



REGIONE MOLISE

Provincia di CAMPOBASSO

MAFALDA



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
NEL COMUNE DI MAFALDA NELLE LOCALITA' LA POSTA DI
CANZANO, MACCHIA S. LUCIA E S. ROCCO

COMMITTENTE

Q-ENERGY RENEWABLES 2 SRL

Via Vittor Pisani, 8/A - 20124 Milano (MI)
PEC: q-energyrenewables2srl@legalmail.it
P.IVA: 12490070963

Codice Commessa PHEEDRA: 23_24_EO_MFD



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.772302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

PROGETTAZIONE

Direttore Tecnico : Dott. Ing. Angelo Micolucci



Dott. Geol. Antonio Mattia Fusco



1	Settembre 2023	PRIMA EMISSIONE	AF	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	MFD	CIV	REL	023	01	MFD-CIV-REL-023_01	

PREMESSA

Nell'ambito del **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MAFALDA NELLE LOCALITA' LA POSTA DI CANZANO, MACCHIA S. LUCIA E S. ROCCO** la società proponente ha incaricato lo scrivente di effettuare lo studio di compatibilità idrogeologica e la relazione geologica e sismica sulla base delle NTC 2018 relativamente all'area d'interesse.

Nelle pagine che seguono, il quadro geologico-geotecnico, emerso da tutti gli esami e studi effettuati, è illustrato attraverso l'analisi degli elementi che hanno concorso alla redazione della presente:

- ricognizione sull'area d'interesse per la definizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito;
- caratterizzazione del suolo di fondazione e parametri sismici.

Gli aerogeneratori ricadono su un'area posta rispettivamente a Nord, Nord – Est dal centro urbano del Comune di Mafalda (CB) ad una distanza di circa 1,6 km in linea d'aria, ad Ovest dal centro urbano del Comune di Montenero di Bisaccia (CB) ad una distanza di circa 2,1 km in linea d'aria e a Est dal centro urbano del Comune di Fresagrandinaria (CH) ad una distanza di circa 3,8 km in linea d'aria.

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

SP 81 – Strada Provinciale 81

SS 157 – Strada Statale 157

SP 163 – Strada Provinciale 163

Strade comunali

L'accesso alle torri è garantito in particolare dalla Strada Provinciale SP 81, dalla Strada Statale SS 157, dalla Strada Provinciale 163 e strade comunali. La viabilità da realizzare non prevede opere di impermeabilizzazione. Sono inoltre previste piazzole in prossimità degli

aerogeneratori.

Distanza parco dai centri abitati

1,6 km dal comune di Mafalda (CB);

2,1 km dal comune di Montenero di Bisaccia (CB);

3,8 km dal comune di Fresagrandinaria (CH).

Nell'area sono rilevabili i seguenti siti storico culturali:

MASSERIA MARCHESANI (distante circa 541 m da WTG 01);

MASSERIA MARCHESANI (distante circa 927 m da WTG 02);

MASSERIA MARCHESANI (distante circa 653 m da WTG 03);

MASSERIA PAOLETTI (distante circa 476 m da WTG 04);

MASSERIA MARCHESANI (distante circa 910 m da WTG 07);

In merito al Piano Paesistico della Regione Molise (PTPAAV) la specifica area di intervento non rientra nelle 8 Aree individuate dal piano in questione.

TURBINA	E (WGS84) [°]	N (WGS84) [°]
WTG01	14.7382	41.9701
WTG02	14.7467	41.9669
WTG03	14.7063	41.9672
WTG04	14.7147	41.9777
WTG05	14.7120	41.9596
WTG06	14.7301	41.9588
WTG07	14.7240	41.9647
WTG08	14.7430	41.9605
WTG09	14.7023	41.9545
WTG10	14.7531	41.9584

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MAFALDA NELLE LOCALITA'
LA POSTA DI CANZANO, MACCHIA S. LUCIA E S. ROCCO*

TURBINA	E (UTM WGS84 33N) [m]	N (UTM WGS84 33N) [m]
WTG01	478307	4646491
WTG02	479016	4646127
WTG03	475663	4646176
WTG04	476367	4647345
WTG05	476132	4645336
WTG06	477633	4645239
WTG07	477132	4645898
WTG08	478705	4645428
WTG09	475331	4644768
WTG10	479536	4645189

TURBINA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
WTG01	MAFALDA	5	120
WTG02	MAFALDA	11	10
WTG03	MAFALDA	6	123
WTG04	MAFALDA	3	41
WTG05	MAFALDA	8	40
WTG06	MAFALDA	10	33
WTG07	MAFALDA	9	50
WTG08	MAFALDA	11	48
WTG09	MAFALDA	14	29
WTG10	MAFALDA	12	69

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta una sintesi della normativa nazionale e regionale di riferimento per il presente studio:

- D.M. 11/03/88 “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”;
- L.R. 26 Ottobre 1992 N°93 “Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64.”
- Circ. Dir. Centr. Tecn. N° 97/81 Istruzioni relative alle “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”;
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- O.P.C.M. 20 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”.
- O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 “criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (G.U. n.108 del 11/05/2006).
- O.P.C.M. 13 novembre 2010, n.3907 pubblicata nella G.U. 1 dicembre 2010, n.281, S.O.
- Decreto 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture “Norme tecniche per le costruzioni” (GU n. 29 del 04/02/2008).
- Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche (A.G.I., 1977).
- Testo Unitario sulle Norme Tecniche per le Costruzioni come da S.O. n. 159 pubblicato sulla G.U. del 23 settembre 2005, n.222.
- G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MAFALDA NELLE LOCALITA'
LA POSTA DI CANZANO, MACCHIA S. LUCIA E S. ROCCO*

5

- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27);
 - Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni";
 - L.n. 183 del 18 maggio 1989; L.n. 253 del 07/08/90; L.n. 493 del 04/12/93; L.n. 226 del 13/07/99;
-

