

**Regione Puglia
Provincia di Lecce
Comuni di Lecce e Surbo**

PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-SALONNA



OGGETTO:

**PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-
FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 2.800,00 kW IN AC E 3.804,84 kWp
IN DC E DI TUTTE LE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE**

IL COMMITTENTE

SOLAER CLEAN ENERGY ITALY 08 SRL
VIA CARLO PORTA N.3 - GALLARATE (VA)
P.IVA 03717980126

timbro

SOLAER CLEAN ENERGY ITALY 08 SRL
Via Carlo Porta n.3 Gallarate (VA)
P.IVA 03717980126

IL GEOLOGO

Dott. Cosimo Santoro

timbro e firma

CODICE ELAB.

A7

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

SCALA

REVISIONE

rev. 07

CODICE IMPIANTO

AG50

CODICE DI RINTRACCIABILITÀ

211425796

DATA

20/10/2024

TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE

COMUNI DI SURBO E LECCE

(PROVINCIA DI LECCE)

*PROGETTO DEFINITIVO PER REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO FV-SALONNA, DELLA
POTENZA DI 2.800,00 kW IN AC E 3.804,84 kWp IN DC E DI
TUTTE LE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE*

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

*Committente: SOLAER CLEAN ENERGY ITALY 08 SRL, Via Carlo Porta n. 3 –
Gallarate (VA), P.iva: 03717980126*

Geologo:

Data: Maggio 2025

Indice

1 - PREMESSA	3
2 – RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3 - UBICAZIONE DELL'AREA	4
4 - MORFOLOGIA E IDROLOGIA	4
5 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	4
6 – STRATIGRAFIA (fig. 4)	6
7 - IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE	7
8 – TETTONICA	7
9- COMPATIBILITA' IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA	8
10 – MODELLAZIONE SISMICA	9
11 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	18
12- CONCLUSIONI	18
 - ALLEGATI GRAFICI	

1 - PREMESSA

La società SOLAER CLEAN ENERGY ITALY 08 SRL, Via Carlo Porta n. 3 – Gallarate (VA), P.iva: 03717980126, ha conferito allo scrivente dott. geol. Cosimo Santoro iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Puglia con il n° 824 l'incarico di eseguire uno studio geologico su alcuni terreni siti in agro di Surbo e Lecce, per i quali è in progetto la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico identificato con la denominazione del progetto: IMPIANTO FV-SALONNA; Per i necessari approfondimenti sulla proposta dell'intervento, si rimanda alla consultazione di tutti gli elaborati di progetto ed in particolare alla "Relazione tecnica descrittiva" a firma del progettista, Ing. Giuseppe Santoromita Villa.

Per la redazione di questa relazione specialistica si sono utilizzati i risultati derivanti da indagini di tipo sismico, ottenuti nelle aree di realizzazione dei moduli fotovoltaici e da dati di letteratura scientifica di settore.

Il presente studio ha determinato:

- Il modello geologico e la stratigrafia del sottosuolo nel volume significativo, nonché le sue proprietà fisico - meccaniche;
- La profondità della falda freatica o in pressione;
- La parametrizzazione sismica del sito;
- La conoscenza della vincolistica del P.A.I.

2 – RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.G.R. n, 1626/2009 "Norme Tecniche per le Costruzioni;
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni;
- "Norme tecniche di attuazione" P.A.I./P – AdB del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale;
- O.P.C.M. 20/03/2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche" e s.m.i., recepita con D.G.R. n. 153/2004;
- Disposizione in merito alle procedure da adottare in materia di controlli e/o autorizzazioni, ai sensi e per gli effetti di cui gli artt. 93, 94 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- Decreto del Ministero dei LL.PP. 11/03/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le 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 e delle opere di fondazione".

3 - UBICAZIONE DELL'AREA

Le aree da adibire alla realizzazione degli impianti ammettono altezza topografica compresa tra 41 e 43 mt. s.l.m. con morfologia pressoché pianeggiante e una leggerissima pendenza orientata verso Nord-Est in direzione della linea di costa. Tali aree ricadono nella tavoletta topografica 204 III S.E. – LECCE (Fig. 1).

4 - MORFOLOGIA E IDROLOGIA

Talvolta è frequente la presenza di alcuni impluvi e linee di ruscellamento superficiale, le quali se di dimensioni elevate sono anche cartografate nella cartografia ufficiale AdB Puglia (Fig.2), indicati come "corsi d'acqua episodici", i quali recapitano aliquote di acque meteoriche in aree depresse che prendono il nome di “recapito finale di bacino endoreico”.

Questa rete di impluvi, che si caratterizzano come "corsi d'acqua episodici", non costituiscono un reticolo idrografico superficiale vero e proprio a causa delle caratteristiche litologiche della zona; Di fatto, le acque di precipitazione meteorica trovano un facile e rapido deflusso sotterraneo a causa delle caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti.

5 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

L'impalcatura geologica dell'area è esclusivamente costituita dal Cretacico, rappresentato dalle Dolomie di Galatina, del Cenomaniano e forse del Turoniano inferiore, e dai Calcari di Melissano, del Cenomaniano-Senoniano (Fig. 3).

Al Cretacico si addossano lungo scarpate, o si sovrappongono, in trasgressione, sedimenti miocenici, costituiti dalla tipica “pietra leccese”, prevalentemente dell'Elveziano, e dalle Calcareniti di Andrano, in prevalenza del Miocene medio-superiore.

Notevole diffusione hanno pure i sedimenti marini pliocenici e quaternari, spesso rappresentati dai ben noti “tufi” (Calcareniti del Salento). Anche questi sedimenti sono trasgressivi, appoggiati lateralmente o sovrapposti ai sedimenti più antichi, del Cretacico e del Miocene.

I depositi continentali sono esclusivamente olocenici e sono rappresentati dai depositi sabbioso argillosi, spesso lagunari, e dalle dune sabbiose, della fascia costiera.

Il fenomeno dell'accostamento dei sedimenti marini miocenici e pliocenico-quaternari lungo scarpate, formate dai terreni più antichi (Cretacico-miocenici), è molto frequente nella Penisola Salentina, ed è stato interpretato (M. NARDIN e D. Rossi, 1966); (D. Rossi 1968); come un accostamento originario, dovuto alla presenza di terre emerse, delimitate da scarpate marine, attive nel periodo di tempo corrispondente all'età dei sedimenti accostati.

Rapporti stratigrafici di questo genere, così importanti per la ricostruzione paleogeografica, sono stati osservati anche in seno alle formazioni plio-pleistoceniche; Infatti, anche i terreni pliocenici e pleistocenici si presentano spesso addossati l'uno all'altro. L'accostamento avviene di solito lungo scarpate appena percettibili, di pochi metri di altezza e assai poco inclinate, di andamento prevalentemente sinuoso, evidenti in molti casi solo all'esame delle foto aeree.

Di seguito si riporta la successione stratigrafica, dal basso verso l'alto della zona come da Carta Geologica D'Italia del foglio n. 203:

Cretacico

DOLOMIE DI GALATINA

- C⁷⁻⁶: - Calcari dolomitici e dolomie grigio – nocciola, a frattura irregolare, calcari grigi spesso vacuolari. Tra fossili frequente *Apricardia carantonensis*. Microfauna scarsa con *Miliolidae*, *Ophthalmidiidae* e *Texulariidae* (Cenomaniano e forse Turoniano);

Pliocene

CALCARENITI DEL SALENTO

- P³: Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre, macrofauna a coralli, cirripedi, molluschi, echinidi etc... in trasgressione sulle formazioni più antiche (Pliocene sup. Medio?); **(affiorante nell'area di progetto)**
- Q₁-P³: Sabbie calcaree poco cementate con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio azzurre, in trasgressione sulle formazioni più antiche (Calabriano – Pliocene sup.?);
- Q²: Calcari bioclastici ricchi di fossili (in base ai rapporti stratigrafici, riferibile al Pleistocene);
- Q³: Calcareniti e calcari tipo Panchina con ricca fauna (in base ai rapporti stratigrafici, riferibile al Pleistocene);

Pleistocene

FORMAZIONE DI GALLIPOLI

- Q_c¹ e Q_s¹ :- Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurre (Q_c¹); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcareniti ben cementate che prendono il nome di Panchina (Q_s¹);

Olocene

- Depositi e sedimenti continentali derivanti dalla disgregazione e dal dilavamento dei sedimenti calcilutitici e calcarenitici che denotano una intensa attività di alterazione chimica delle rocce calcaree. Sono depositi residuali limoso - terrosi di color rosso brunastro con ciottolame calcareo la cui potenza varia da pochi cm al metro. Le variazioni di spessore sono dovute alle caratteristiche geologiche della zona che hanno determinato la creazione di cavità più o meno ampie (lame, vore, fratture anche sepolte dai sedimenti quaternari) verso le quali convogliano le acque con conseguente trasporto di terreno (terra rossa): nelle aree più depresse gli spessori raggiungono anche i 20 metri; tali sedimenti costituiscono la normale coltre di terreno vegetale.

6 – STRATIGRAFIA (fig. 4)

Al fine di ricostruire la locale serie litostratigrafica è stato effettuato un rilevamento geologico di superficie, attraverso il quale è stato riscontrato che l'area in studio risulta interessata da termini sedimentari di natura terrigeno-organogena riconducibili all'unità P³ di età Pliocenica. Si tratta di un complesso sedimentario che ha trovato la sua genesi nell'avanzamento della linea di costa e successivo arretramento (Trasgressione e Regressione marina). Sulla base di quanto rinvenuto con il rilievo geologico di superficie eseguito, dalla successione litostratigrafica dei terreni affioranti in aree limitrofe, dai risultati delle indagini sismiche eseguite la locale sequenza stratigrafica può essere sintetizzata come segue:

Terreno Vegetale (0 – 0,3 mt.)

