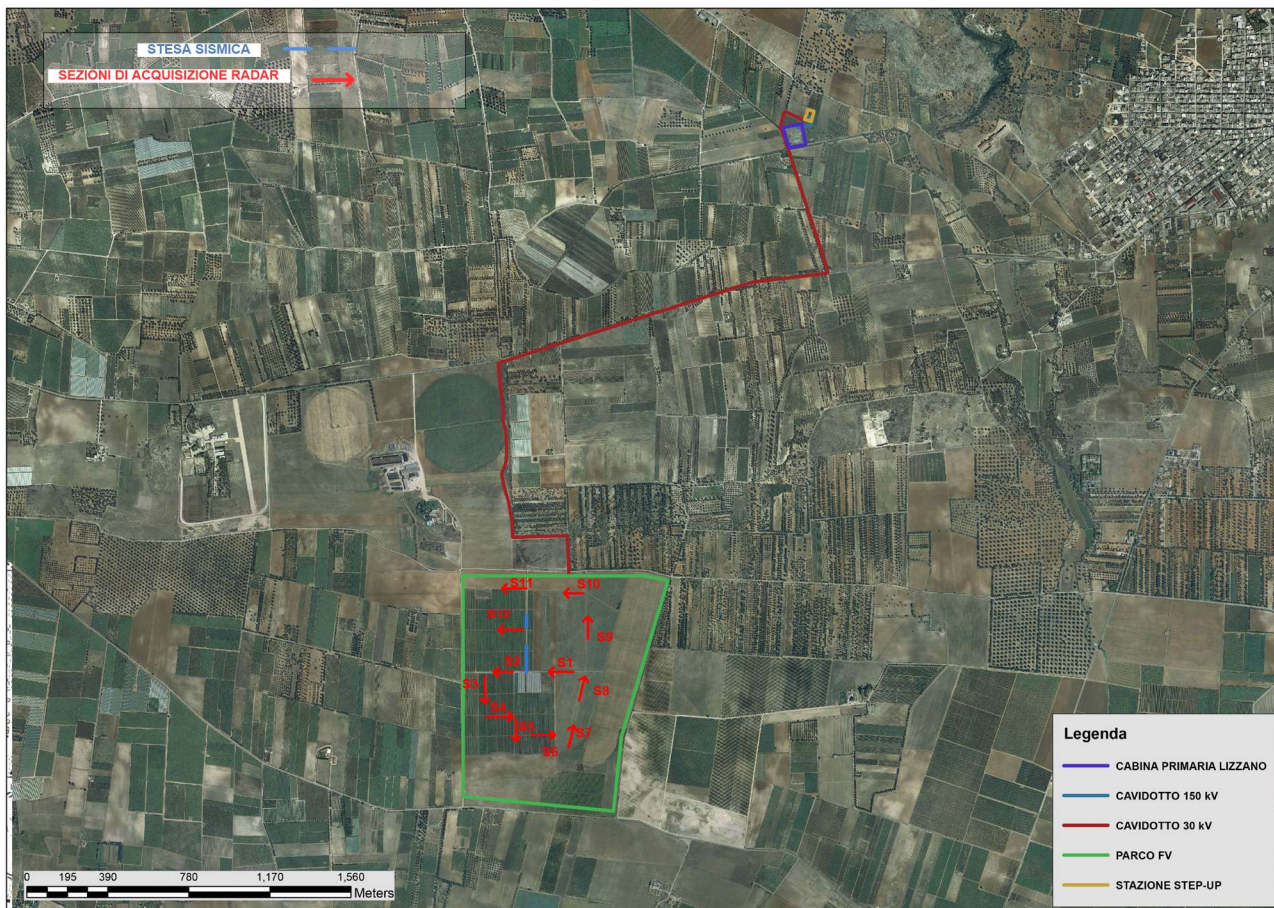


Figura 7 - Ubicazione indagini geognostiche effettuate nell'area di interesse



Figura 8 - Fase indagini geognostiche effettuate in sito

Il rilievo geologico e le indagini geognostiche indirette hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica delle litologie in posto ben rappresentate nelle schede allegate. Si dà una descrizione delle litologie carotate.

- Intercettato un livello litologico composto da materiale rimaneggiato e/o riportato costituito da terreno vegetale frammisto a sabbie di colore marrone avente uno spessore variabile ma non superiore al metro.
- -Successivamente vi è uno strato che va da 1,0 a 3,0 m a composizione da variabile da termini calcarenitici a termini sabbiosi poco consistenti e poco cementati; tali termini si comportano in maniera poco addensata. A 3 m medi dal p.c. le acquisizioni elettromagnetiche permettono di apprezzare una generale dispersione del segnale elettromagnetico, riferibile a concentrazione di umidità; non si esclude circolazione idrodinamica effimera a riferibile a falda superficiale semiconfinata;
- Successivamente ai 3m dal p.c. si apprezzano termini limosi – argillosi debolmente sabbiosi verdastri avente componente argillosa progressivamente crescente, essi si presentano molto compatti e con un basso grado di lavorabilità manuale. La diagenesi subita dai termini limoso - argillosi conferisce ad essi buone caratteristiche geomeccaniche. Molto resistenti all'infissione manuale.

Committente:		REN.152 SRL			TARANTO
STRATIGRAFIA		RICOSTRUZIONE			
INTERPRETATA		SUCCESIONE STRATIGRAFICA			LOG. CALAPRIGELLO
STRATIGRAFIA	CAMPIONI	SPT	FALDA	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
				<p>Ripporto e terreno vegetale</p> <hr/> <p>Depositi calcarenitici sabbiosi</p> <hr/> <p>Depositi limosi - argillosi debolmente sabbiosi</p>	<p>0 - 1,0 m (SPESSORI MEDI) riporto costituito da ciottolame eterometrico frammisto a terreno vegetale</p> <hr/> <p>1,0 - 3,0 m (SPESSORI MEDI) Litologia calcarenitica giallo ocra cementata e consistente, cementata passante a sabbie a luogo ruditiche con diffusa componente fossilifera. Colore grigio- biancastro. Livelli da poco addensati ad addensati.</p> <p>Circolazione idrica falda semiconfinata effimera a 3 m</p> <hr/> <p>3,0 -8,0 m (SPESSORI MEDI) Termini limosi - argillosi debolmente sabbiosi grigio - verdastri Da consistenti a molto consistenti.</p>