NORMATIVA SUI VINCOLI

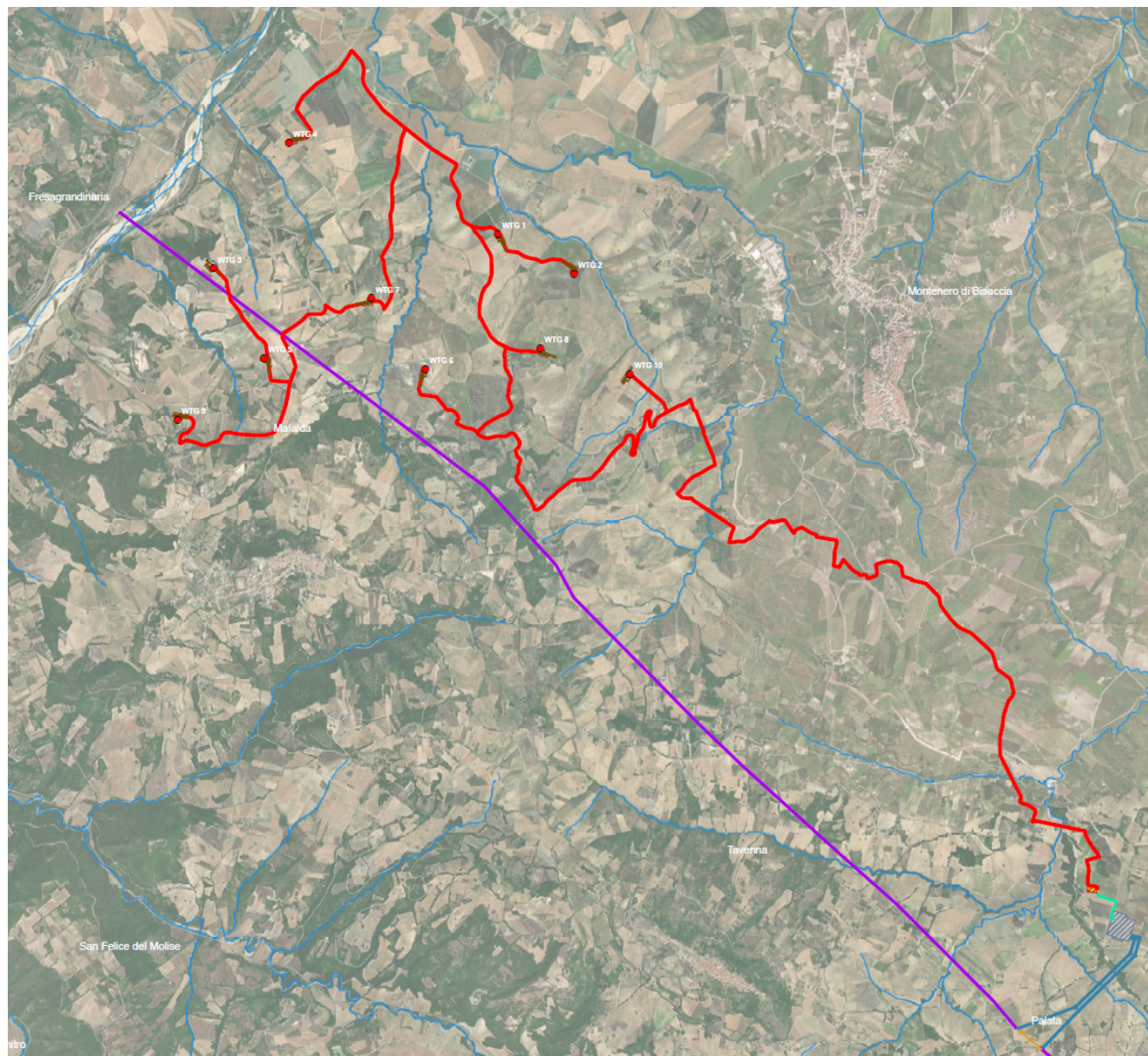
Di seguito vengono elencati i riferimenti normativi relativi a tutti i vincoli territoriali consultati per il presente lavoro:

- *R.D.L. 3267 del 30/ 12/1923 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di territori montani";*
 - *R.D. 1126 del 16/05/1926 "Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani";*
 - *D.P.R. 236 del 24/05/1988 "Attuazione della direttiva n. 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183";*
 - *D.Lgs. 152 del 03/04/2006 "Norme in materia ambientale".*
-

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

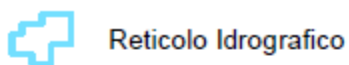
Il territorio si individua tra il fiume Trigno a nord ed a ovest, dal torrente Castellerce a sud, mentre ad est confina con i territori di Tavenna e Montenero di Bisaccia.

Geograficamente il territorio è rilevabile sul Foglio 154 "Larino" tav. I NW.

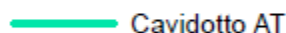
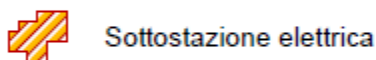
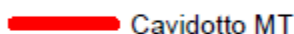
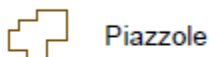
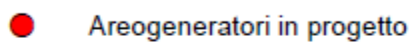


Stralcio foto aerea con ubicazione torri eoliche ed elettrodotto

LEGENDA

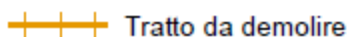
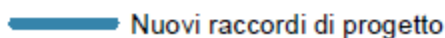
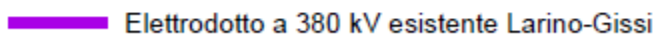


Interventi in progetto



Raccordi AT

Linee Aeree AT



I caratteri orografici generali del territorio, in cui è inserito Mafalda sono quelli tipici di un ambiente di media-bassa collina, con dossi e vallate incise da corsi d'acqua a carattere stagionale. La stessa cittadina sorge su un rilievo morfologico, caratterizzato da una sommità quasi pianeggiante, con versanti che degradano verso valle con un andamento molto variabile nelle diverse zone e circoscritto tutt'intorno da alcuni fossi.

Il diverso grado di evoluzione del paesaggio, determinato dalla diversa capacità di resistenza dei terreni, sottoposti all'azione degli agenti atmosferici, ha portato ad avere, nelle zone di affioramento dei terreni di natura argillosa, versanti dolci e modellati con fenomeni di ruscellamento superficiale, dovuti alla scarsa permeabilità del terreno. In corrispondenza dei punti con pendenza più elevata non mancano movimenti gravitativi, generalmente limitati, che imprimono alla superficie un andamento molto ondulato; sono movimenti innescati dall'azione delle acque meteoriche, che

portano ad un'alterazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei sedimenti.

Nelle zone, invece, dove affiorano i sedimenti marnosi, calcarei ed anche gessosi, più resistenti, osserviamo la presenza di superfici quasi pianeggianti al culmine, mentre lungo i versanti l'erosione ha determinato una morfologia più aspra, con pendenze a tratti anche molto accentuate.

Parlare del sistema idrografico ed idrogeologico del nostro territorio, significa far, comunque, riferimento alle diverse litologie affioranti nelle differenti zone. Infatti, la densità del reticolo, la forma e l'andamento dei corsi d'acqua sono parametri determinati, principalmente, dalla natura dei materiali, che vanno a costituire le formazioni geologiche della zona, quindi, in corrispondenza degli affioramenti argillosi, troveremo una densità piuttosto alta del reticolo idrografico ed una sua evoluzione verso geometrie piuttosto ramificate, fenomeni dovuti alla scarsa permeabilità che caratterizza proprio questi terreni.

Situazione alquanto diversa si riscontra nei termini appartenenti ai depositi flyscioidi, in cui si registra un deciso calo del numero dei corsi d'acqua proprio in relazione alla buona permeabilità di questi sedimenti, permeabilità che risulta legata alla fratturazione dei litotipi, che conferisce agli stessi una permeabilità secondaria. Questa permeabilità, è condizionata, inoltre, dalla presenza di possibili orizzonti argillosi, intercalati ai termini calcarei e marnosi, che rendono, alquanto, variabile il deflusso, sia in verticale che in orizzontale.

Dove è presente, l'idrografia superficiale è generalmente composta da piccole linee di deflusso, che scorrono lungo i versanti e che vanno a confluire generalmente in collettori maggiori, impostati ai piedi dei versanti stessi. Ricordiamo il vallone di Monte la Teglia che confluisce nel torrente Castellerce affluente del fiume Trigno.

NOTE DI GEOLOGIA

Il territorio in studio è collocato verso il limite settentrionale del bacino periadriatico abruzzese-molisano, che nel Plio-Pleistocene andava a formare parte dell'avanfossa adriatica della catena appenninica.

Sul nostro territorio affiora l'unità marina della Daunia, rappresentata dalla formazione di Faeto.

A copertura della formazione rilevata si riscontrano coltri di materiali provenienti da processi di alterazione dei terreni, ad opera degli agenti esogeni. Lo spessore di tali coltri è variabile ed in alcuni casi assume valori anche di diversi metri, specie lungo le vallate.