Esiguo spessore di terreno vegetale con un elevato contenuto di sostanza organica e utilizzato per le normali pratiche agricole fino ad una profondità di circa 0,30 mt. dal p.c.

Calcareniti del Salento (0.3 mt. – 3/4 mt.)

Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre, macrofauna a coralli, cirripedi, molluschi, echinidi intercalati a sabbie e ghiaie poco cementate.

Dolomie di Galatina (3/4 mt – in poi)

Calcere biancastro fratturato con venature verticali di varia dimensione, riempite di terra rossa; si rileva presenza di fossili (rudiste) il cui grado di fratturazione diminuisce via via con la profondità;

7 - IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE

La circolazione idrica sotterranea è costituita dalla sola falda profonda di tipo carsico o di base, che ha sede nel substrato carbonatico costituito dalle "Dolomie di Galatina"; mentre per i litotipi più superficiali non risulta esservi la presenza di una falda superficiale, anche per via della elevata permeabilità che li caratterizza.

La formazione carbonatica mesozoica rappresenta un'unità da poco a molto permeabile con valori del coefficiente di permeabilità compresi tra 10^{-3} m/s e 10^{-4} m/s, pertanto, in considerazione anche del notevole spessore e della elevata estensione, è sede di una cospicua e ben alimentata falda. Essa circola prevalentemente in pressione, ma a luoghi anche a pelo libero attraverso la rete di discontinuità del calcare a luoghi ampliate dalla dissoluzione carsica che ha generato autentici condotti. L'infiltrazione e la circolazione avvengono sia in forma concentrata che diffusa e sono, in ogni caso, influenzate sempre dall'orientazione dei principali sistemi di fratturazione.

La falda carsica galleggia sulla più densa acqua marina di invasione continentale e al contatto acqua dolce acqua salata si individua una zona detta di transizione o zona di diffusione dove si verificano fenomeni di miscelamento salino.

La superficie piezometrica, che spesso non coincide con il tetto della falda, per i motivi sopra descritti, ammette un valore del carico di circa 1 mt s.l.m. come riportato nelle tavole del Piano di Tutela delle Acque della Puglia (fig. 6), con direzione di moto, almeno al tetto, orientata verso S.W., per cui nell'area di progetto avremo che questa si rinverrà a circa 40 m in profondità dal p.c., e data l'elevata profondità, tale falda è di nessun interesse per lo studio condotto ai fini del coinvolgimento dei terreni di fondazione.

Dalla consultazione completa della cartografia ufficiale del PTA/P, si rappresenta infine che sui terreni oggetto di realizzazione delle opere **non sussiste** vincolo di protezione speciale degli acquiferi (ZPSI); tuttavia l'area risulta essere in zona a tutela quali-quantitativa della falda, che comunque non pregiudica la fattibilità dell'opera dato che non è prevista la realizzazione di pozzi per la captazione e prelievo della falda.

8 - TETTONICA

L'area in studio si colloca strutturalmente su una zona blanda in cui l'assetto geologico generale è sostenuto sempre da un'impalcatura calcarea in cui il regime distensivo ha contribuito alla formazione di una zona più depressa definendo una topografia più pianeggiante e meno accidentata rispetto alla zona murgiana. Questa è drappeggiata da coperture quaternarie più recenti, sedimentate nei vari cicli di subsidenza e ingressione/regressione marina.

Il sistema di faglie e di fratture della zona ha talora condizionato lo sviluppo del reticolo idrografico, con linee di incisione corrispondenti ad allineamenti di faglia o di fatturazione. I calcari mesozoici rinvenuti in profondità sono stati interessati da una tettonica compressiva, che ha determinato dapprima una serie di strutture plicative, più o meno accentuate, e successivamente il fagliamento degli stessi.

9- COMPATIBILITA' IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA

Sul territorio di Surbo e Lecce insistono una serie di vincoli individuati dal P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico);

Il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia (PAI), adesso Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessari a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo del territorio sostenibile nel rispetto degli assesti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il P.A.I. della Regione Puglia per il rischio idrogeologico individua le seguenti aree:

- Pericolosità Geomorfologica;
- Pericolosità Idraulica;
- Classe di Rischio;
- Aree gravate dalle componenti della Carta Idrogeomorfologica cui agli art. nn. 6, 10 delle NTA PAI/P.

Lo studio del P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) (Fig. 2) e la sua consultazione, ha messo in evidenza che i terreni interessati dai lavori, in particolare dal cavidotto interrato, ricadono in:

- Area a pericolosità idraulica AP, MP, e BP.

Data l'interferenza citata è stata redatto apposito studio idrologico/idraulico attestante la compatibilità dell'opera per la presenza di tale vincolistica. (vedasi elaborato Studio di compatibilità idrologica e idraulica).

10 – MODELLAZIONE SISMICA

In base a quanto stabilito dalle NTC 2018, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E) e delle condizioni topografiche (T1, T2, T3, T4).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con:

- h_i = spessore dello stato i-esimo;
- $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite come:

- *A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*
- *B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

- *C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- *D – Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*
- *E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Per quanto riguarda le configurazioni topografiche si ha che per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

- *T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$;*
- *T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$;*
- *T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$;*
- *T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.*

Prove MASW

Per definire la categoria di sottosuolo, sono state condotte n. 2 indagini di sismica attiva MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) con n. 24 geofoni disposti su un array lungo 46 metri (Fig. 5). L'interdistanza geofonica adoperata per entrambe le prove è pari a 2 m, con durata dell'acquisizione dei sismogrammi di 1000 ms e passo di campionamento temporale pari a 130 μ s.

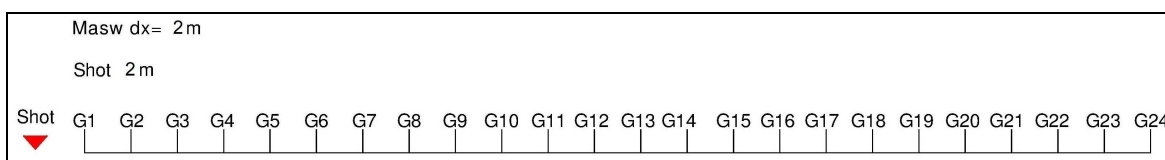
Detta metodologia consente con l'analisi in frequenza delle onde superficiali di tipo "rayleigh", generate con metodologia attiva, di ricavare tramite inversione la sismostratigrafia riferita alle onde di taglio Vs tramite il fenomeno della dispersione e quindi determinare la Vs_{eq} del sito indagato.

La strumentazione utilizzata è del tipo a 24 canali, modello Echo 24 (anno 2002) della AMBROGEO interfacciato con un computer portatile.

L'attrezzatura è composta da:

- un **sistema di energizzazione** la cui sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in acciaio posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV;
- un **sistema di trigger**, consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.
- un **sistema di ricezione** costituito da 24 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione 8 Hz.
- un **sistema di acquisizione dati** con memoria dinamica a 16 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali per un totale di 24 canali, 2 cavi sismici a 12 take-outs ciascuno spaziato a 5 metri, notebook PC Windos XP con software Ambrogeo.

Per il campionamento delle onde di rayleigh sono stati eseguiti n. 2 shots per ogni array realizzato, ed entrambi agli estremi a distanza di 2 metri dai geofoni estremi. Per l'elaborazione si è ritenuto scegliere poi lo shot caratterizzato da una migliore qualità del segnale campionato.



Configurazione geometrica dello stendimento sismico tipo MASW.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti si è adottato il software "MASW" di Roma e Associati. Detto software opera schematicamente nel seguente modo:

- Importazione del sismogramma acquisito nel dominio spazio - tempo lungo lo stendimento e determinazione dello spettro di potenza dal segnale tramite trasformata bidimensionale di Fourier (FFT) nel dominio frequenza/velocità di fase con individuazione di possibili eventuali "famiglie" di modi superiori di vibrazione del terreno;
- Calcolo automatico della curva di dispersione sperimentale determinata sui massimi spettrali dello spettro di potenza;

- Calcolo iterativo della curva di dispersione apparente numerica con eventuali modi superiori di vibrazione, che meglio approssima quella sperimentale, mediante il metodo “Roma” sulla base di alcuni parametri in input immessi dall’utente quali densità e profondità degli strati, velocità delle onde di corpo, parametri geotecnici etc..., con l’individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica, corrispondente al modello di suolo assegnato.

L’analisi dello spettro “phase velocity-frequency (c-f)” ha consentito di ricostruire quindi un modello sismo-stratigrafico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall’andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

Inoltre è stato possibile riconoscere che la curva sperimentale campionata corrisponde alla vibrazione di più modi, ossia il modo fondamentale e il primo modo superiore.

Dall’inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, rappresentativo dell’area investigata, con un errore assoluto tra curva sperimentale e curva numerica di “best fit” pari all’ 8% per entrambe le prove MASW.