Figura 9 - Successione stratigrafica interpretata

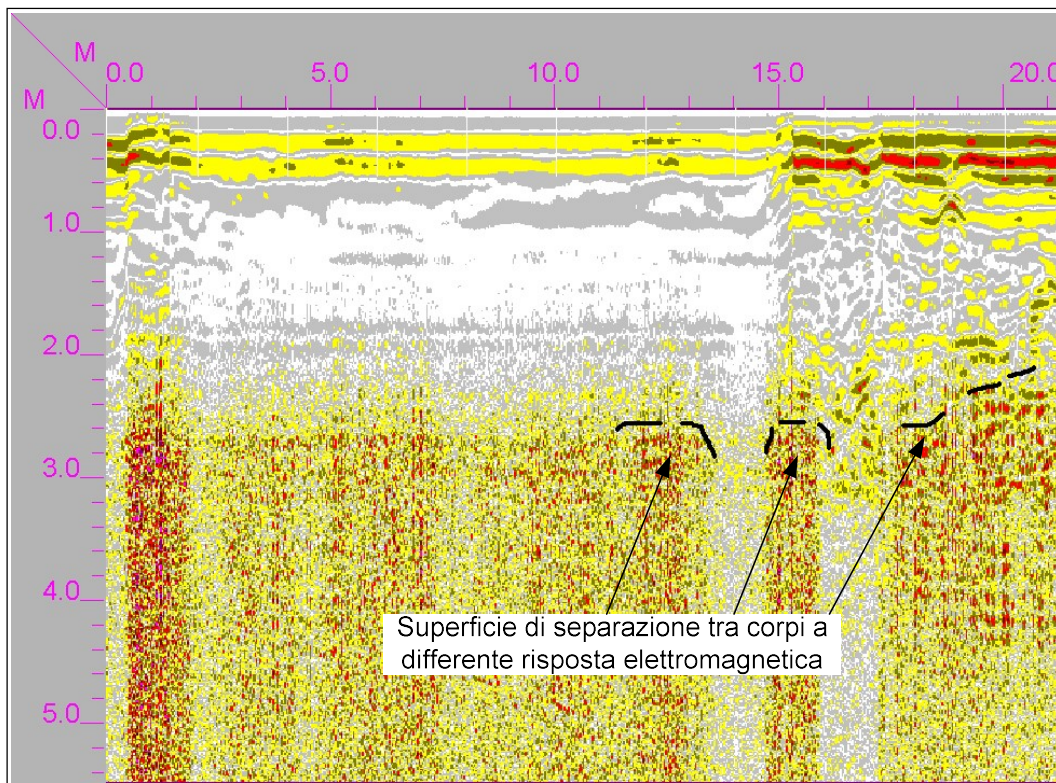


Figura 10 - Sezione 1

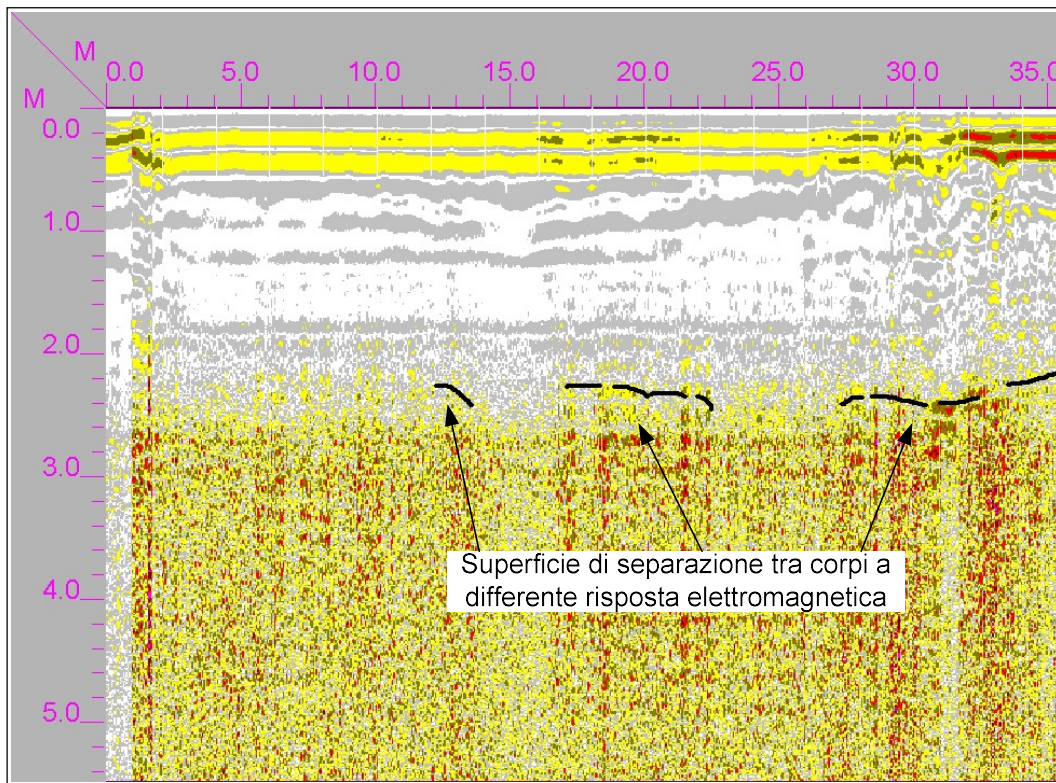


Figura 11 - Sezione 2

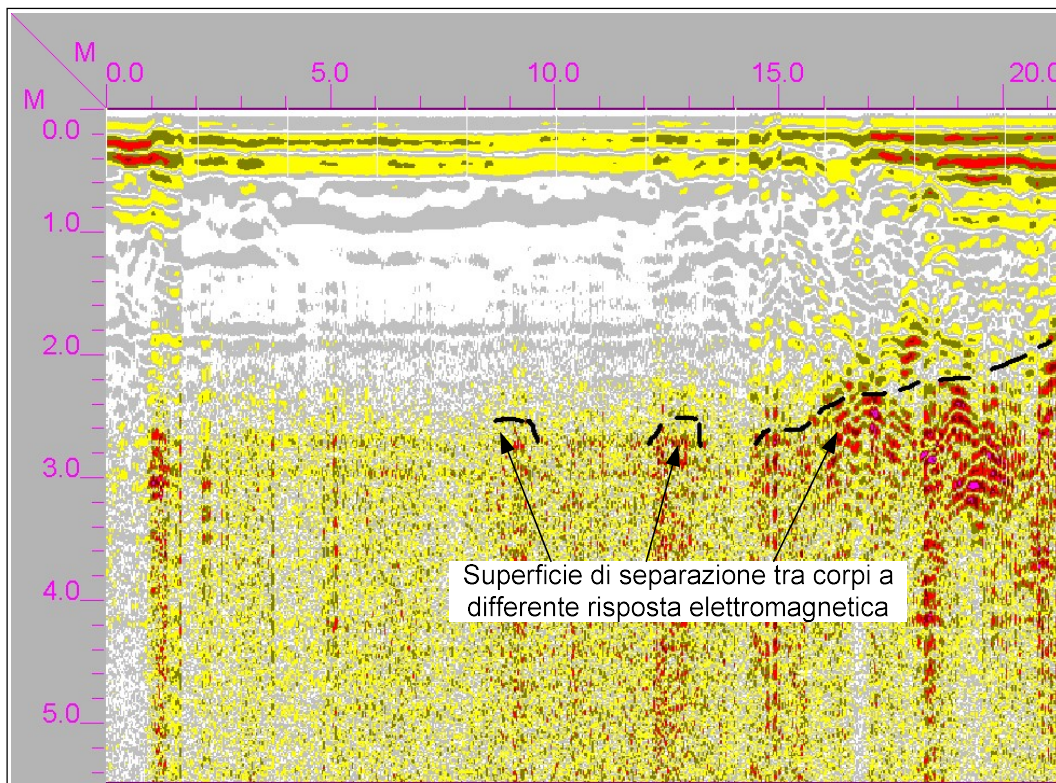