Le caratteristiche principali delle formazioni presenti nell'abitato, vengono riassunte raggruppando le stesse in base all'età di appartenenza e, quindi, in ordine cronostratigrafico, dalla più antica alla più recente, sono così rappresentate:

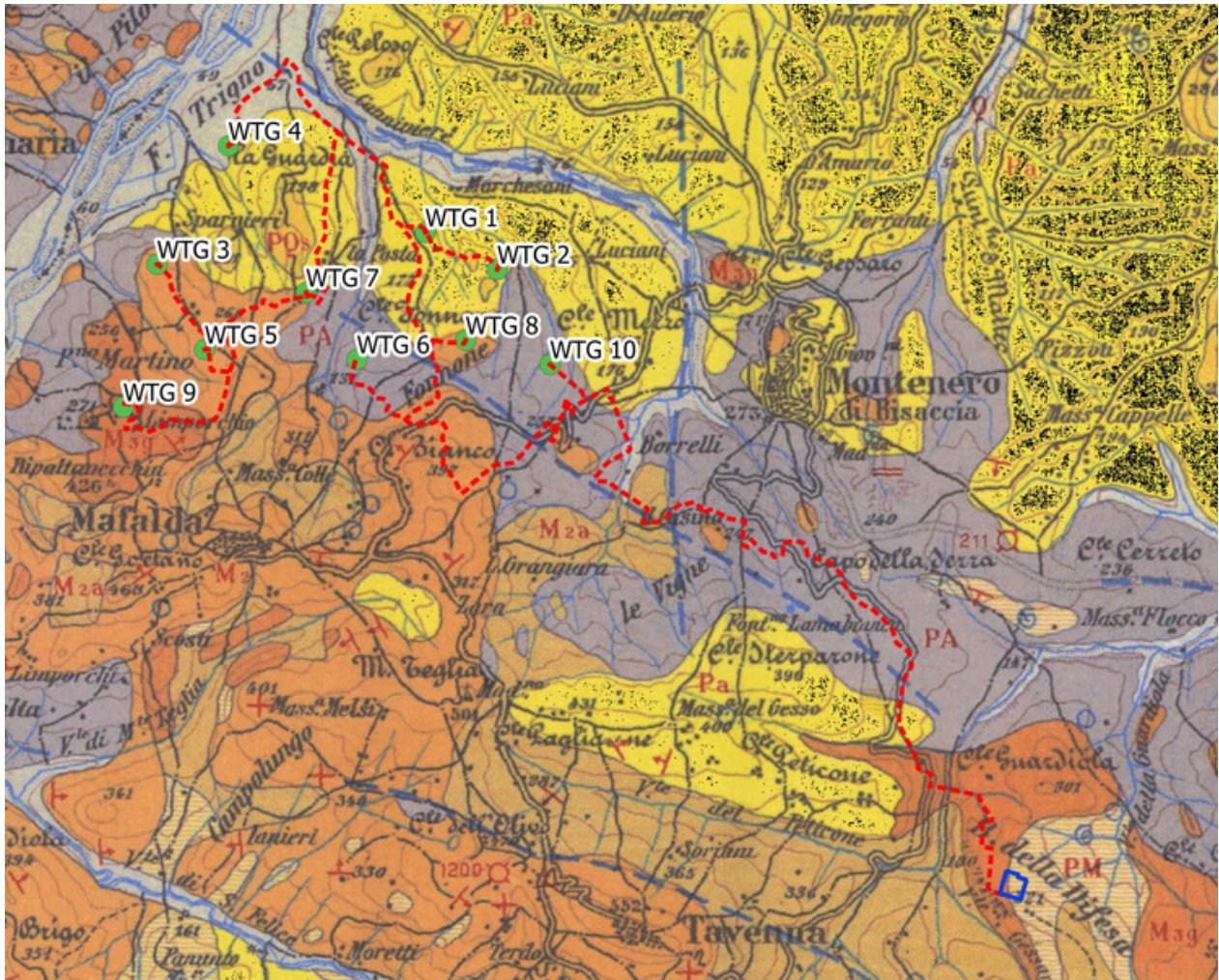
Formazione di Faeto: è un Flysch costituito da strati lapidei ed intercalazioni pelitiche; la parte lapidea è caratterizzata da un'alternanza di calcari marnosi con colorazione prevalente avana chiaro, di calciruditi e marne calcaree, mentre la parte pelitica è rappresentata da livelli di argille scistose grigio - verdastre e marne tenere.

Nelle strutture anticlinaliche questo complesso costituisce la parte sommitale dei rilievi, andando a rappresentare il substrato su cui sorgono diversi centri abitati.

La formazione si presenta molto fratturata, nelle aree morfologicamente depresse ed ai piedi dei versanti spesso sono presenti accumuli di materiale detritico. Tale materiale è costituito da elementi eterometrici a spigoli vivi anche di grosse dimensioni in matrice limo-argillosa.

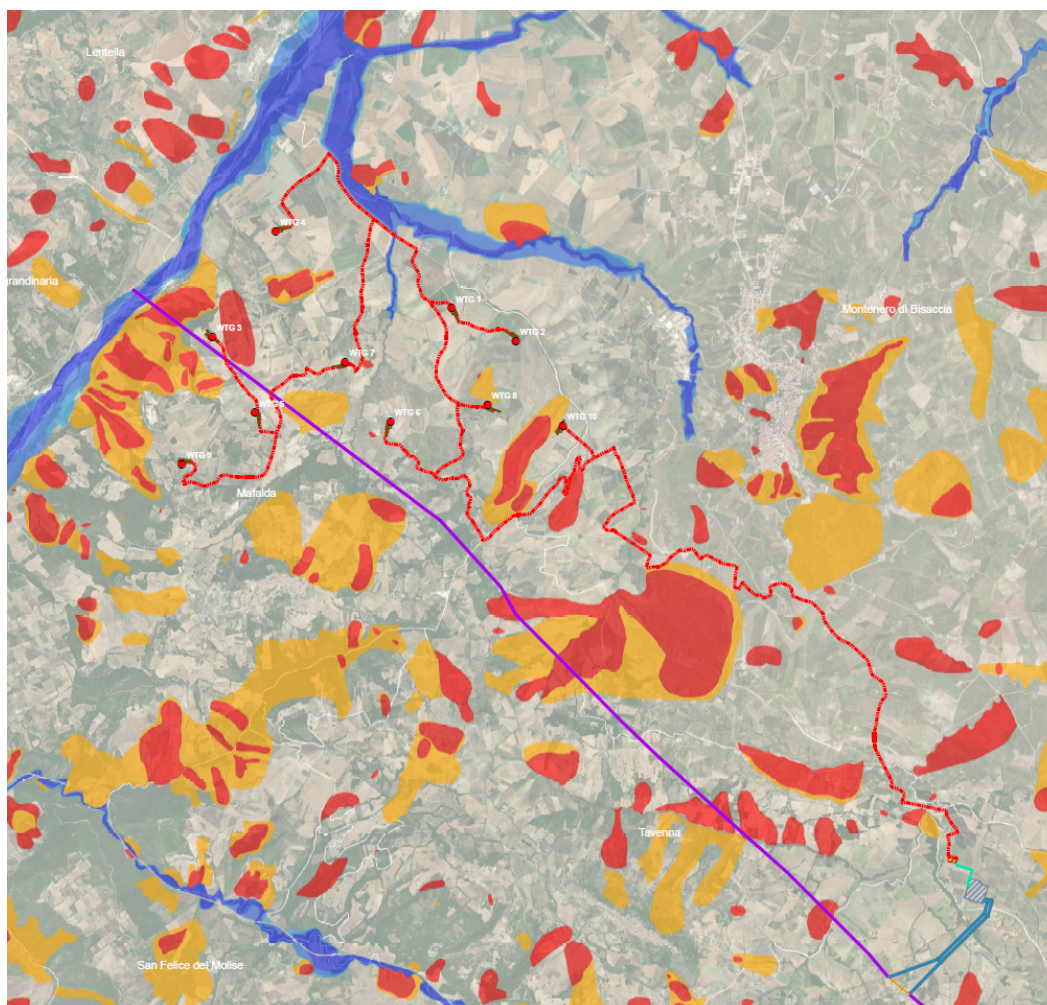
Formazione Argille di Montesecco - Pliocene sup.-Pleistocene inferiore
Si rileva in affioramento sul versante a nord dell'abitato di Mafalda in contatto di sovrascorrimento con i terreni argilloso scagliosi policromi; trattasi di argille siltose grigio-azzurre con rare intercalazioni sabbiose giallastre, di spessore centimetrico e decimetrico, che diventano prevalenti nella parte alta dell'intervallo.