Di seguito vengono riportati i parametri ricostruiti dal modello MASW per le due misure:

“MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO MASW 1”

Numero di strati (escluso semispazio)	6
Spaziatura ricevitori	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m].....	0.1
z [m]	-0.1
Densità [kg/m ³]	1500
Poisson	0.38
Vp [m/s]	500
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	220

Strato 2

h [m].....	1
z [m]	-1.1
Densità [kg/m ³]	1900

Poisson	0.33
Vp [m/s]	1001
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	504

Strato 3

h [m].....	1.5
z [m]	-2.6
Densità [kg/m ³]	2200
Poisson	0.33
Vp [m/s]	1699
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	856

Strato 4

h [m].....	6
z [m]	-8.6
Densità [kg/m ³]	2300
Poisson	0.3
Vp [m/s]	1800
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	962

Strato 5

h [m].....	7
z [m]	-15.6
Densità [kg/m ³]	2400
Poisson	0.3
Vp [m/s]	1901
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	1016

Strato 6

h [m].....	0
z [m]	-oo
Densità [kg/m ³]	2400
Poisson	0.3
Vp [m/s]	2499
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	1336

“MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO MASW 2”

Numero di strati (escluso semispazio)	6
Spaziatura ricevitori	2m
Numero ricevitori	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m]	0.1
z [m]	-0.1
Densità [kg/m ³]	1500
Poisson	0.38
Vp [m/s]	700
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	308

Strato 2

h [m]	1
z [m]	-1.1
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.35
Vp [m/s]	1501
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	721

Strato 3

h [m]	3
z [m]	-4.1
Densità [kg/m ³]	2100
Poisson	0.33
Vp [m/s]	1630
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	821

Strato 4

h [m]	5
z [m]	-9.1
Densità [kg/m ³]	2300
Poisson	0.33
Vp [m/s]	1801
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	907

Strato 5

h [m].....	4
z [m]	-13.1
Densità [kg/m ³]	2400
Poisson	0.3
Vp [m/s]	2000
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	1069

Strato 6

h [m].....	0
z [m]	-00
Densità [kg/m ³]	2400
Poisson	0.3
Vp [m/s]	2801
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	1497

Il sismogramma, le curve di dispersione sperimentali, il profilo delle Vs e lo spettro f-k sono riportati di seguito negli allegati (Fig. 7, 8, 9, 10, 11).

Le indagini di tipo MASW hanno dato:

- "MASW 1" - $V_{s,eq} > 800$ m/s in meno di 3m dal p.c., ossia **Cat. "A"**;
- "MASW 2" - $V_{s,eq} > 800$ m/s in meno di 3m dal p.c., ossia **Cat. "A"**;

Per quanto riguarda riguarda le caratteristiche topografiche il sito rientra nella categoria **T1**, ossia:

"Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

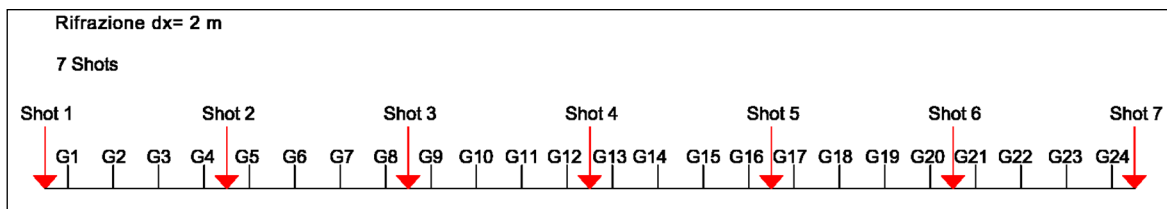
Tomografia sismica a onde rifratte

Sono state condotte n. 2 indagini di sismica a rifrazione con metodo tomografico (A-A', B-B'), utilizzando gli stessi array delle indagini MASW, nonché uguale ubicazione (Fig. 5), geometria e distanze intergeofoniche.

La configurazione adottata per la sismica a rifrazione è a 7 shots così distribuiti:

- 2 end – shots, posti a 1 metro dai geofoni esterni (S1 e S7);
- 4 intermedi, posti tra $4^\circ - 5^\circ$ geofono (S2) , $8^\circ - 9^\circ$ geofono (S3), e tra $16^\circ - 17^\circ$ geofono (S5) e $20^\circ - 21^\circ$ geofono (S6);
- 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4).

In questo modo sono state generate n. 7 registrazioni, una per ogni shot; da questi sono stati letti i tempi di “primo arrivo” delle onde sismiche di tipo P per la costruzione delle relative dromocrone (diagrammi tempo - distanza).



Configurazione geometrica array sismico per rifrazione.



Foto 1: Fase di esecuzione indagine sismica (A-A' e MASW1)



Foto 2: Fase di esecuzione indagine sismica (B-B' e MASW2)

Per le analisi interpretative, è stato utilizzato il software Rayfract (versione 3.19) che consente la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo, con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde.

Tale software si avvale di due metodi di calcolo accoppiati, ossia quello di inversione DELTA t-v (con implementazione dell'equazione di Wiechert-Herglotz), mediante il quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di traveltimes e il metodo di inversione 2D WET (Schuster 1993), mediante il quale si ottimizzano i modelli di velocità ottenuti con il metodo DELTA t-v.

Il software Rayfract è stato supportato dal software SURFER 8 mediante il quale è stato eseguito automaticamente il gridding, l'imaging ed il contouring dei suddetti modelli di velocità.

L'interpretazione delle n. 2 sezioni tomografiche ottenute ha permesso l'individuazione di un rifrattore principale localizzato a circa 2 m per la sezione A-A' e variabile fino a un max di 5 m per la sezione B-B' (Fig. da 12 a 15), molto probabilmente attribuibile al limite stratigrafico calcareniti – calcare micritico, desumibile anche della locale geologia dell'area; inoltre l'interpretazione in parola non ha tenuto conto, dato l'esiguo spessore, di un substrato superficiale di terreno vegetale di alterazione, il quale quando affiorante

risulta essere di appena 0,3 m, quindi non discriminato da variazioni del gradiente delle velocità primarie.

11 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

In questo capitolo vengono illustrate le caratteristiche fisico-meccaniche della litofacies che caratterizza il sedime dell'area oggetto di studio.

Al fine di rendere altamente attendibili le valutazioni geotecniche, riguardanti l'area oggetto di studio, si è fatto riferimento ai dati di letteratura formazioni calcarenitiche dalle analoghe caratteristiche al sito in progetto. Non si è ritenuto opportuno effettuare prove penetrometriche in situ in quanto tenuto conto della natura molto tenace dei litotipi affioranti sarebbero andate immediatamente a rifiuto.

Dal punto di vista geomeccanico le calcareniti sono ascrivibili al gruppo delle rocce coerenti.

Un approccio metodologico prudente impone il riferimento ad una parametrizzazione geotecnica più scadente; Pertanto, prudenzialmente si suggeriscono parametri fisicomeccanici medi del tipo:

Simbolo	Caratteristiche	Unità di Misura	Valore
γ	Peso di volume	t/m ³	1.7 – 1.8
ϕ'	Angolo di attrito interno		26°-28°
C'	Coesione drenata	Kg/cm ²	0
C_u	Coesione n. dr.	Kg/cm ²	0.1 - 0.65

Le caratteristiche tecniche di tali terreni di fondazione sono tali da far ritenere il terreno idoneo a ricevere i carichi trasmessi dalle opere in progetto.

12- CONCLUSIONI

In base alle risultanze del presente studio geologico, tenuto conto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni presenti, unitamente ai risultati delle indagini sismiche eseguite ed alla loro caratterizzazione geomeccanica generale, è possibile asserire:

- dai risultati delle indagini geofisiche effettuate è stato riconosciuto un modello geologico a tre strati. Nello specifico l'interpretazione delle 2 sezioni tomografiche ottenute ha permesso l'individuazione di un rifrattore principale localizzato a circa 2 metri per la sezione A-A' e variabile fino a un massimo di 5 metri per la sezione B-B',

attribuibile al limite stratigrafico calcareniti – calcare micritico, desumibile anche della locale geologia dell'area; infine il primo substrato superficiale di terreno vegetale di alterazione, quando affiorante, mostra spessori esigui circa 0,3 metri o a luoghi assenti;

- Dal punto di vista altimetrico, in un opportuno intorno dell'area in esame, si evince che le quote aumentano da Est verso Ovest con un minimo di 41 metri s.l.m. nella porzione orientale ed un massimo di 43 metri s.l.m. in quella occidentale. In particolare, il sito in progetto, si localizza in posizione intermedia, impostandosi ad un quota media di circa 42mt. s.l.m..
- Il suolo di fondazione, secondo il “D.M. 17/01/2018”, rientra nella categoria “A”, con condizioni topografiche “T1”;
- Una piccola parte del cavidotto interrato interessa un'area endoreica a pericolosità idraulica AP, MP e BP, motivo per il quale è stato realizzato uno studio di compatibilità idrologica/idraulica ai sensi del PAI/P attestante la compatibilità del progetto nei confronti di tale vincolistica;
- Dalla consultazione completa della cartografia ufficiale del PTA/P, si rappresenta infine che sui terreni oggetto di realizzazione delle opere non sussiste vincolo di protezione speciale degli acquiferi (ZPSI); tuttavia l'area risulta essere in zona a tutela quali-quantitativa della falda, che comunque non pregiudica la fattibilità dell'opera dato che non è prevista la realizzazione di pozzi per la captazione e prelievo della falda;
- Nell'area in studio, risulta esservi la presenza di un'unica falda, ossia quella profonda, che si rinviene a circa 40 m dal p.c., la quale non interferirà in alcun modo con le opere in progetto;
- Dal punto di vista geotecnico le caratteristiche tecniche dei terreni di fondazione sono tali da far ritenere il terreno idoneo a ricevere i carichi trasmessi dalle opere in progetto;

In relazione a quanto sopra esposto si ritiene che non vi siano condizioni geologiche ostative alla realizzazione delle opere in progetto.