Figura 12 - Sezione 3

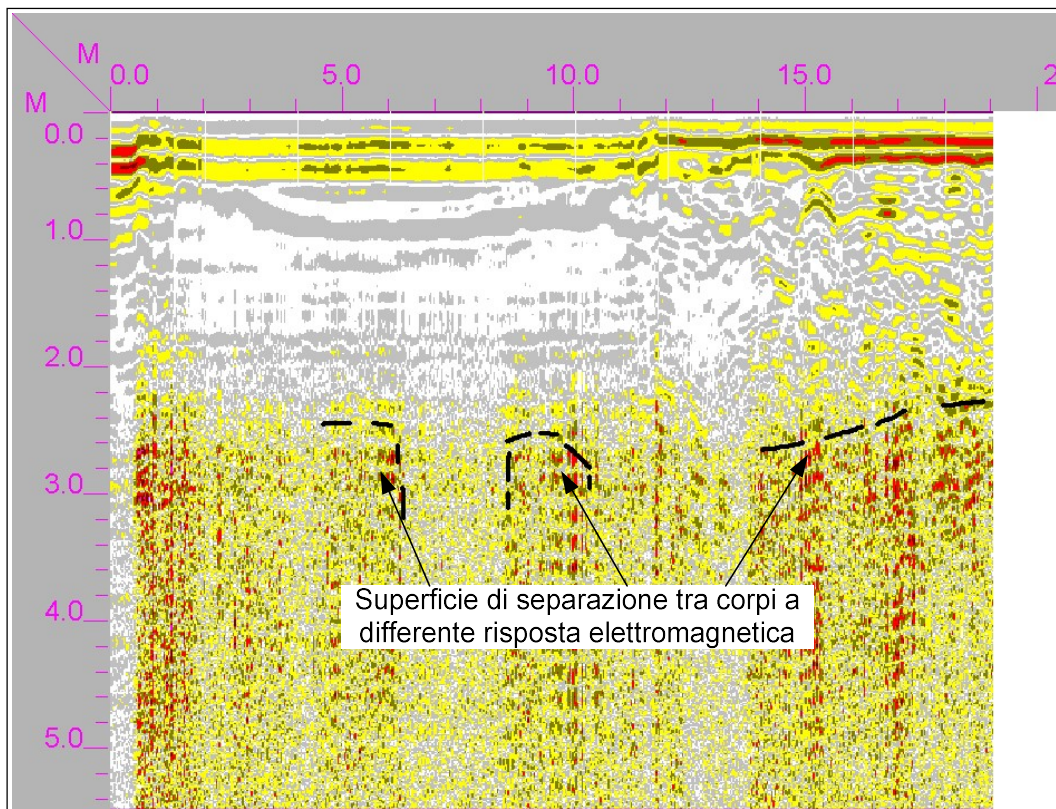


Figura 13 - Sezione 4

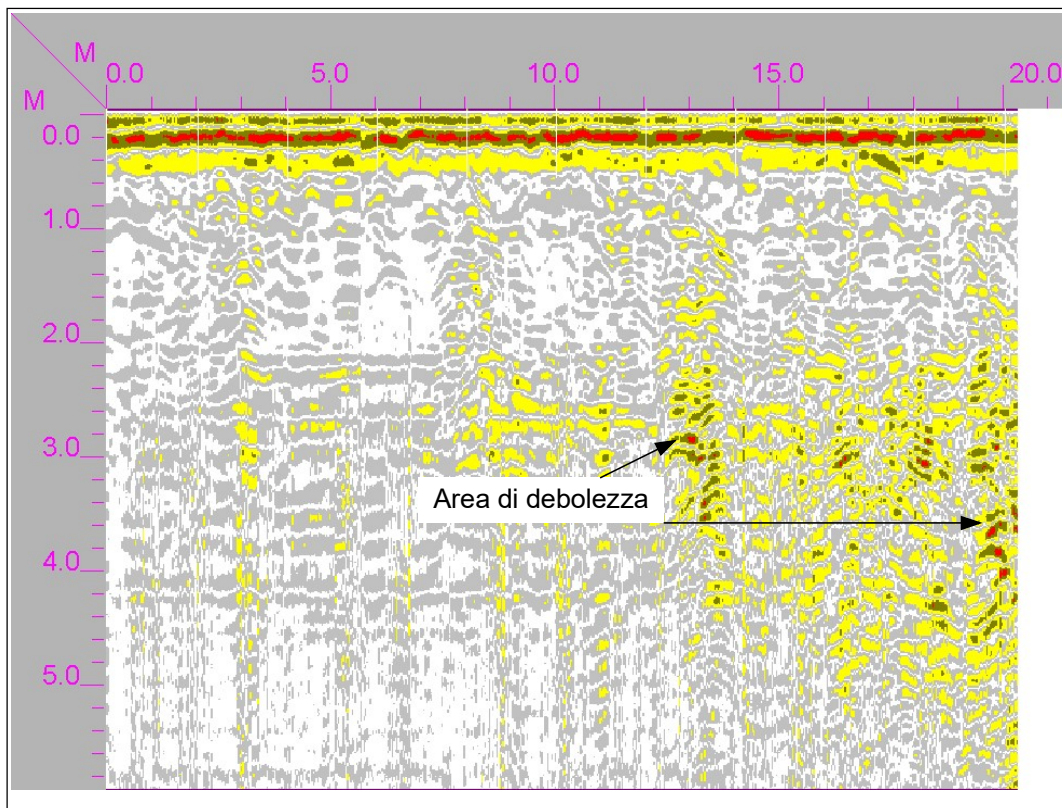


Figura 14 - Sezione 5

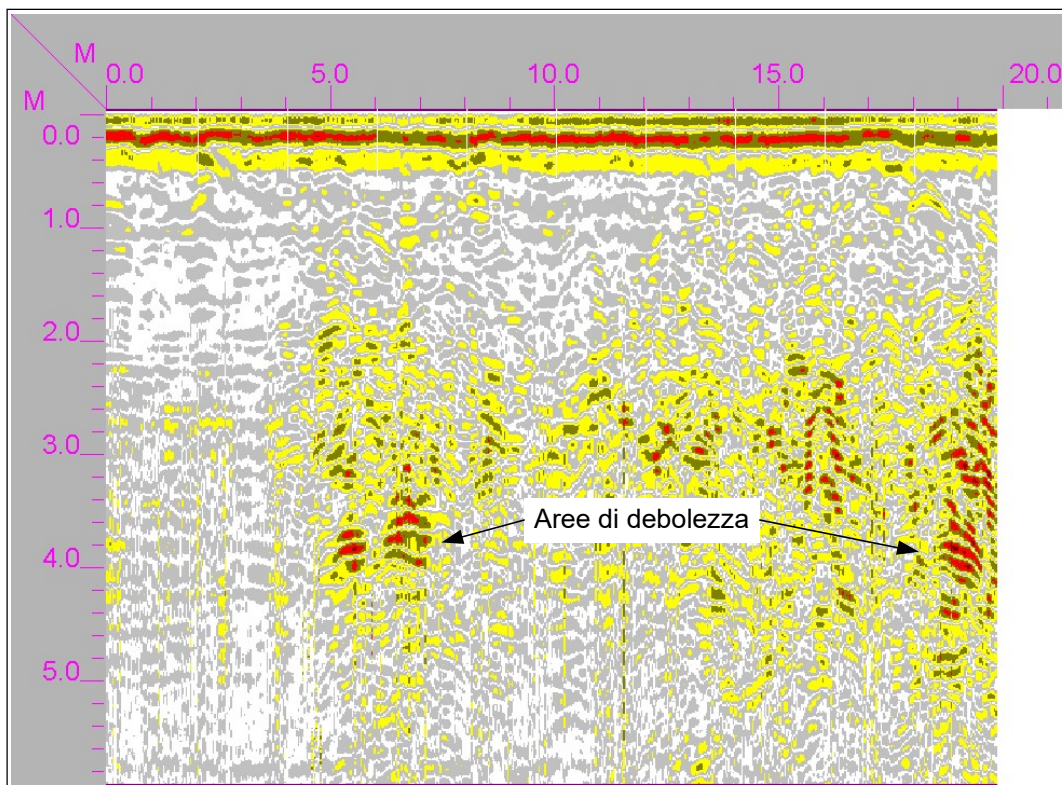


Figura 15 - Sezione 6