Formazione Argille varicolori – sono presenti a macchia di leopardo e sono costituite da argille e marne a struttura caotica con inclusi trovanti di natura calcarea.



NOTE DI IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrografico l'area rientra nel bacino imbrifero del Fiume Trigno. In superficie piccole incisioni provvedono a raccogliere le acque dilavanti e a convogliarle verso Est. Il quadro idrologico è comunque piuttosto sviluppato quindi il ruscellamento si esplica in maniera prevalentemente concentrata. Le aree deputate alla raccolta idrica sono interessate da incisioni ma, a forma regolare, che convogliano le acque verso le quote inferiori. Pertanto non si rilevano aree in erosione. La presenza idrica nel sottosuolo è condizionata principalmente dalle differenti permeabilità offerte dai vari termini sedimentari riscontrati. Il substrato è costituito da una unità idrogeologica a permeabilità bassa per porosità (ordine di grandezza di 10^{-8} cm/sec) costituito da argille limose. E' possibile la presenza di falde sospese nei livelli litologici che sovrastano il substrato costituiti da intercalazioni limo-sabbiose. (Cfr. Cartografia PAI)






Interventi in progetto




-  Areogeneratori in progetto
-  Piazzole
-  Cavidotto MT
-  Sottostazione elettrica
-  Cavidotto AT
-  SE Montecilfone Terna

Raccordi AT




Linee Aeree AT

-  Elettrodotta a 380 kV esistente Larino-Gissi
-  Nuovi raccordi di progetto
-  Tratto da demolire

PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  PI1 bassa
-  PI2 moderata
-  PI3 elevata

PERICOLOSITA' FRANE

-  P1
-  P2
-  P3

Sono stati individuati due complessi idrogeologici:

Complesso argilloso: composto dai termini litologici appartenenti alle Argille di Montesecco e alle Argille scagliose. Si tratta di argilliti con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micritici. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquiclude di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-10}$ e $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Complesso calcareo: è rappresentato dai depositi di calcari e marne. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-3}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

Alle unità litologiche riconosciute, può essere attribuito un comportamento geotecnico sostanzialmente omogeneo; nel caso in esame sono riconoscibili due unità al di sotto della copertura vegetale (1.20 metri dal p.c.).

Unità geotecnica A Area a componente argillosa

Prof. 1.20-10.00 metri dal p.c..

Limo argilloso inglobante livelletti e trovanti di natura arenacea. Consistente con passaggi a consistenza soda.

I parametri indicativi del comportamento geotecnico, di tipo misto coesivo granulare, stimabili per tale litotipo sono sintetizzati nello schema seguente:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3$$

$$\phi' = 22^\circ$$

$$c' = 0.05 - 0.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_u = 0.40 - 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 75/85 \text{ Kg/cm}^2$$

Unità geotecnica A Area a componente calcareo marnosa

Prof. 1.00-10.00 metri dal p.c..

Calcari e marne

I parametri indicativi del comportamento geotecnico, di tipo misto coesivo granulare, stimabili per tale litotipo sono sintetizzati nello schema seguente:

$$\gamma = 2.10 \text{ t/m}^3$$

$$\phi' = 32^\circ$$

$$c' = 0.80 \text{ kg/cm}^2$$

CONSIDERAZIONI SISMICHE SECONDO IL D.M 17/01/2018

In considerazione dei litotipi presenti il sito può essere classificato come Suolo di fondazione di Categoria C area argillosa e di Categoria B area calcareo marnosa.

Il criterio delle Vs30 non è l'unico da considerare poiché il testo di legge, che si ripete di seguito, recita:

...per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (vedi Tab. 1)...

Richiamando pertanto la citata tabella come ulteriore criterio di determinazione oltre a quello delle Vs30.

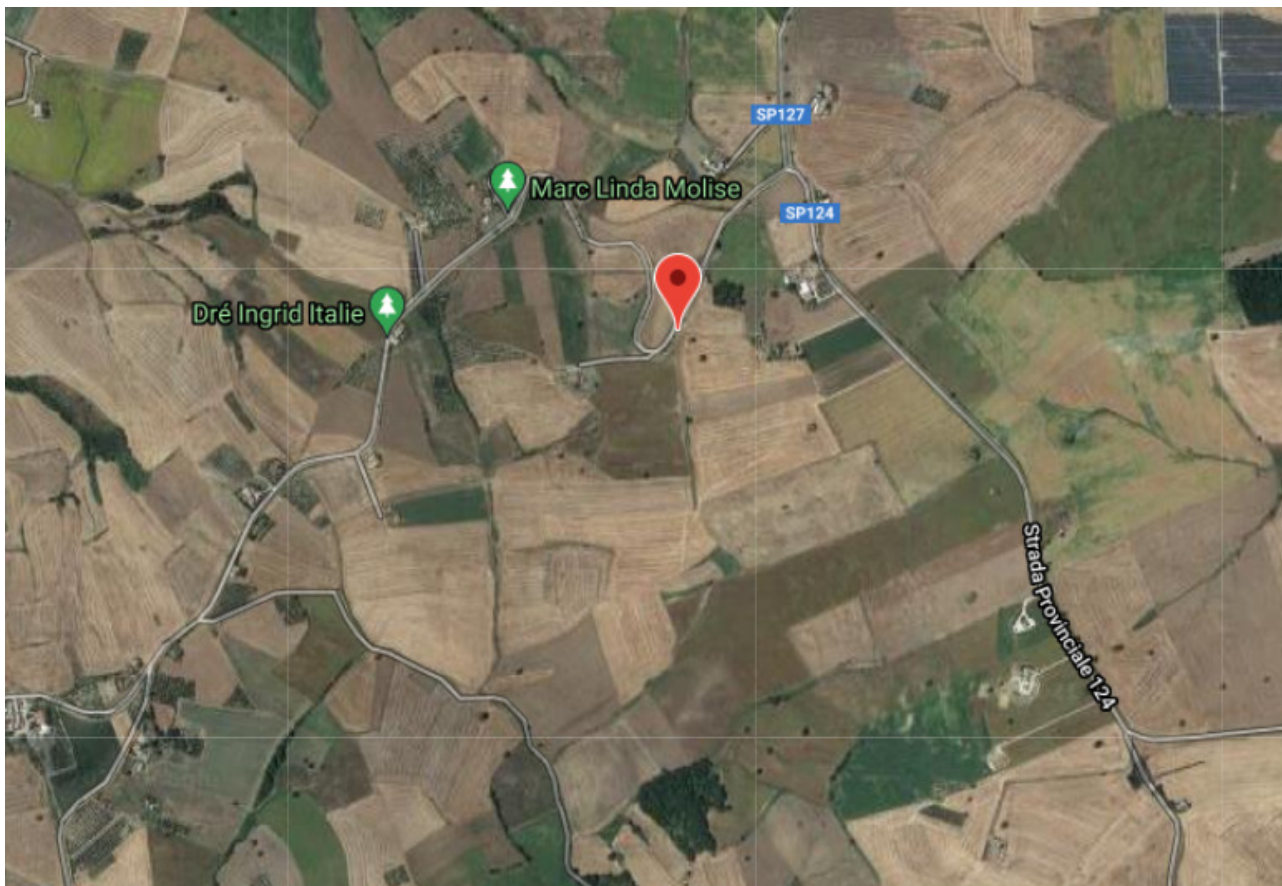
La caratterizzazione seguente ottempera ai dettami di cui al D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

La nuova normativa prevede che la sicurezza e le prestazioni di un'opera o parte di essa devono essere valutate in base agli stati limite (SLU-stati limite ultimi, SLE-stati limite di esercizio) che si possono verificare nel corso della vita nominale V_n .