Ceglie Messapica, lì 30.05.2025

Dott. Geol. Cosimo Santoro



Fig.1: Stralcio IGM

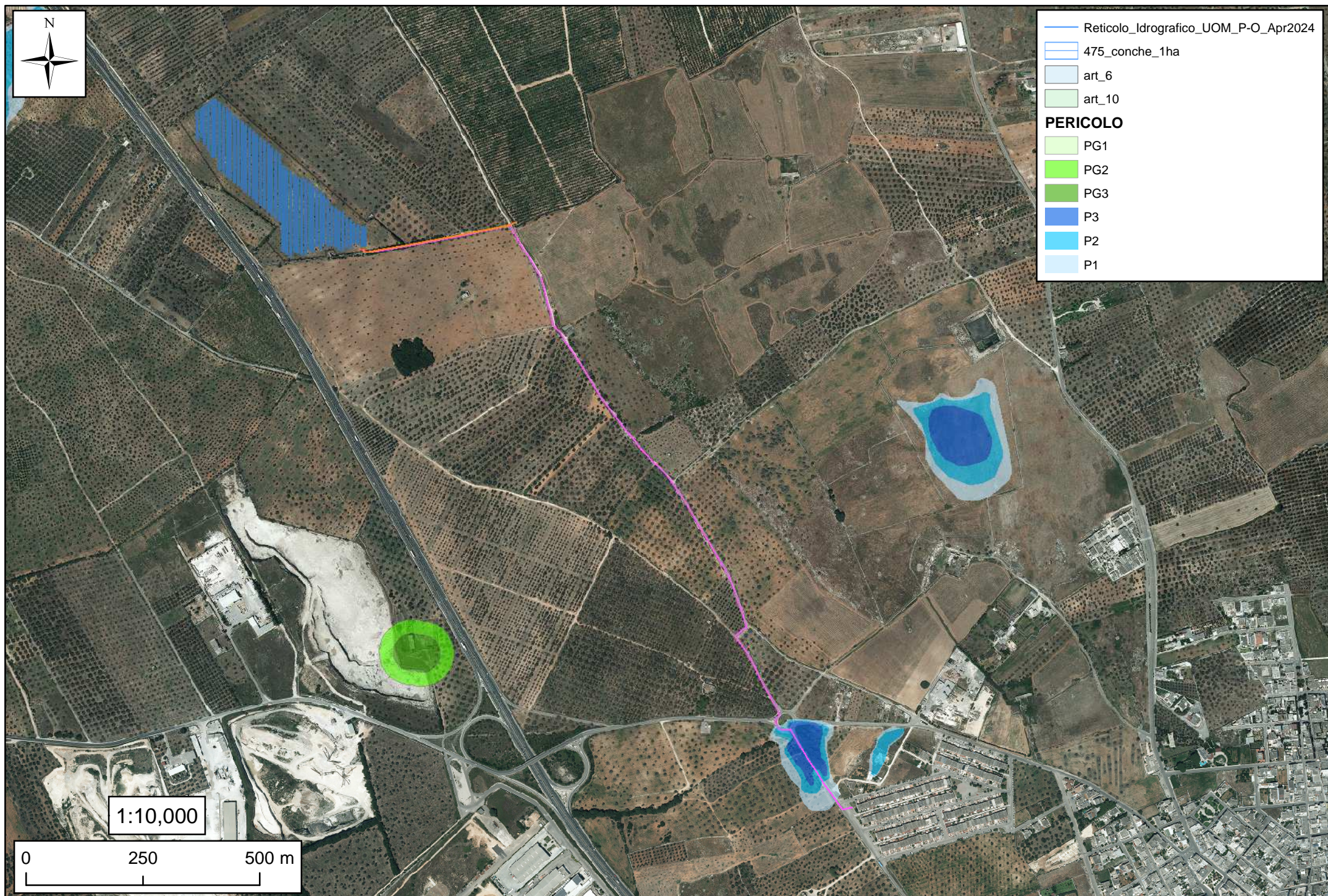


Fig.2a: Stralcio PAI AdB DAM

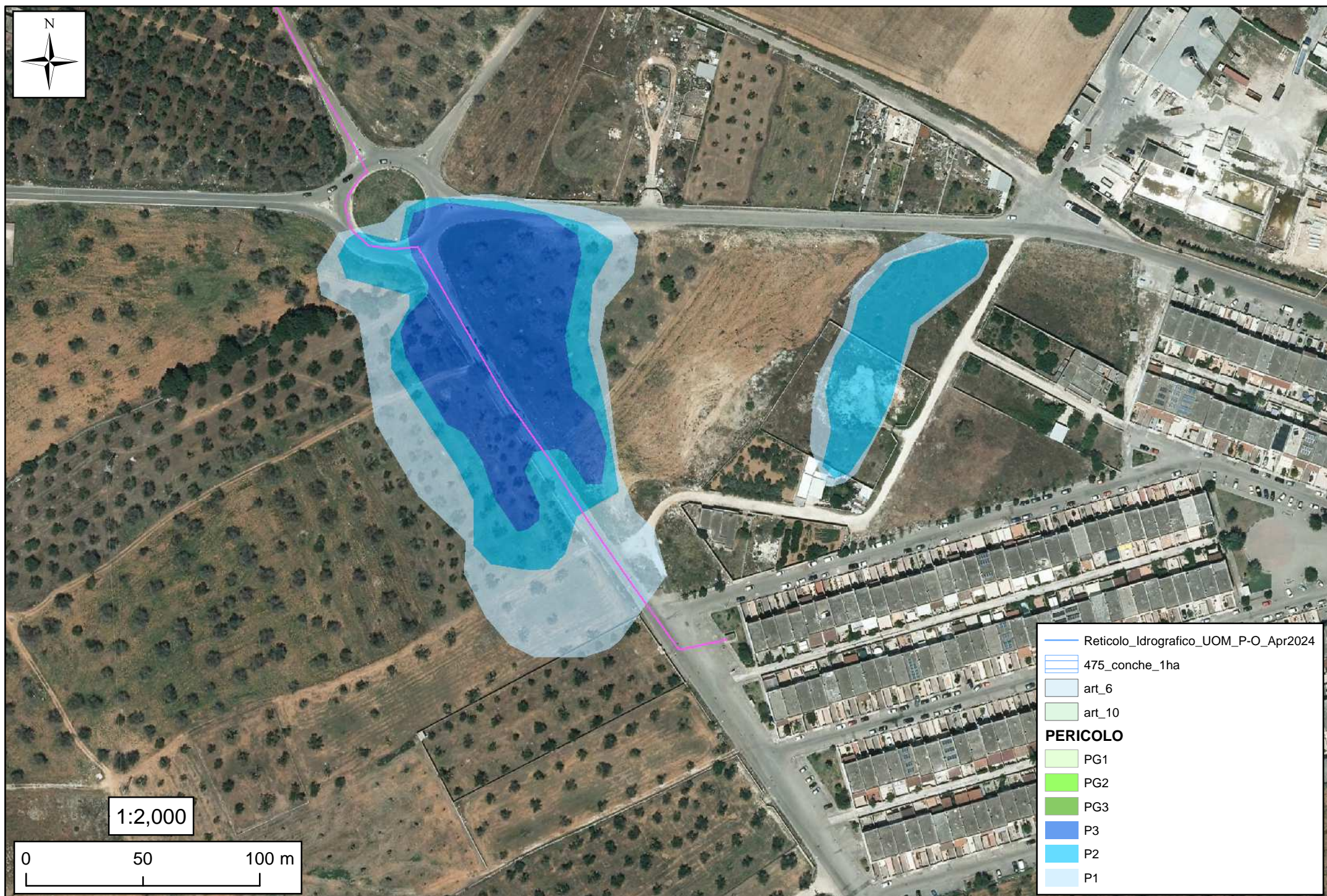
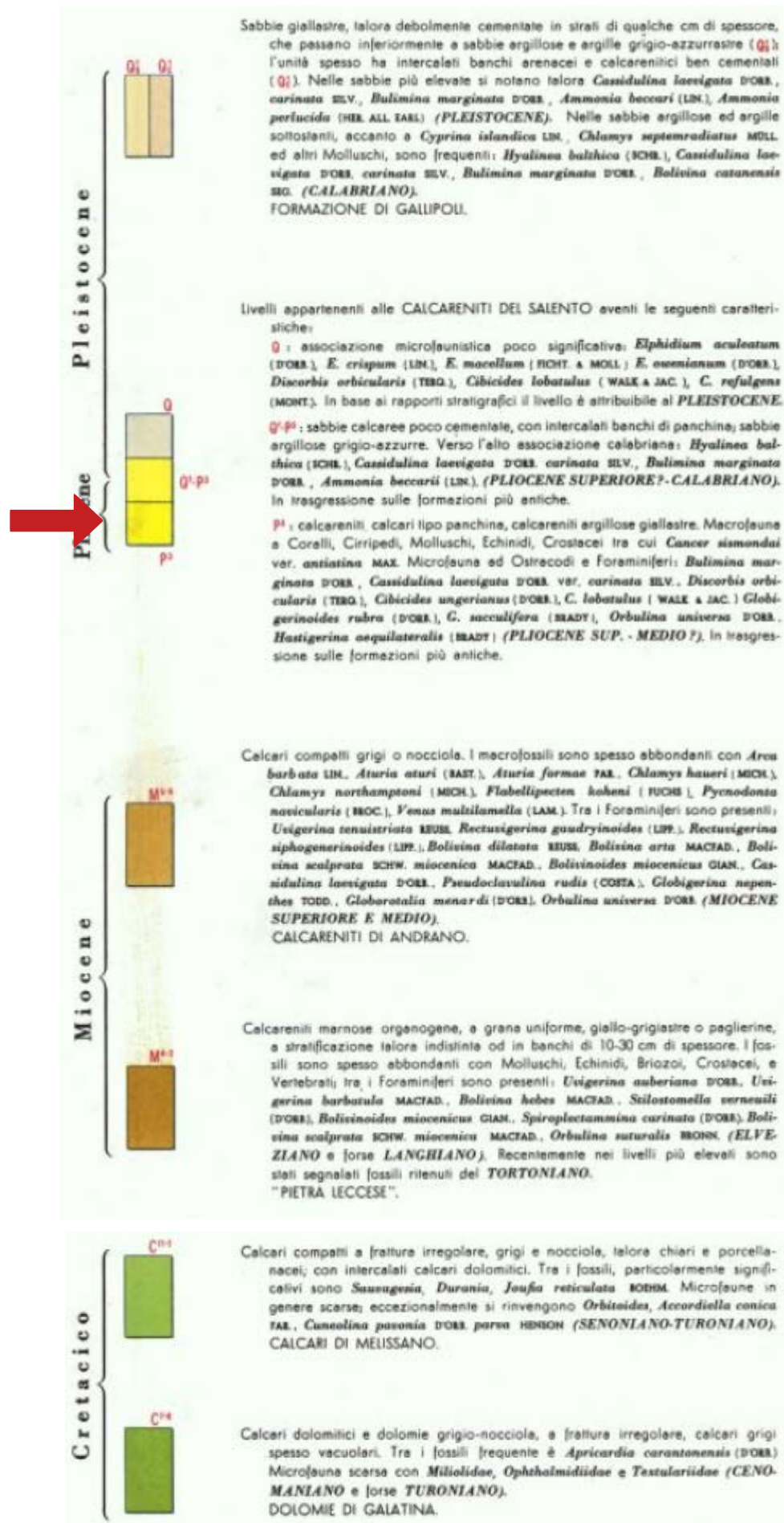