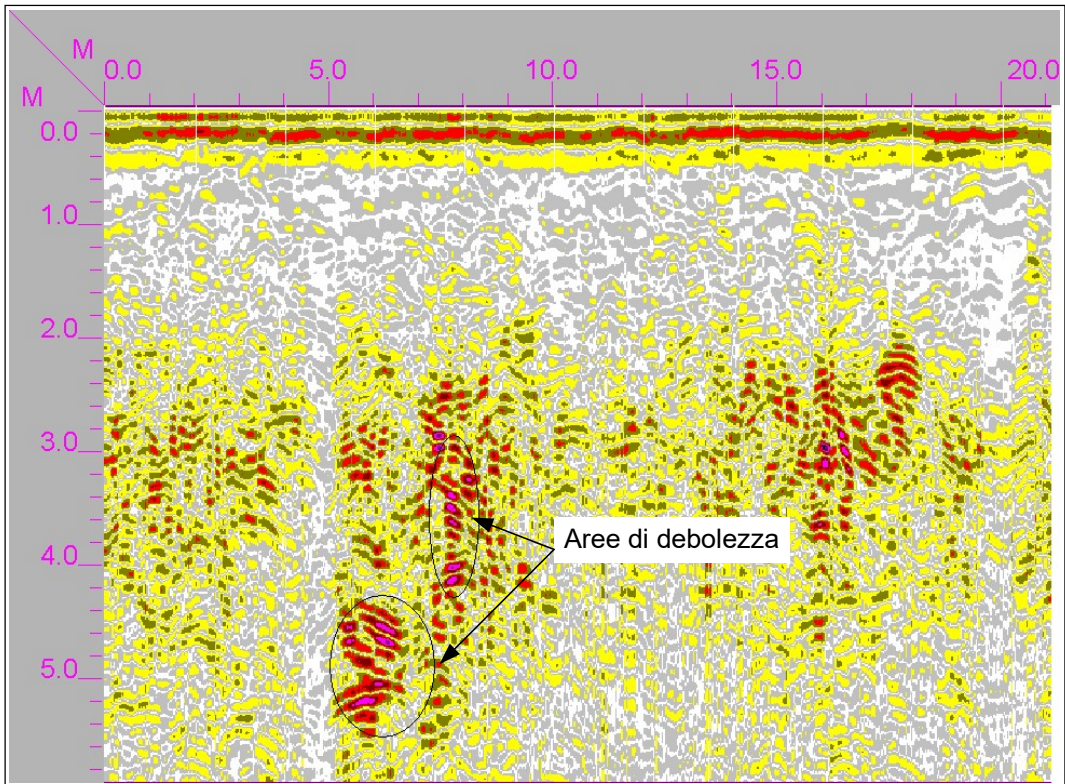


Figura 16 - Sezione 7

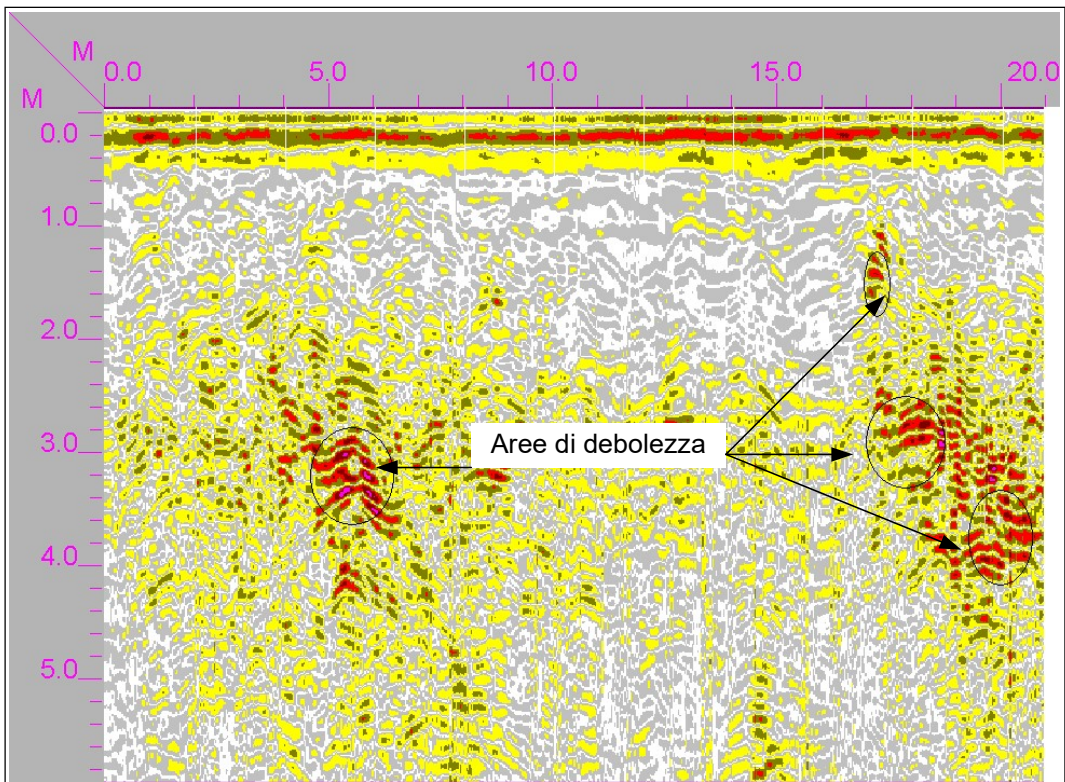


Figura 17 - Sezione 8

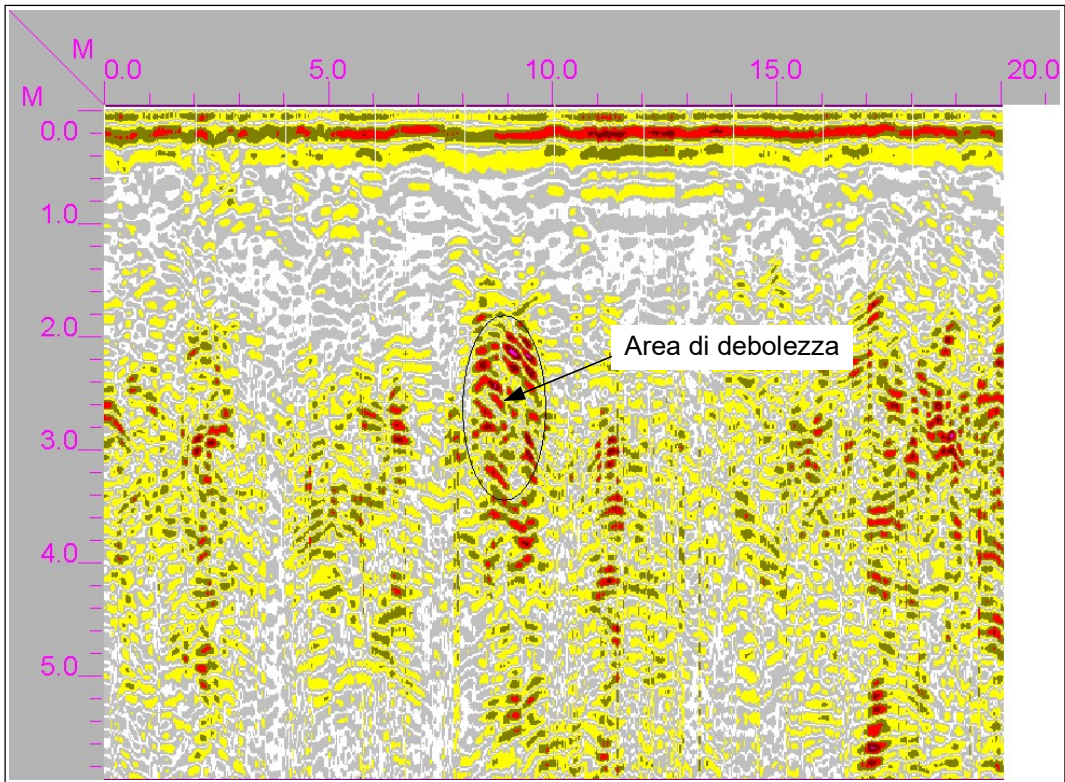


Figura 18 - Sezione 9

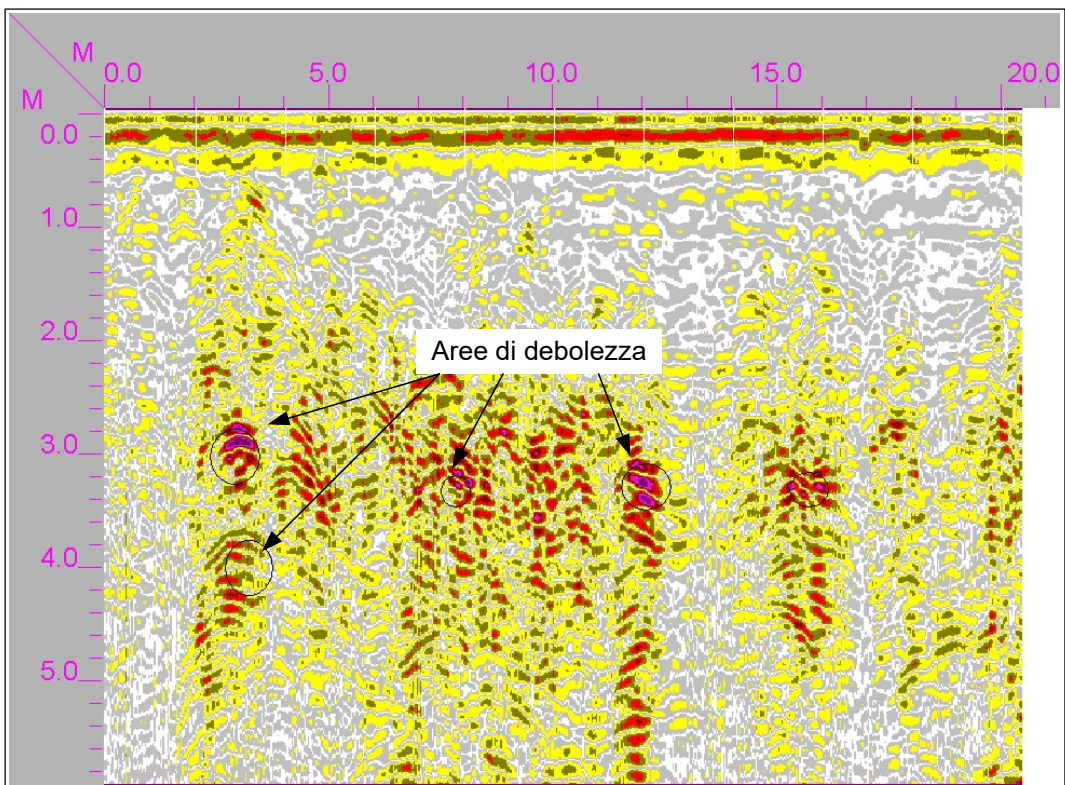