Si è proceduto alla definizione degli Stati Limite attraverso 3 fasi distinte:

1. Individuazione della pericolosità del sito.
2. Scelta della strategia di progettazione.
3. Determinazione dell'azione di progetto.

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

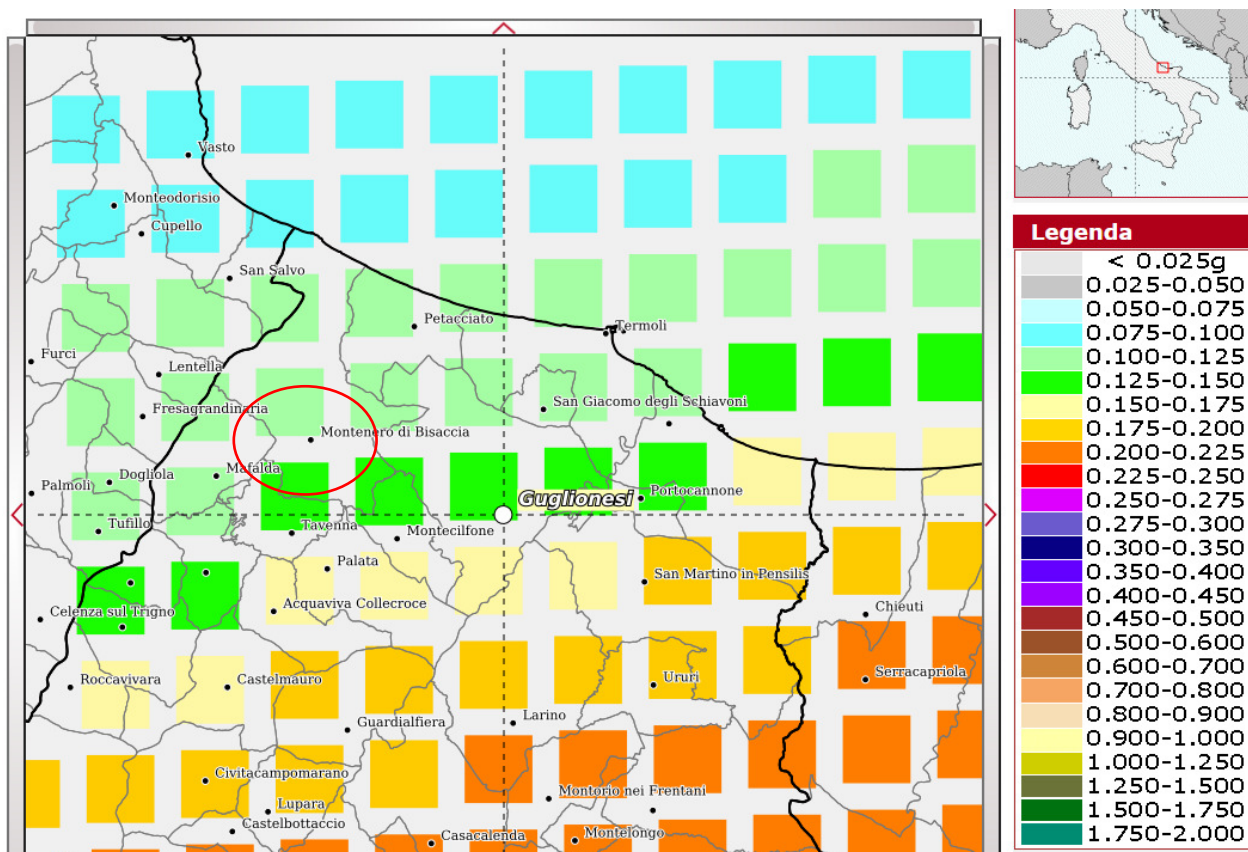


Il comune di Montenero di Bisaccia e Mafalda (CB) sono localizzati in un settore a bassa pericolosità sismica tanto che la nuova mappa prevede per il suo bedrock (o suolo rigido con $V_s > 800$ m/s) la probabilità di superamento del 10% in 50 anni di un valore convenzionale di accelerazione massima orizzontale (a_g) variabile da 0.125 a 0.150 g.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MAFALDA NELLE LOCALITA'
LA POSTA DI CANZANO, MACCHIA S. LUCIA E S. ROCCO

17



Per valutare la pericolosità sismica di un luogo è necessario innanzitutto conoscere la sua storia sismica, quindi avere una lista dei terremoti che hanno colpito la zona quanto più completa ed estesa nel tempo.

Per il comune di Montenero di Bisaccia/G, sono stati identificati 14 eventi dal 1900 al 2002.

Il maggior evento sismico che ha avuto risentimento nel territorio è quello del 2002 (Molise). Di seguito vengono illustrati i grafici degli eventi con i valori delle intensità sismiche.

Area argillosa Categoria C, area calcareo-marnosa Categoria B

Tipo di terreno	Caratteristiche della superficie topografica
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 fina 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 fina 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 fina 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.

Condizioni topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 $i > 30^\circ$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	St
<u>T1</u>	:	<u>1.0</u>
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

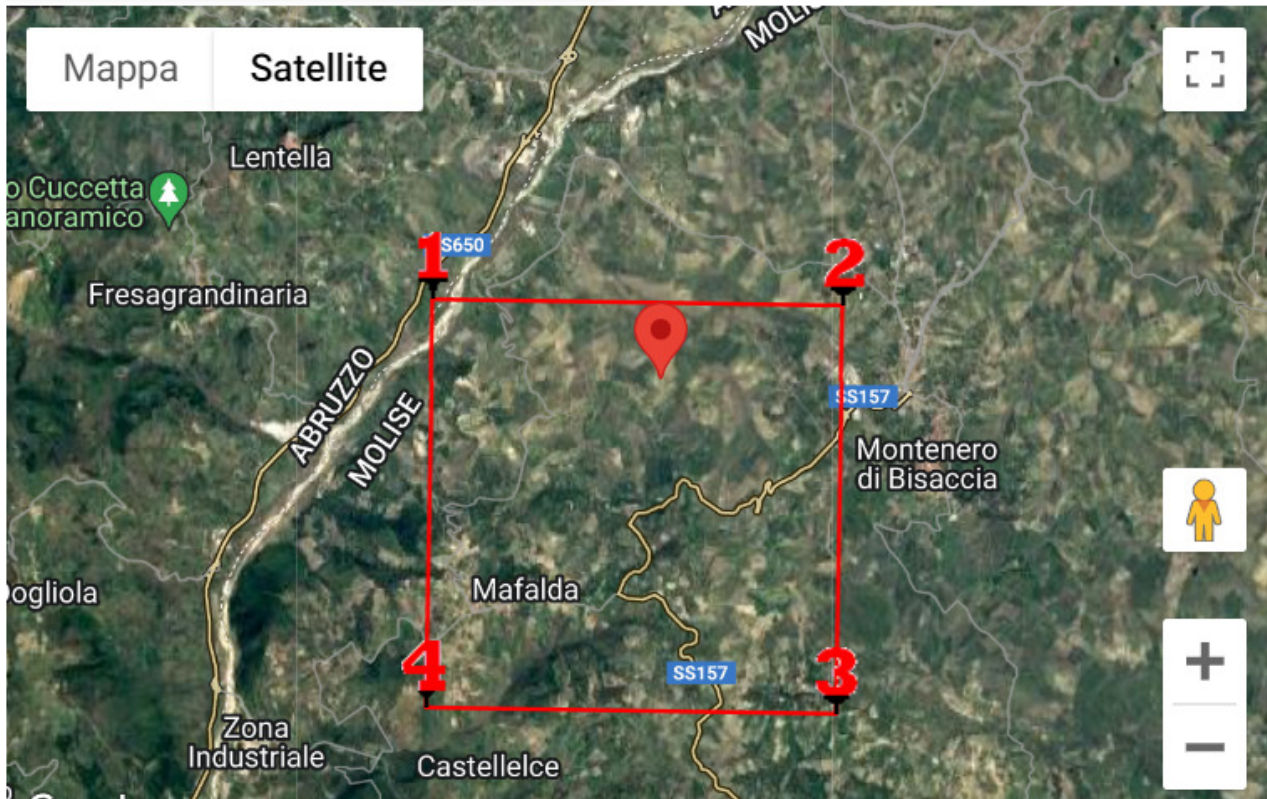
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MAFALDA NELLE LOCALITA'
LA POSTA DI CANZANO, MACCHIA S. LUCIA E S. ROCCO