Fig.2b: Dettaglio PAI AdB DAM in corrispondenza dell'interferenza cavidotto



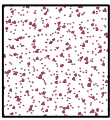
Fig. 3b: Legenda formazioni F. 204 Lecce



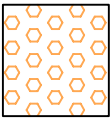
SEZIONE STRATIGRAFICA ORIENTATIVA DEL SITO

Fig. 4

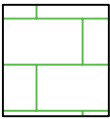
Scala 1:100



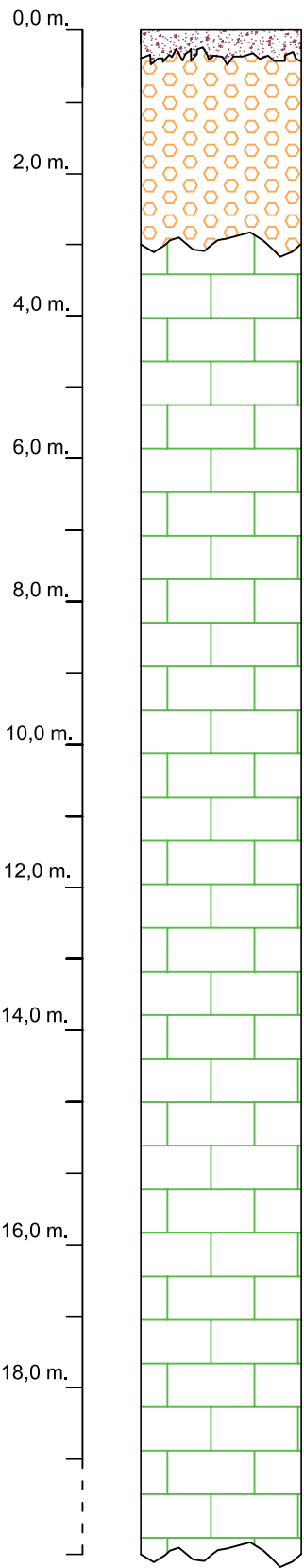
Terreno vegetale fram misto a frammenti di roccia calcarenitica con materiale di riporto.



Calcareniti detritiche-organogene di colore bianco-giallastro ben stratificate con presenza di pectinidi, echinidi e brachiopodi.



Calcarei fratturati e carsificati, il cui grado di fratturazione diminuisce con la profondità, con abbondante presenza di fossili (rudiste)



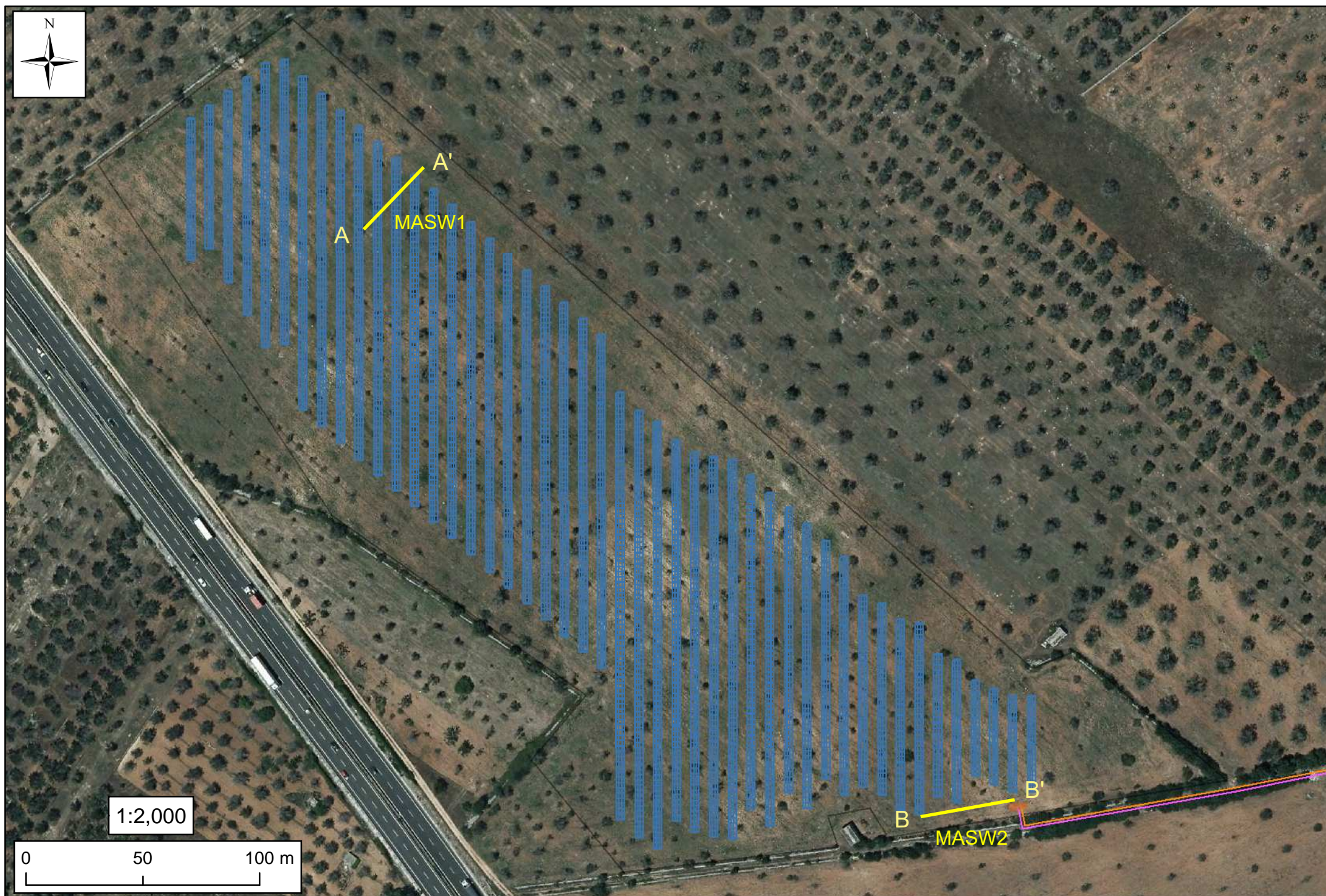


Fig. 5: Planimetria con ubicazione profili sismici

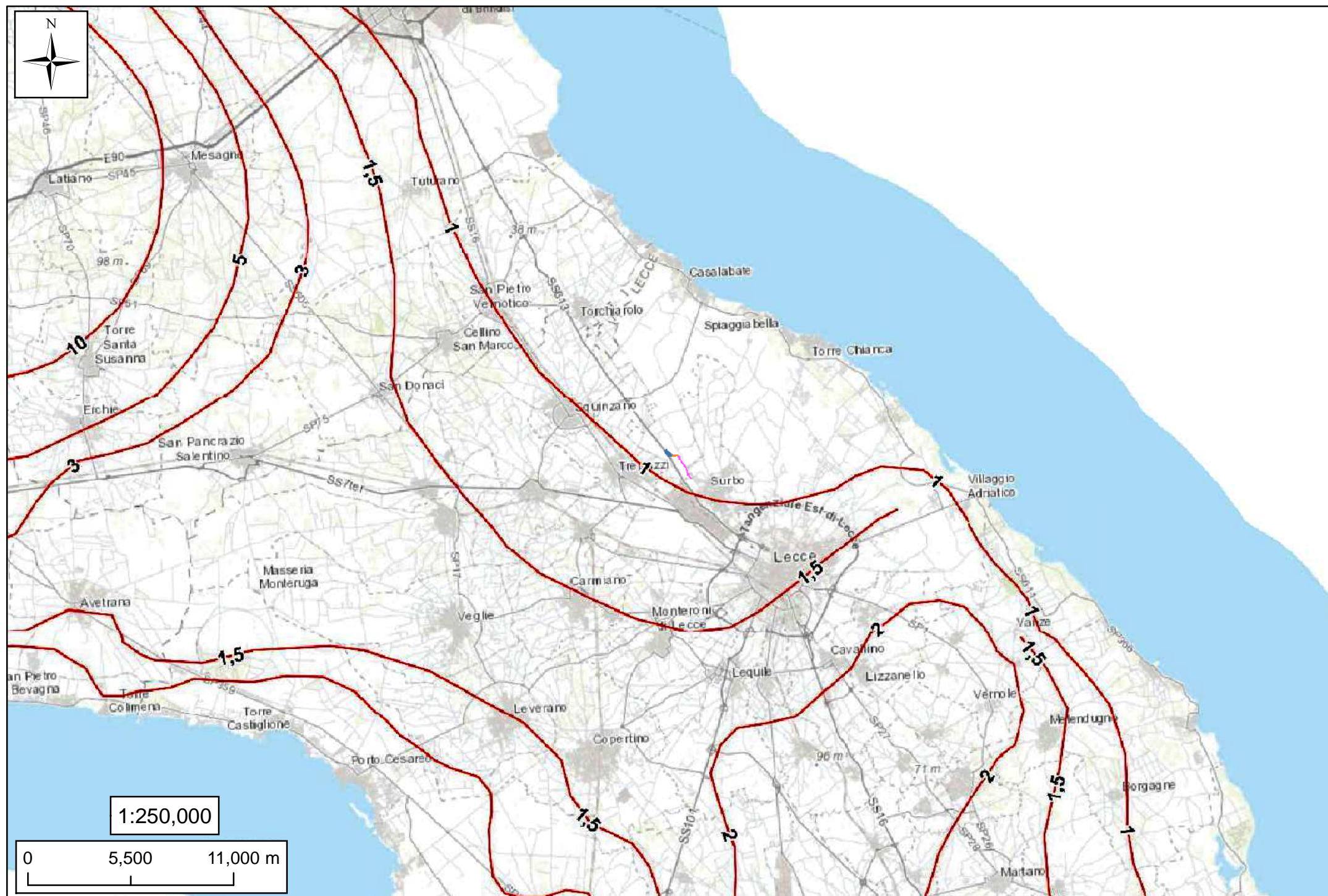


Fig.6: Stralcio PTA/P, tav. C5, con indicazione altezze piezometriche della profonda