Figura 19 - Sezione 10

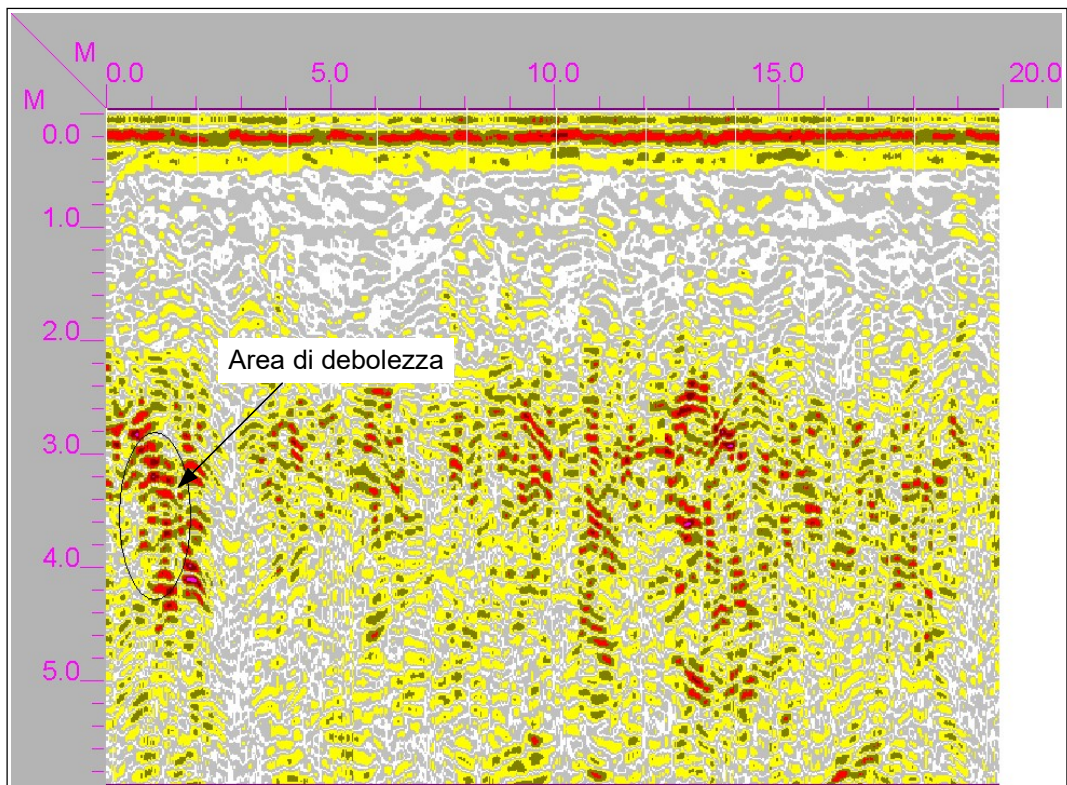


Figura 20 - Sezione 11

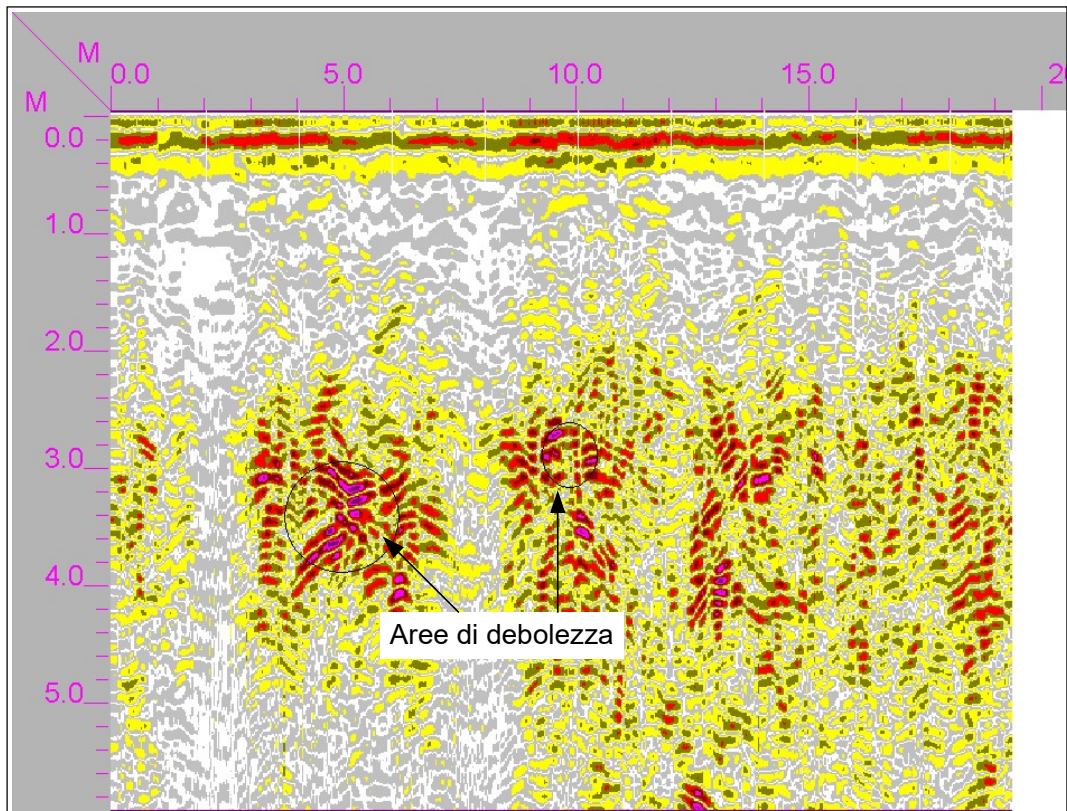


Figura 21 - Sezione 12

Acquisite anomalie elettromagnetiche riferibili a probabili passaggi litologici.