WGS84: Lat 41.967911 - Lng 14.737318



ED50: Lat 41.968882 - Lng 14.738194




Complesso argilloso

Stati limite

 Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e soc...


 Vita Nominale 50

 Interpolazione Media ponderata

CU = 1



Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.473	0.295
Danno (SLD)	50	0.052	2.504	0.335
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.117	2.606	0.424
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.146	2.659	0.444
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			


Coefficienti sismici


 Tipo Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,47
CC Coeff. funz categoria	1,57	1,51	1,39	1,37
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = (SS \cdot ST) \cdot a_g \quad [7.11.5] \quad \text{NTC 2018 7.11.3.5.2}$$

Metodi di analisi.

$$A_{max} = 0.2072g$$


Complesso calcareo marnoso

Stati limite

 Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e soc...

 Vita Nominale 50


 Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.473	0.295
Danno (SLD)	50	0.052	2.504	0.335
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.117	2.606	0.424
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.146	2.659	0.444

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50


Coefficienti sismici


 Tipo Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

 Cat. Sottosuolo B

 Cat. Topografica T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,40	1,37	1,31	1,29
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

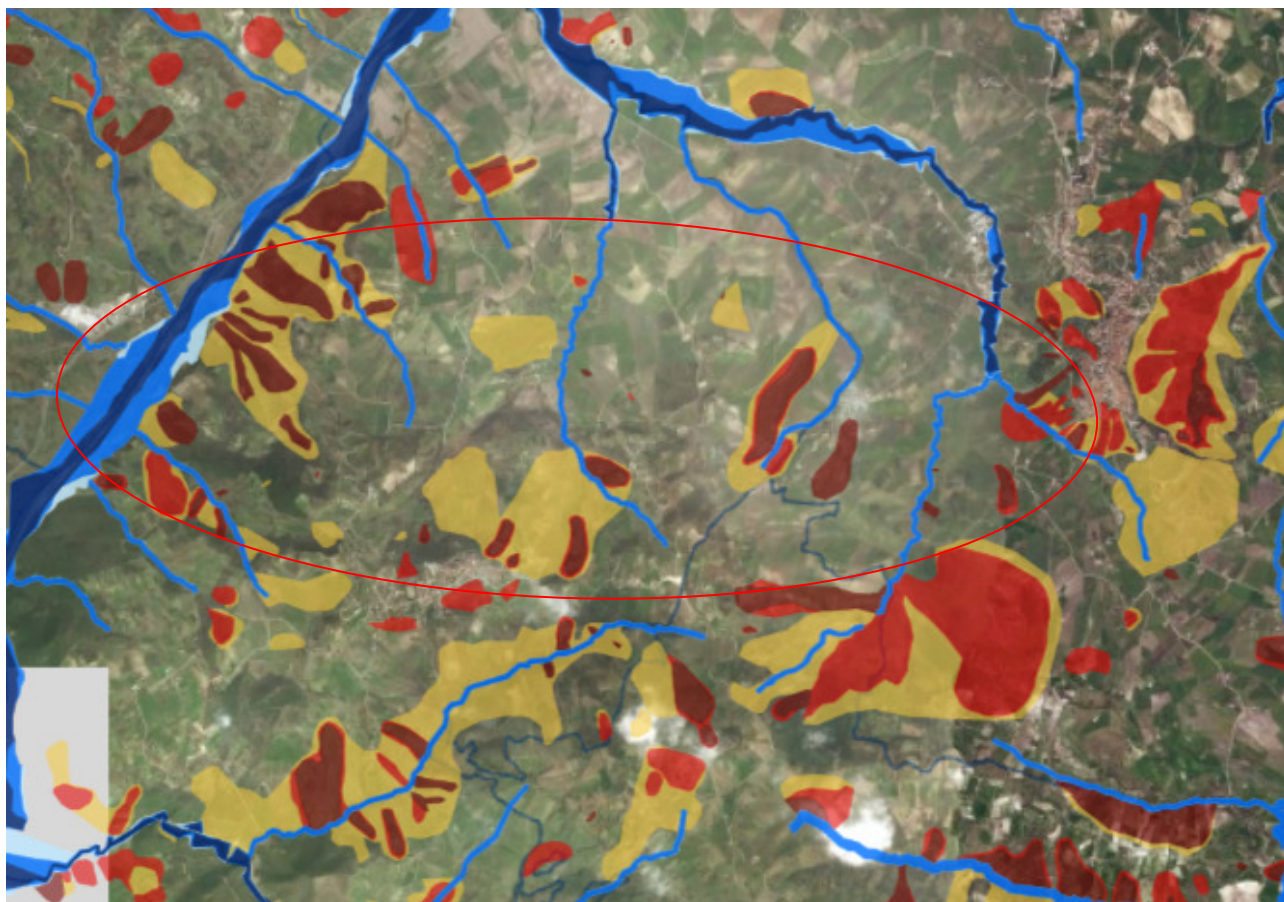
$a_{max} = S \cdot a_g = (SS \cdot ST) \cdot a_g$ [7.11.5] NTC 2018 7.11.3.5.2 Metodi di analisi.

$A_{max} = 0.1657g$

CONCLUSIONI

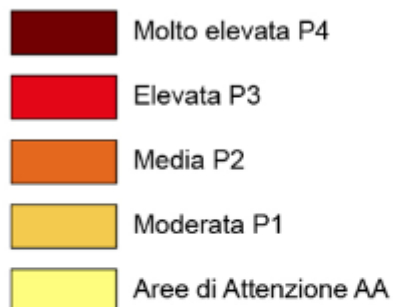
Il substrato direttamente interessato dalle opere in titolo (eccetto i primi 1.20 metri) presenta proprietà meccaniche sufficienti, in tal senso, per il dimensionamento delle strutture da realizzare il Tecnico calcolatore potrà fare riferimento alla caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica precedentemente fornita.

Non sono stati riscontrati movimenti eversivi profondi in atto (ma solo movimenti superficiali allo stato attuale quiescenti), l'area è a pendenza moderata e non sono stati rilevati segni di dissesto, pertanto tutte le opere (strade da adeguare, strade da realizzare e torri eoliche) sono compatibili con l'assetto geomorfologico dell'area caratterizzata dalla presenza di frane quiescenti.

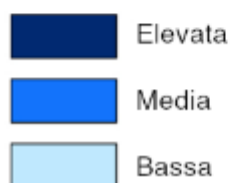


Pericolosità Idrogeo

Pericolosità frane



Pericolosità idraulica



I versanti appaiono in discrete condizioni di stabilità; infatti dai rilievi di campagna e dall'esame delle prove effettuate non sono stati rilevati elementi tali da far ipotizzare l'esistenza di movimenti di massa rilevanti in atto. Allo stato attuale, pertanto, si ritiene che il sito in esame sia morfologicamente idoneo ad accogliere opere a condizione di un dimensionamento corretto. Certo va superata per la messa in posto la coltre eluvio-colluviale nell'ordine dei 1.20 metri.