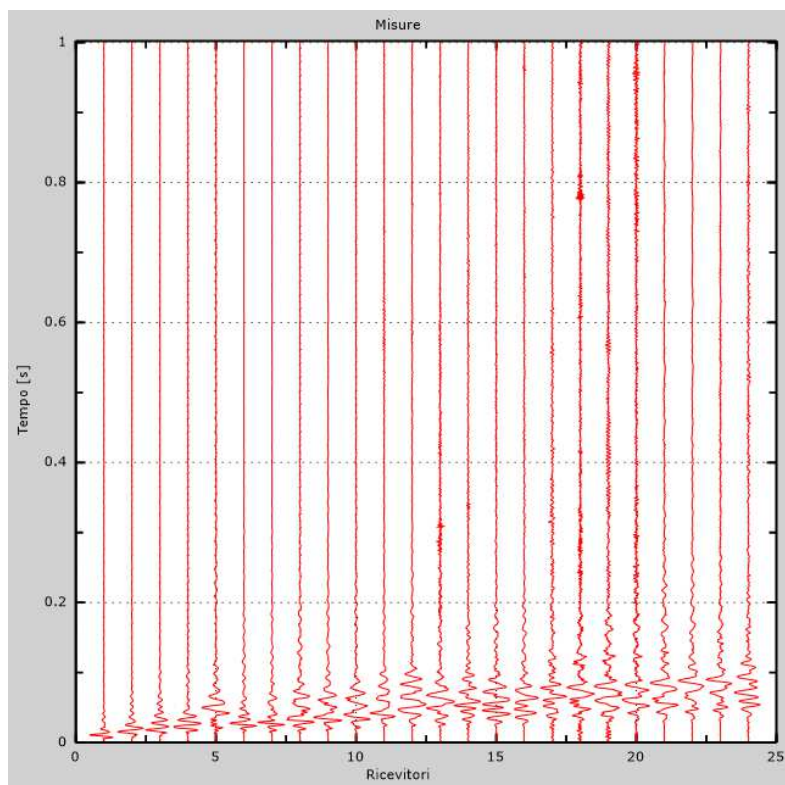


Fig. 7a: Sismogramma sperimentale MASW 1

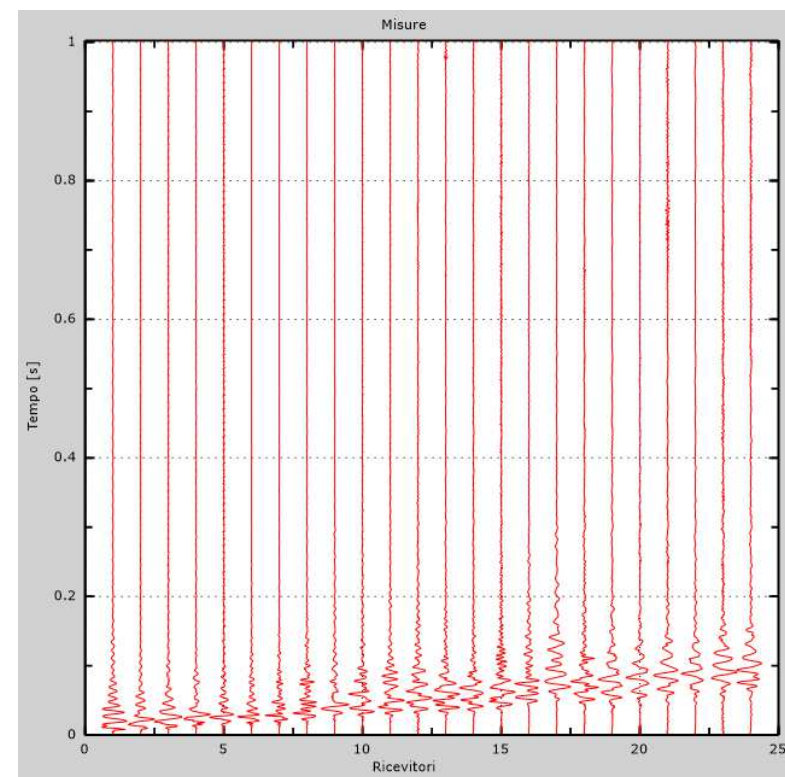


Fig. 7b: Sismogramma sperimentale MASW 2

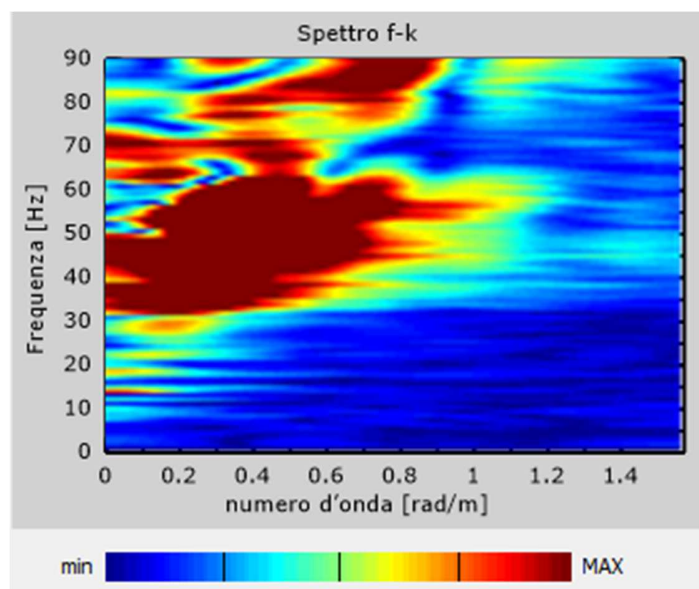


Fig. 8a: Spettro F-K MASW 1

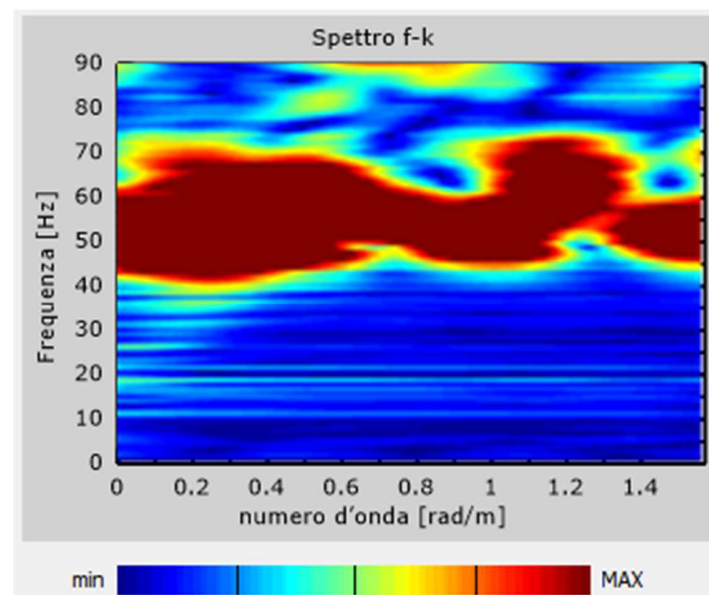


Fig. 8b: Spettro F-K MASW 2

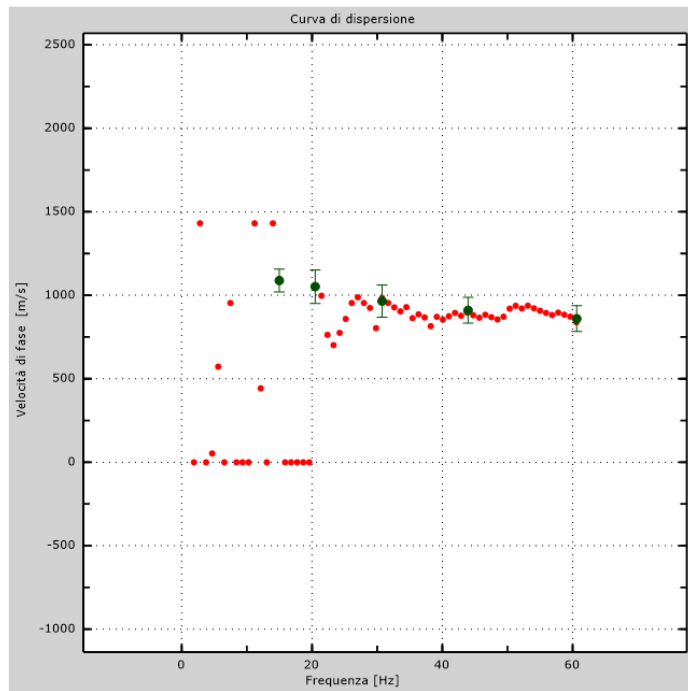


Fig. 9a: Curva di dispersione sperimentale MASW 1

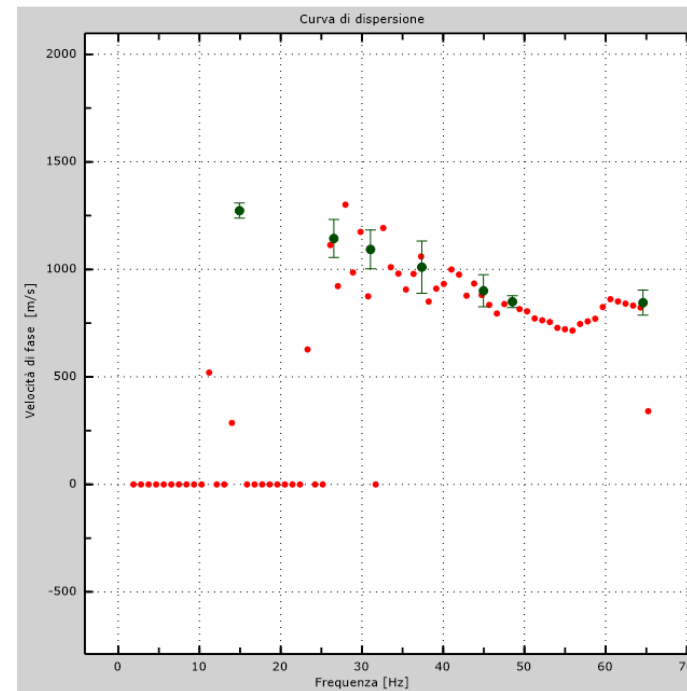


Fig. 9b: Curva di dispersione sperimentale MASW 2