Tali indagini geognostiche sono state indispensabili per la caratterizzazione del sito.

Oltremodo hanno permesso di ricostruire indirettamente la successione stratigrafica in posto, individuando nel complesso la stessa successione stratigrafica, con l'individuazione di superfici di passaggio litostratigrafico interpretati in relazione ad anomalie elettromagnetiche rilevate.

Compatibilmente alle caratteristiche intrinseche delle litologie interessate da rilievo geognostico, è stato possibile indagare 8 m di profondità media dal p.c.

La successione stratigrafica interpretabile con il conforto delle indagini geognostiche indirette permette di confermare una simile successione litostratigrafia.

6 QUADRO IDROGEOLOGICO

La presenza di manufatti antropici nell'area limitrofa, la diffusa pavimentazione stradale presente permette l'impostazione di condizioni di deflusso significativo di acque superficiali in occasione di precipitazioni copiose, regimate dal manto stradale, che svolge azione captativa e di deflusso superficiale delle acque piovane.

In ragione del differente grado di permeabilità dei termini affioranti:

- termini sabbiosi – calcarenitici: permeabili grazie alle caratteristiche porose acquisite durante la diagenesi;
- termini sabbioso – limosi: modesta permeabilità;
- termini limoso – argillosi: impermeabili.

Va considerata in fase realizzativa, la circolazione idrica, interessare i termini permeabili in periodi stagionali ed occasionali.

In virtù dell'estensione areale dei termini permeabili diffusa ed a carattere eteropico laterale è possibile che venga immagazzinato un effimero un corpo idrico al suo interno, nei termini a componente sabbiosa.

Nella zona si intercetta falda idrica superficiale a 3 m dal p.c., con oscillazioni piezometriche all'interno delle litologie sabbiose a luogo calcarenitiche organogene a consistenza variabile, ed in genere, in termini a componente sabbiosa, sovrapposta ai termini limosi - argillosi impermeabili.

7 INDAGINE SISMICA

Il metodo di esplorazione sismica utilizza la propagazione delle onde meccaniche per caratterizzare le proprietà elastiche del sottosuolo e quindi la geometria dei mezzi attraversati. La tecnica di base consiste nel generare delle onde meccaniche, mediante sorgenti poste in punti opportunamente scelti sulla superficie topografica, e nel misurare i tempi impiegati dalle perturbazioni elastiche per raggiungere i geofoni, anch'essi opportunamente posizionati sulla superficie topografica. In particolare, l'esplorazione eseguita con il metodo della rifrazione si basa sull'analisi del tempo di arrivo dell'onda diretta e delle onde di testa; queste ultime sono onde rifratte che si determinano nel caso in cui la velocità di propagazione delle onde è crescente con la profondità, quando l'angolo di incidenza è critico.

L'obiettivo principale del metodo sismico tomografico a rifrazione è quello di determinare la velocità e le sue variazioni nel mezzo indagato, utilizzando i tempi di viaggio ottenuti da un rilievo di sismica a rifrazione. La relazione tra velocità dell'onda sismica e tempi di viaggio del raggio sismico è, per un set di M raggi:

$$\delta \mathbf{t} = \mathbf{A} \delta \mathbf{v} \quad (1)$$

dove $\delta \mathbf{t}$ è il vettore dei tempi di viaggio residui ($t_{\text{osservati}} - t_{\text{calcolati}}$), \mathbf{A} è la matrice Jacobiana $\partial t_i / \partial v_j$, e $\delta \mathbf{v}$ è il vettore velocità di perturbazione.

Un approccio alternativo è quello che introduce il concetto di lentezza dell'onda.

Se si definisce la lentezza dell'onda come $u(x) = v^{-1}(x)$, allora la (1) diventa:

$$\mathbf{t} = \mathbf{A} \mathbf{u} \quad (2)$$

dove \mathbf{t} è il vettore dei tempi di viaggio osservati, $\mathbf{A} = dl_{ij} =$ matrice delle lunghezze dei percorsi parziali e $\mathbf{u} =$ vettore dei valori della lentezza. Gli elementi A_{ij} rappresentano la lunghezza del percorso dell' i -esimo raggio nella j -esima cella.

Esistono delle relazioni empiriche che legano i parametri di frattura di una formazione rocciosa alle velocità di propagazione delle onde P ed S.

Pertanto note le velocità di propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo è possibile stabilire la qualità di una formazione rocciosa.

È anche possibile, attraverso l'utilizzo delle velocità di propagazione delle onde P ed S, stimare i valori di densità di massa (ρ) delle formazioni indagate. La relazione empirica utilizzata per la stima di ρ è:

$$\rho = 0.23V_p^{0.25}$$

È possibile il calcolo del coefficiente di Poisson (σ), del modulo di Young (E) e del modulo di taglio (G).

$$\sigma = \frac{0.5 \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

$$E = 2\rho V_p^2 (1 + \sigma)$$

$$G = \rho V_s^2$$

8 PROFILI SISMICI

Le indagini sono state eseguite con un sismografo Doremi con 12 canali e geofoni verticali con frequenza propria di 4.5Hz; la energizzazione è stata eseguita con un martello da 5kg.

Scopo dell'indagine è rendere evidente possibili variazioni del campo di velocità delle onde P eventualmente correlabili ai parametri caratterizzanti una formazione litologica.

Per tentare di stimare la distribuzione di V_p è stata utilizzata una tecnica di acquisizione tomografica che fa uso di un'opportuna disposizione in superficie di n geofoni ed m sorgenti.

La geometria scelta per l'acquisizione è costituita da un allineamento di 12 geofoni distanti tra di loro 5 m: sull'allineamento sono posizionati $n=2$ punti di energizzazione (Figura 22). La tecnica di acquisizione consente di determinare la velocità media di propagazione in ognuna delle N ($N \leq n \times m$) celle elementari che ricoprono la superficie indagata.

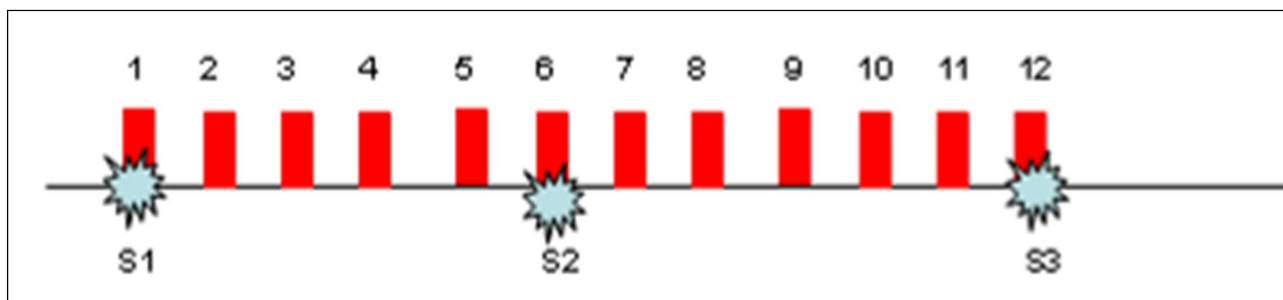


Figura 22 - Geometria di acquisizione del rilievo sismico tomografico a rifrazione: geofoni: 1, 2,....., 12; punti di energizzazione S1, S2, S3



Figura 23 – Fase indagini geognostiche stesa sismica effettuata in sito: fase di acquisizione del rilievo sismico

La lettura dei tempi di primo arrivo (picking) (Figura 24b), per ogni traccia, su ciascun sismogramma (Figura 24a), consente di ottenere le dromocrone riportate in Figura 24c.

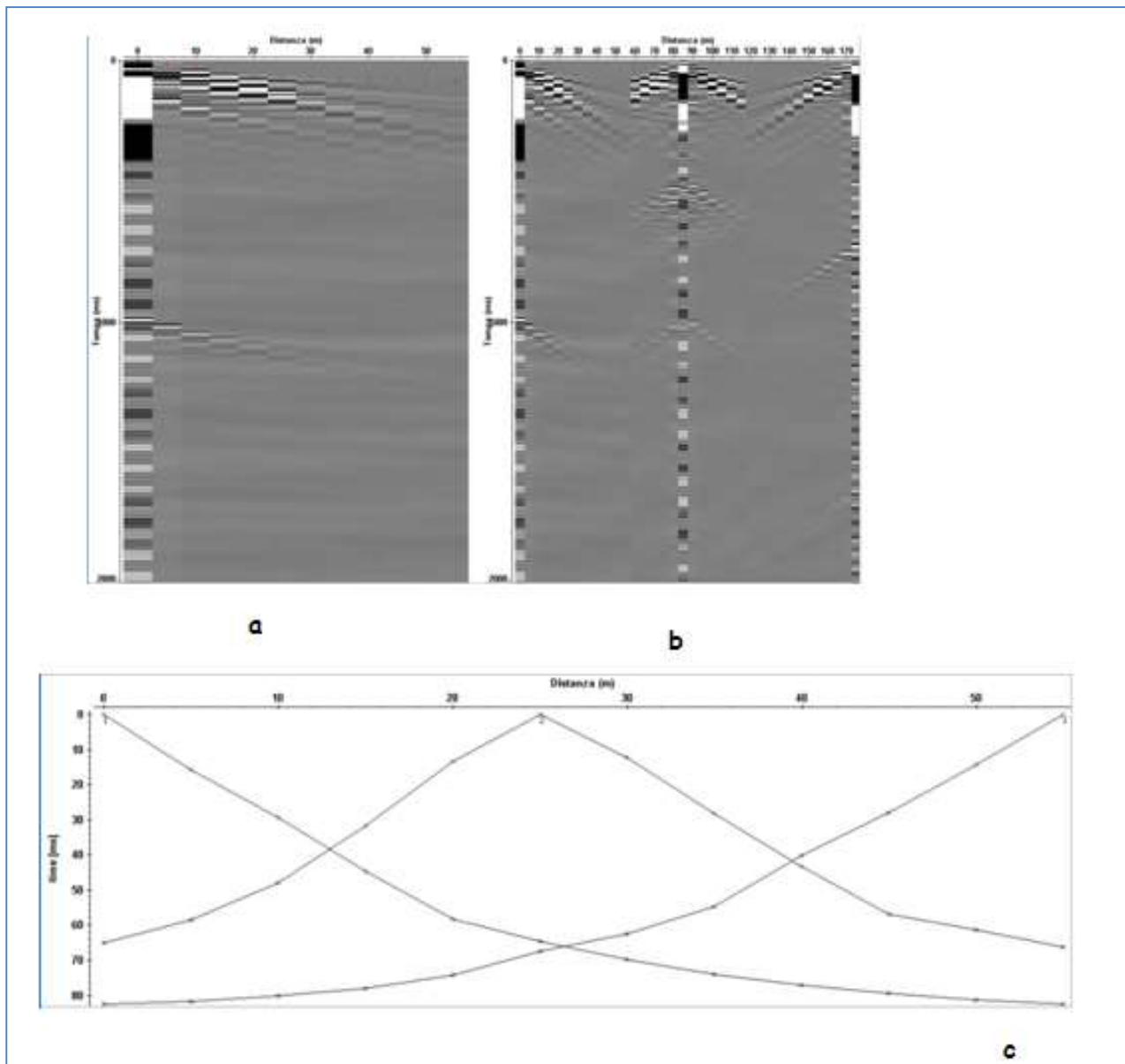


Figura 24 - a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico

L'elaborazione delle stesse mediante algoritmi sofisticati permette di ottenere il modello di distribuzione delle velocità V_p e V_s (Figura 25).

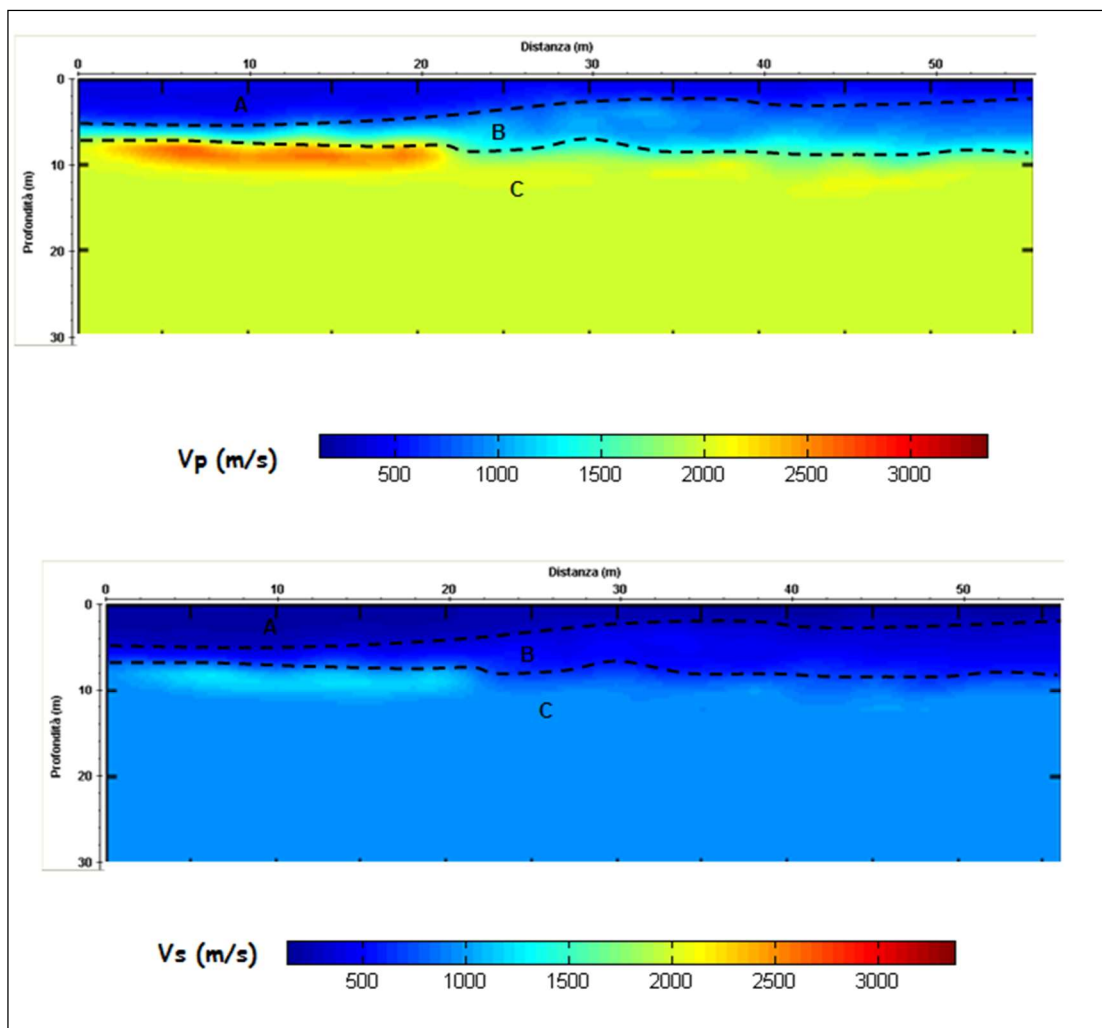


Figura 25 - Modello di distribuzione delle velocità Vp e Vs a varie profondità

Dalla Figura 25 si evince che i valori di Vp sono generalmente compresi tra 500m/s e 2000m/s mentre valori di Vs sono generalmente compresi tra 200m/s e 900m/s.