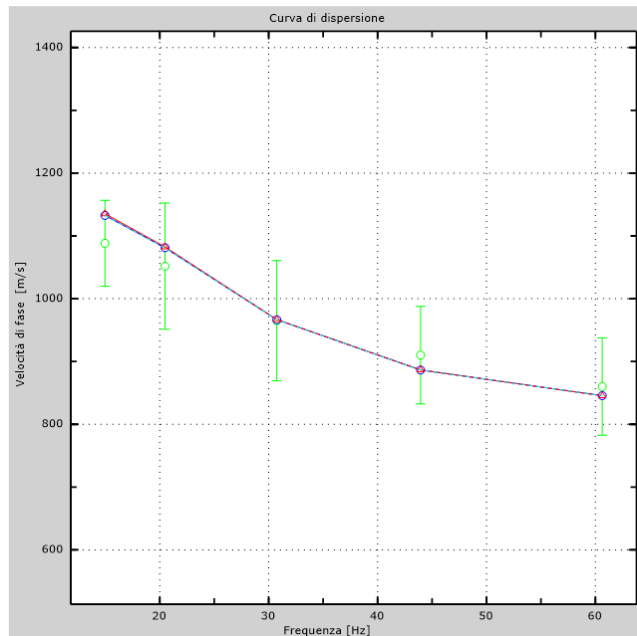


Fig. 10a: Puntti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso) MASW 1

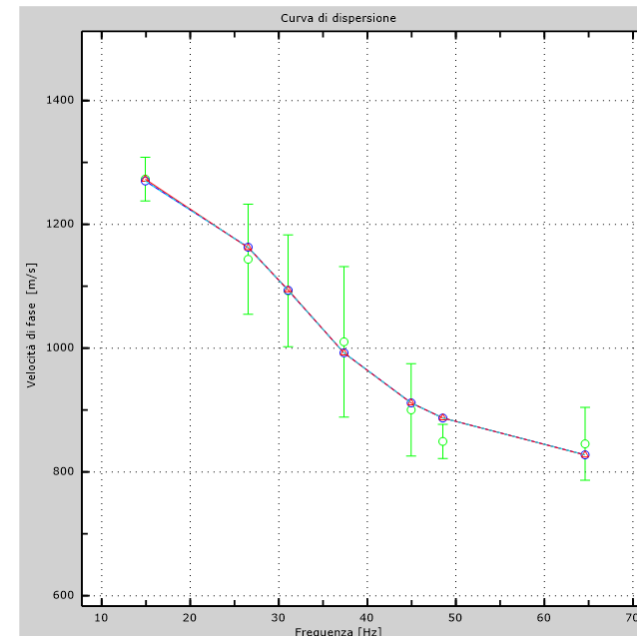


Fig. 10b: Puntti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso) MASW 2

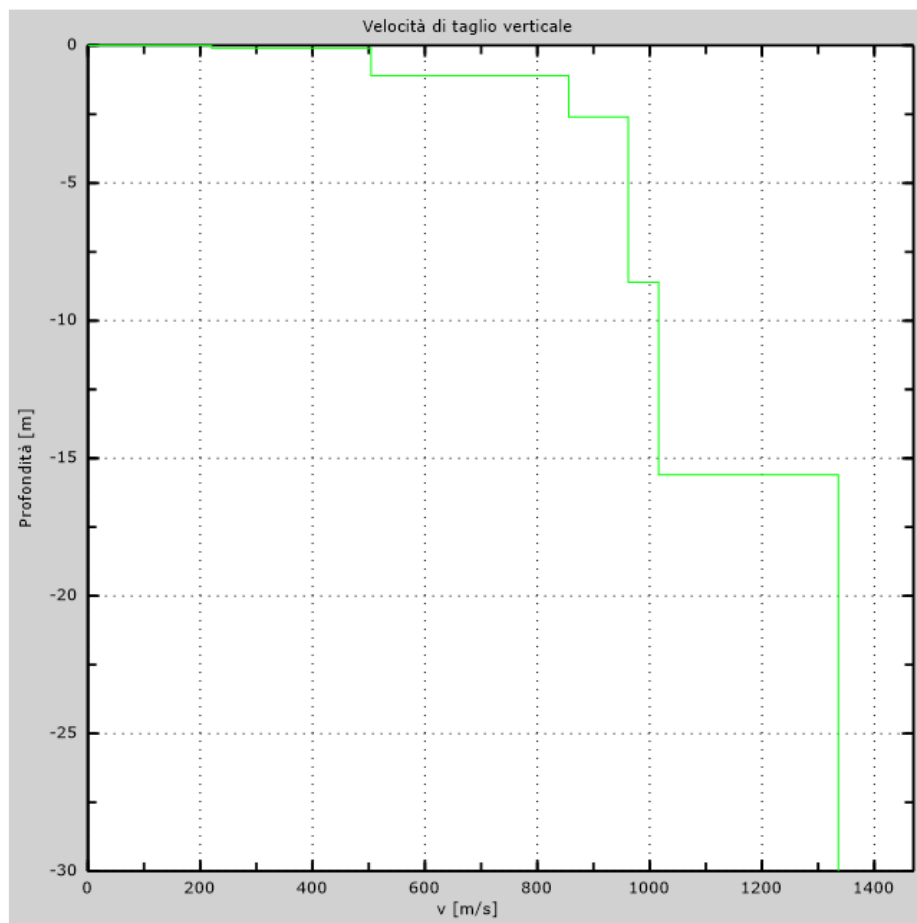


Fig. 11a: Profilo Vs numerico calcolato MASW 1

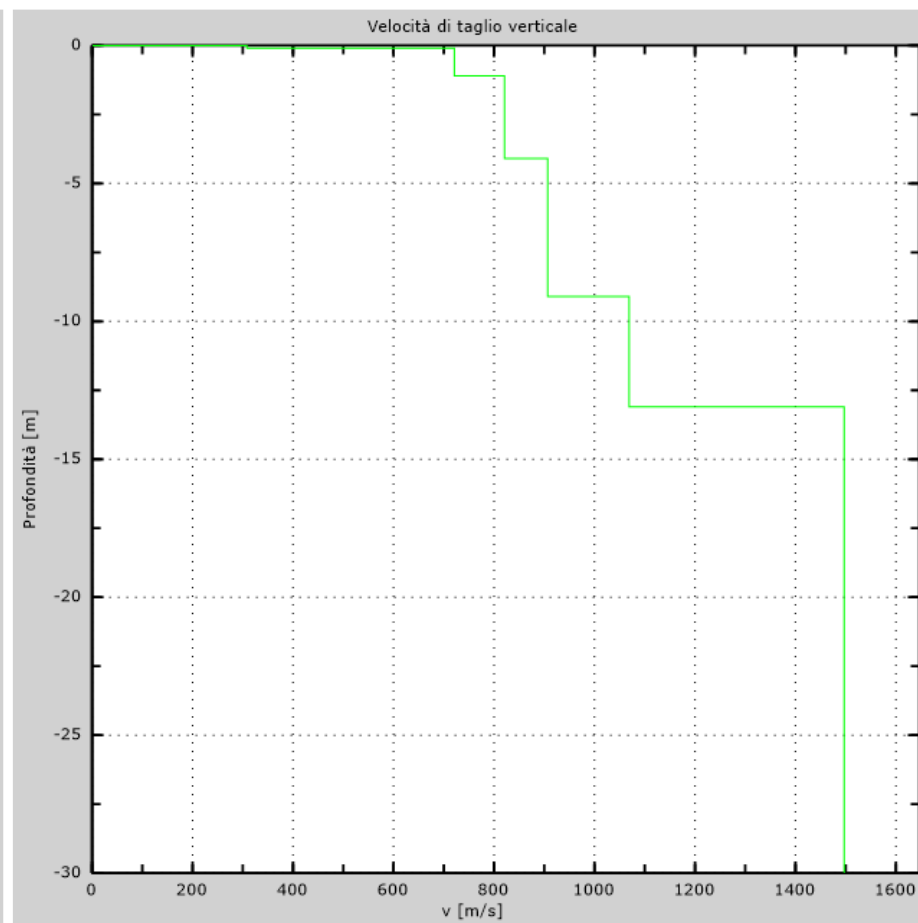


Fig. 11b: Profilo Vs numerico calcolato MASW 2

Fig. 12: Sezione sismostratigrafica A-A'