In particolare è possibile distinguere

A: $V_p=500\text{m/s}$ ($V_s=200\text{m/s}$); strato superficiale da 1.8m a 4.0m circa di profondità riferibili a sabbie limose consistenti;

B: $1200 < V_p < 1400\text{m/s}$ ($500 < V_s < 600\text{m/s}$); probabile presenza di materiale mediamente consistente fino ad una profondità compresa tra 6.0 e 7.0m circa;

C: $1500 < V_p < 2000\text{m/s}$ ($700 < V_s < 900\text{m/s}$); probabile presenza di materiale più consistente da una profondità di 7.0 m circa riferibili ai probabili termini argilloso limosi grigio azzuri molto consistenti;

Attraverso l'utilizzo delle relazioni empiriche sopra descritte è possibile ottenere i modelli di densità di massa (Figura 26) e coesione (Figura 27).

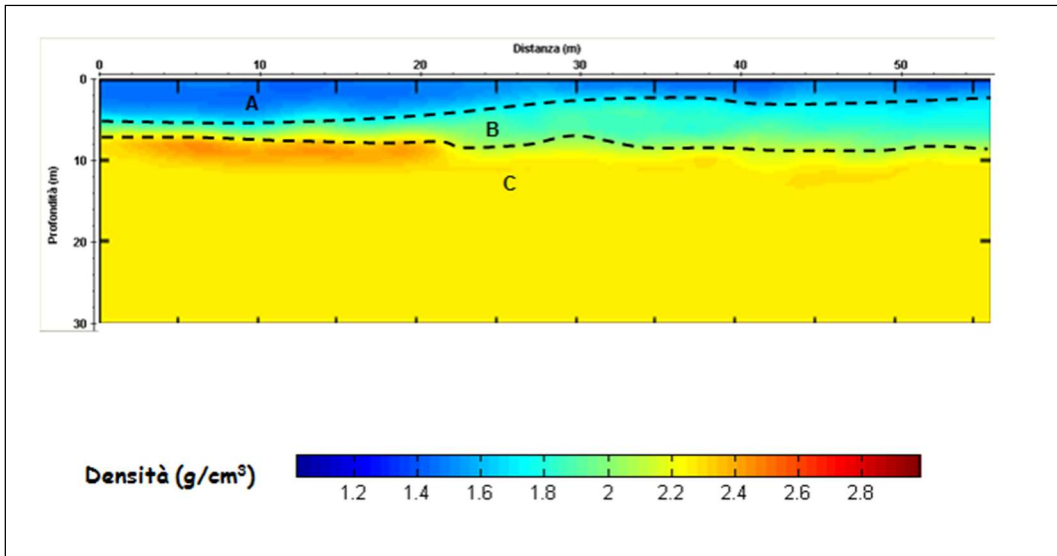


Figura 26 - Modello di distribuzione della densità di massa a varie profondità

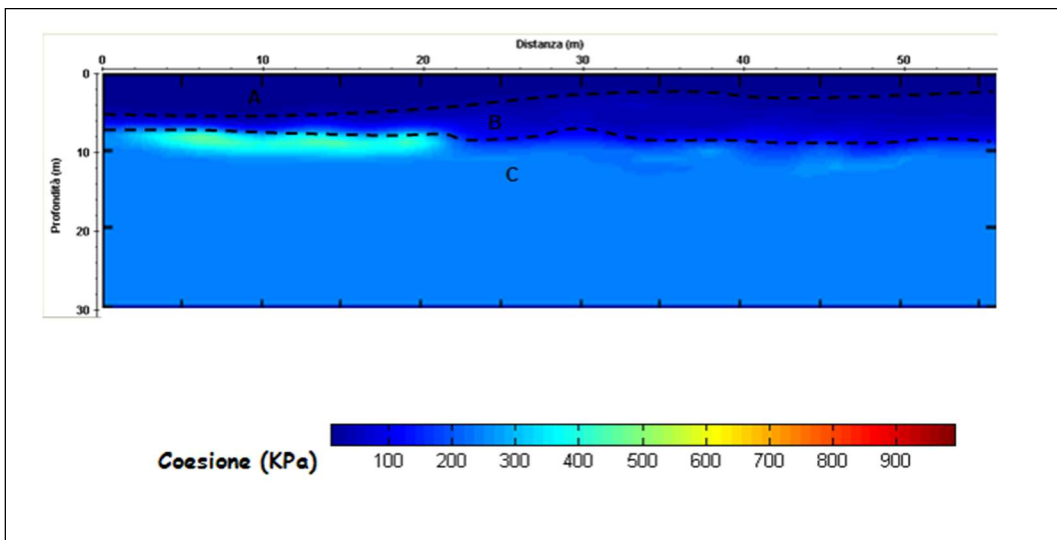


Figura 27 - Modello di distribuzione della coesione a varie profondità.

9 CONCLUSIONI

Relativamente all'aspetto stratigrafico e geotecnico nell'Area A si è accertata l'esistenza di termini sabbiosi riportati frammisti a copertura terrigena posti su livello metrico calcarenitico - sabbioso rilevato direttamente per uno spessore di 2,0 m di potenza, sovrapposti a loro volta su termini limoso argillosi debolmente sabbiosi consistenti parametrizzati. Rilevata circolazione idrodinamica effimera riferibile a falda semiconfinata a 3,0 m medi dal p.c..

In relazione a quanto sopra esposto e ai risultati acquisiti dalle indagini si può concludere quanto segue:

- a) l'indagine MASW effettuata ha permesso di confortare quanto rilevato dall'indagine georadar e permettendo di **definire l'area di classe sismica B;**

A seguito delle indagini sismiche così effettuate, è possibile definire quanto segue:

- La V_s equivalente, misurata sperimentalmente, è pari a 408 m/s. Ciò implica l'attribuzione del suolo di fondazione alla categoria B.
- Il fattore di amplificazione sismica locale da considerare è pari a 1.20 (susceptibilità sismica bassa).

Considerando il caso in esame il fattore di amplificazione sismica totale **F_a**, varrebbe quindi = **1.2 (Susceptibilità di amplificazione sismica)**, poiché associato a V_s compreso tra 360 e 800 m/s.

Considerando infine l'O. P. C. M. 3274/03, si evince che il territorio di Taranto è classificato come *zona sismica 3*, per cui il valore di accelerazione orizzontale massima al suolo da adottare, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g , è il seguente:

$$a_g \geq 0,15g$$

$$F_t \text{ (categoria topografica)} = 1.0$$

$$S \text{ (fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo)} = 1.20$$

$$a_g \text{ bed-rock} = 0.15 g \text{ (zona sismica 3)}$$

$$a_{\max} = a_g * (F_t * S) = 0.15 * 1.0 * 1.20 = 0.18 g = 1,764 \text{ m/s}^2$$

Nell'area non si rilevano aspetti negativi o impedimenti tali da non poter effettuare quanto previsto.

Esaminate la natura e le caratteristiche geo-litologiche dell'area d'intervento, **si ritiene che questa possieda tutti i necessari REQUISITI DI IDONEITÀ, da un punto di vista geologico-tecnico.** Per la realizzazione della struttura sono previsti movimenti di terra tali da non alterare l'equilibrio idrogeomorfologico, o apportare sensibili modifiche al quadro paesaggistico locale. In relazione ai risultati ottenuti agli sbancamenti che verranno eseguiti per l'alloggiamento di

eventuali strutture dovranno comunque adottarsi provvedimenti tali da garantire l'adeguato contenimento dei fronti di scavo (anche con opere temporanee) e la loro protezione dagli agenti atmosferici in corso d'opera.

In ogni caso per la realizzazione di quanto in oggetto si richiamano tutte le norme di buona tecnica tali da evitare, nelle diverse condizioni, effetti negativi sullo stato dei luoghi e delle opere. Secondo le esigenze della Committenza saranno fornite documentazioni integrative a quelle attuali, compreso anche eventuali ulteriori accertamenti sul terreno e/o assistenza tecnica durante la messa in opera.

Martina Franca, luglio 2022

IL TECNICO

Geologo Gianfranco Moro



Questo rapporto professionale è stato stampato su entrambi i lati. Ciò comporta una riduzione significativa del consumo di carta a fronte di una limitata scomodità nella consultazione