salonna A-A', 20 WET iterations, RMS error 2.9 %, refraction tomography

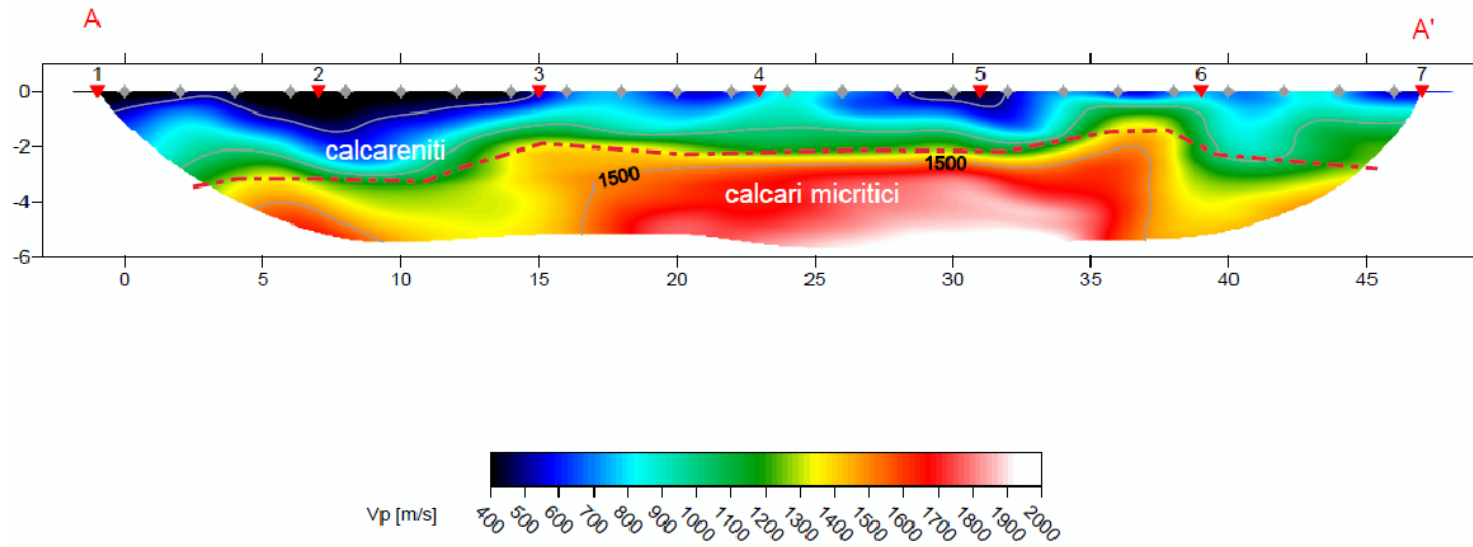


Fig. 13: Percorso dei raggi sismici sezione A'-A'

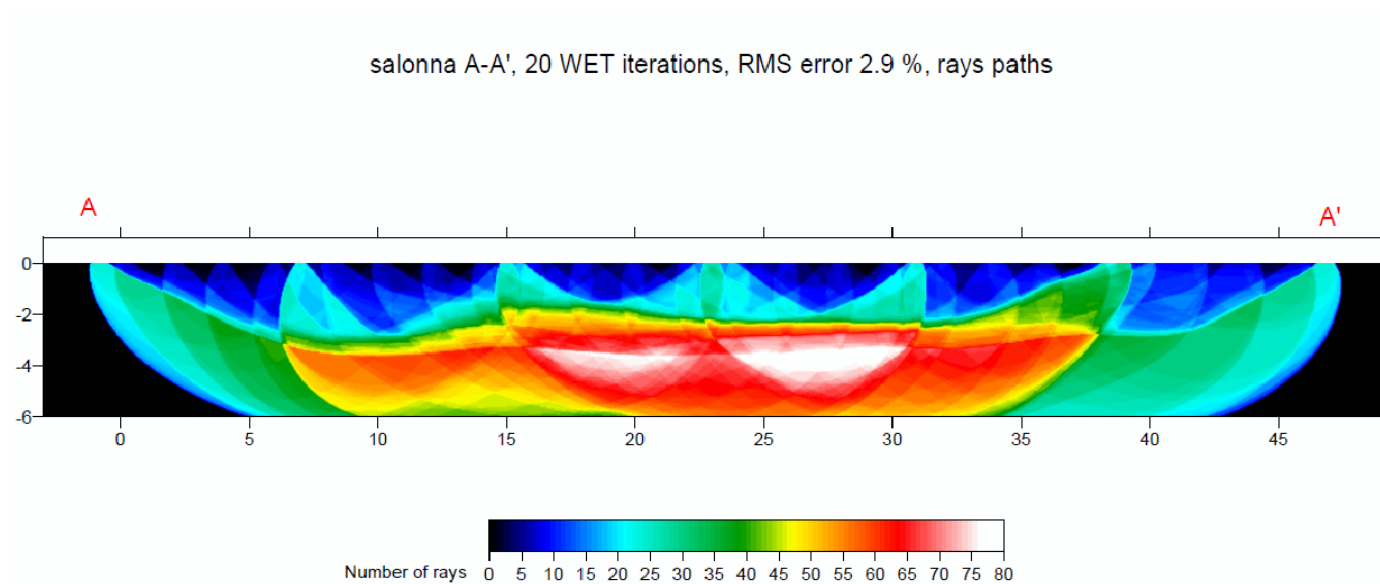


Fig. 14: Sezione sismostratigrafica B-B'

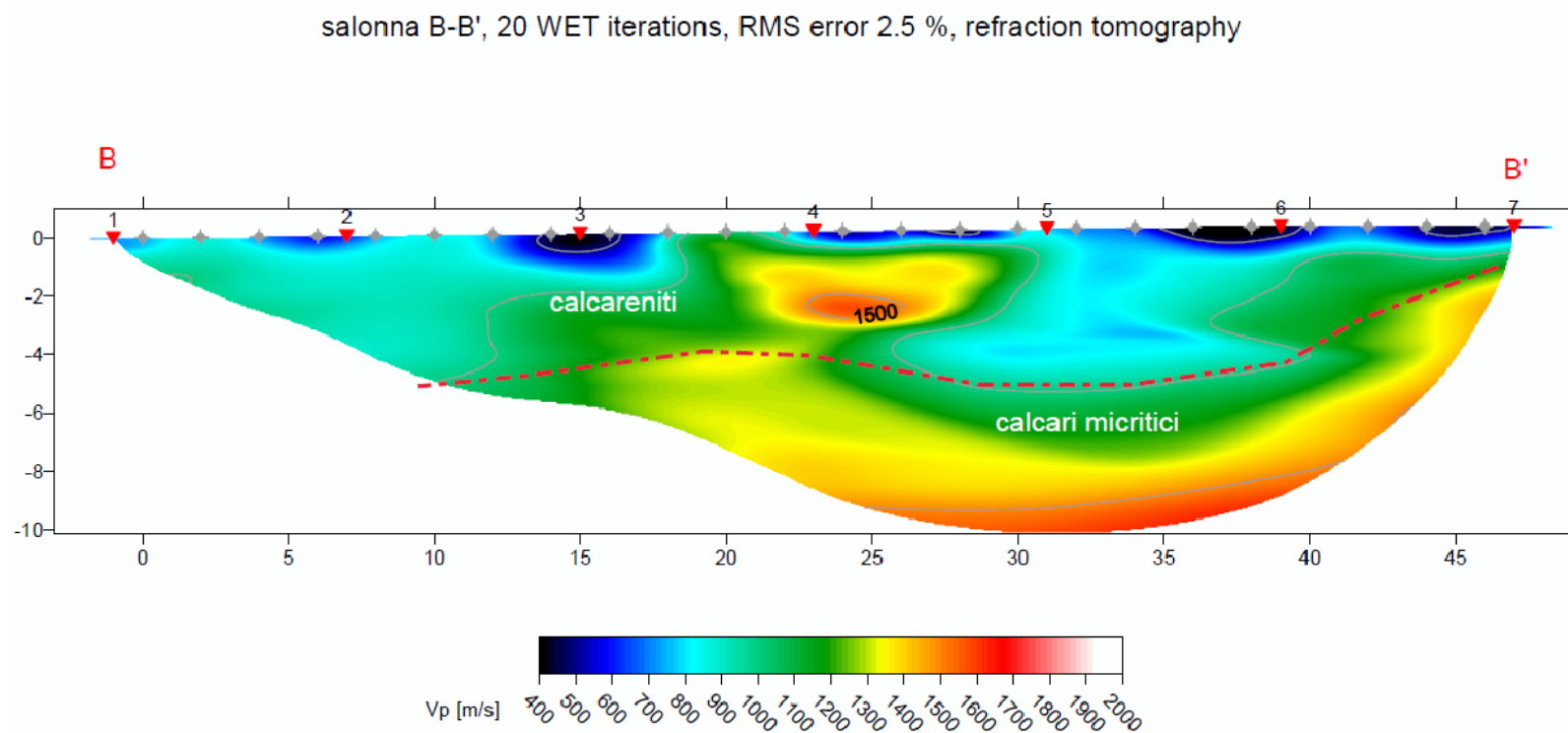


Fig. 15: Percorso dei raggi sismici sezione B'-B