Da un punto di vista litologico è costituita da sequenze argillose e argilloso marnose, nella zona a sud prevalgono litologie calcareo marnose.

Per quanto riguarda l'aspetto litodinamico va senz'altro esclusa la possibilità di fenomeni di liquefazione non sussistendo termini litologici e condizioni idrauliche caratteristicamente soggetti a tali fenomeni.

Per il dimensionamento delle strutture da realizzare il Progettista potrà fare riferimento alla situazione litostratigrafica precedentemente fornita unitariamente alla relativa caratterizzazione geotecnica e stratigrafica del terreno di fondazione.

Considerando eventuali oscillazioni del livello idrico è opportuno mantenere le condizioni drenate del terreno di fondazione attraverso opportuni sistemi di drenaggio a contorno delle opere necessari anche al

convogliamento delle acque superficiali onde evitare il progressivo decadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

Inoltre si ricorda che il Comune di Montenero di Bisaccia e Mafalda sono classificati sismici e che il sito oggetto di studio è classificato, ai fini dell'azione sismica, come Suolo di fondazione di Categoria C (litologie argillose) e Categoria B litologie calcareo marnose.

Sulla base di tutte le informazioni acquisite si può concludere che non sussistono preclusioni di tipo geologico e geotecnico alla realizzazione delle opere in titolo.

Maruggio, Ottobre 2023

Il geologo
Dott. Antonio Mattia Fusco

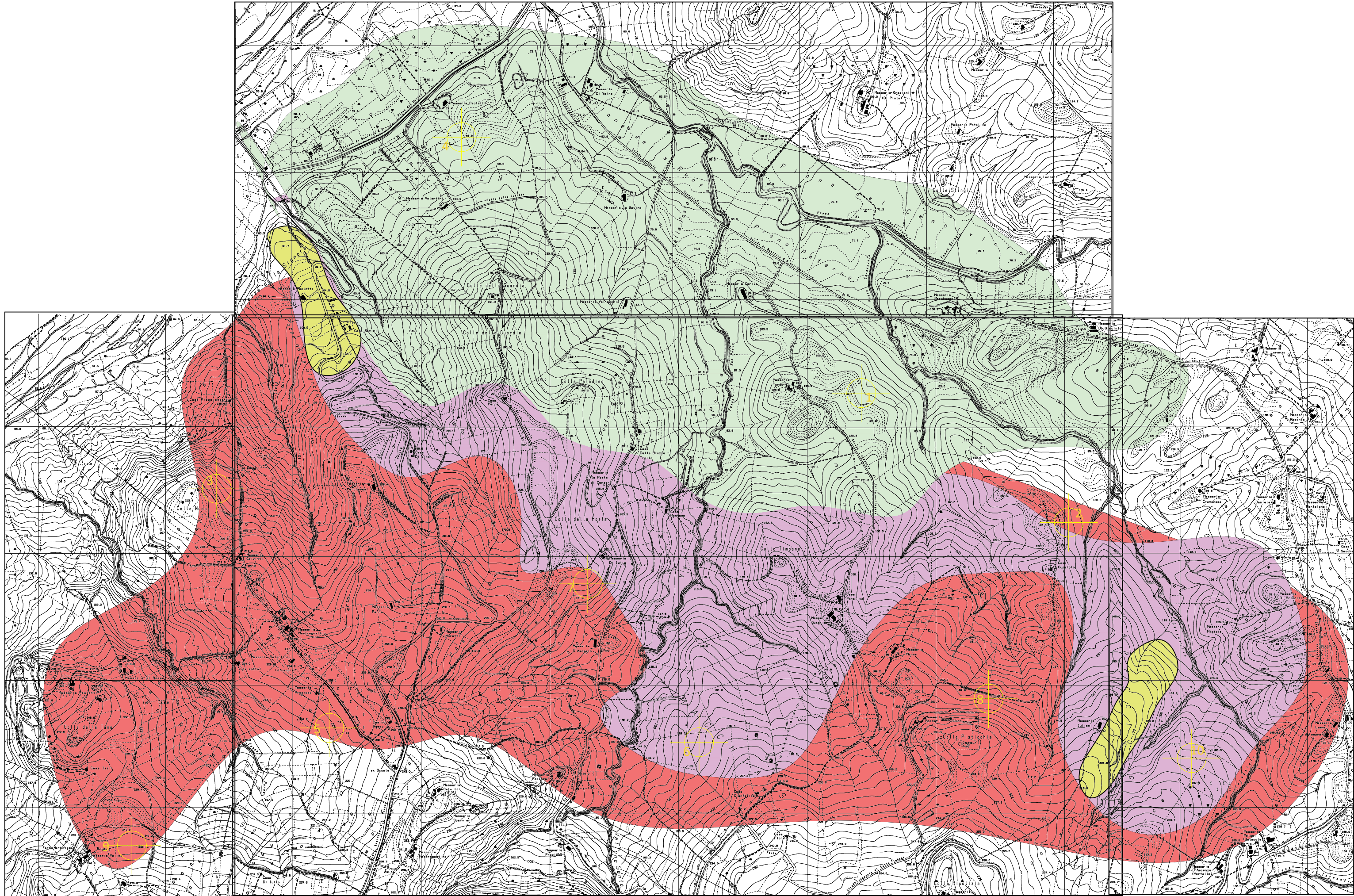
A blue circular professional stamp from the Ordine dei Geologi Puglia. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "PUGLIA", "Geologo", "ANTONIO MATTIA FUSCO", and "N° 387". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

Allegati:

Carta geomorfologica


Carta Idrogeologica

CARTA GEOMORFOLITOLOGICA IN SCALA 1:13000



LEGENDA

Litologia

 Argille azzurre con lenti di sabbia

 Argille e marne a struttura caotica con intercalazioni di calcari micritici

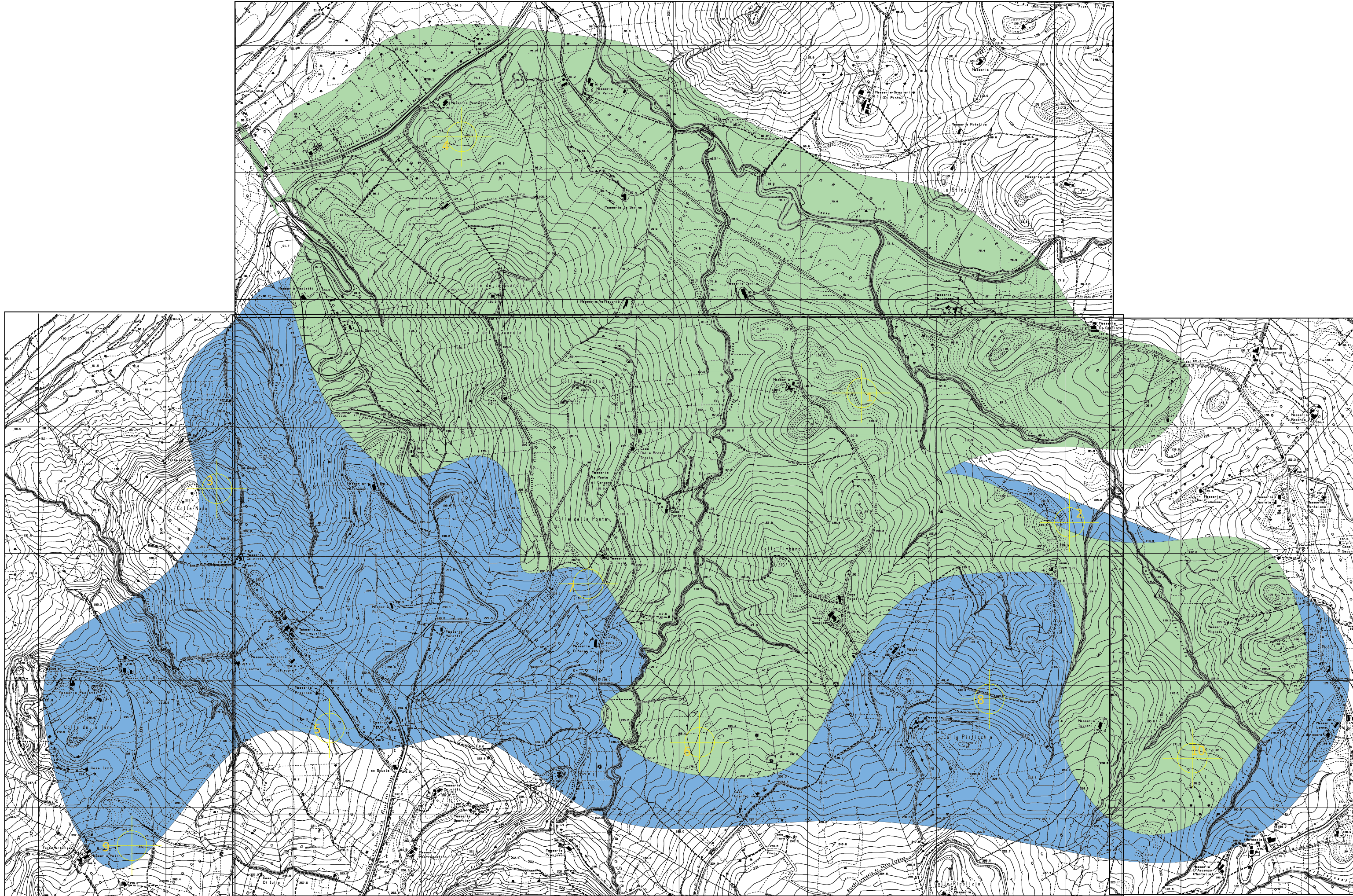
 Calcari marnosi e marne

Geomorfologia





Area caratterizzata da movimento gravitativo superficiale soliflusso - Stato quiescente

CARTA IDROGEOLOGICA IN SCALA 1:13000



LEGENDA

-  composto dai termini litologici appartenenti alle Argille di Montesecco e alle Argille scagliose. Si tratta di argilliti con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micritici. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquiclude di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-10}$ e $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.
-  è rappresentato dai depositi di calcari e marne. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-3}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE
LABORATORIO TERRE E ROCCE
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

GEOPROVE
S.R.L.

COMUNE DI MAFALDA (Provincia di CB)

**COMMITTENTE:
PHEEDRA SRL**

**INDAGINI GEOFISICHE PER LA
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANO EOLICO
NELLE LOC. “LA POSTA DI CANZANO”,
“MACCHIA S. LUCIA” E “S. ROCCO” –
MAFALDA (CB)**

Ruffano, ottobre 2023

**IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS**

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA.00014/19
OHSAS 18001:2007, n. SA.00015/19



SOA OS208 II Livello



Organismo di Certificazione
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001

GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750 • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | www.geoprove.eu • info@geoprove.eu

INDICE

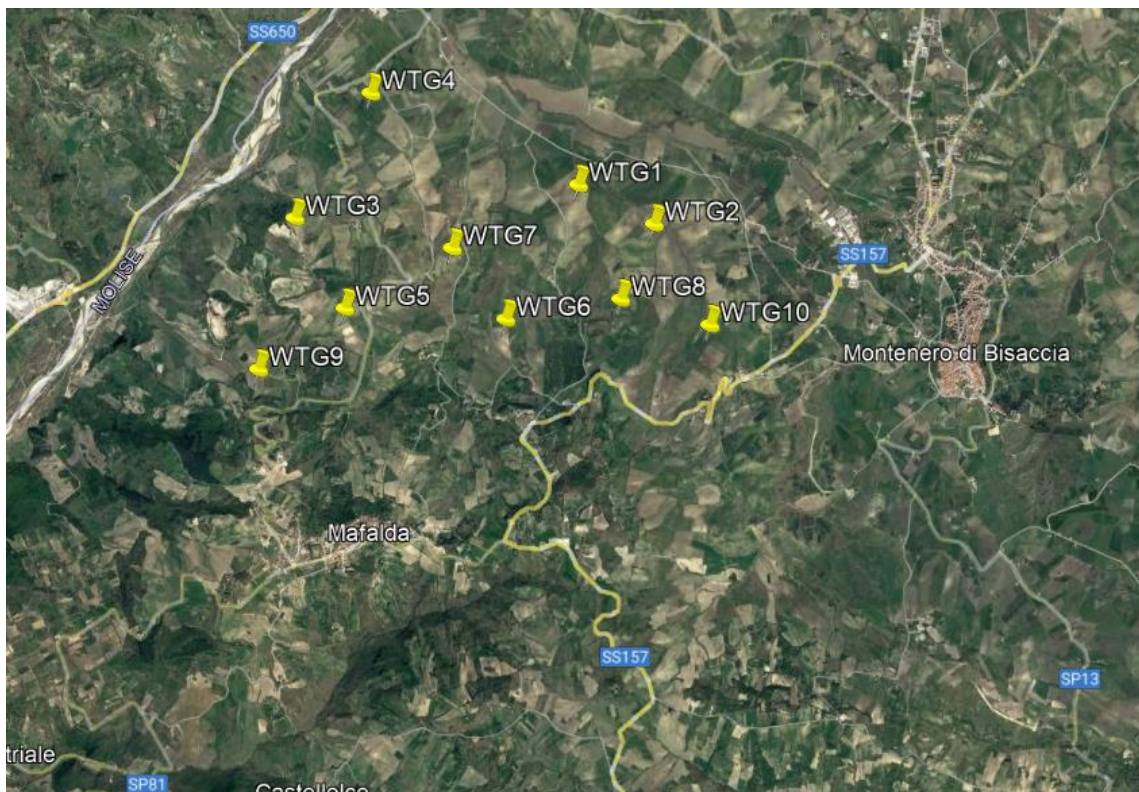
INDICE.....	1
<i>PREMESSA</i>	2
<i>INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	3
<i>PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE</i>	4
<i>SISMICA CON METODOLOGIA MASW</i>	12

PREMESSA

Nel mese di ottobre 2023, su incarico di Pheedra Srl, la Geoprove Srl di Ruffano ha eseguito delle indagini geofisiche su un'area a nord del Comune di Mafalda (CB), nelle località “La posta di Canzano”, “Macchia S. Lucia” e “S. Rocco”, di supporto ad un progetto di realizzazione di un impianto eolico.

Sono stati pertanto eseguiti:

- n. 5 profili sismici a rifrazione della lunghezza di 33mt lineari;
- n. 1 profilo sismico MASW.



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

INDAGINE GEOGNOSTICA

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del **DM 17/01/2018** recante “Norme Tecniche per le costruzioni” ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell’opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti:

- n. 5 profili sismici a rifrazione della lunghezza di 33 mt lineari;
- n. 1 profilo sismico MASW.

PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE

Per la ricostruzione stratigrafica e sismostratigrafica dell'area e per la caratterizzazione meccanica dei litotipi che ivi si rinvennero sono stati eseguiti 5 profili sismici a rifrazione.

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

Sono stati eseguiti due profili sismici coniugati, adottando una distanza tra i geofoni di 3 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod. Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

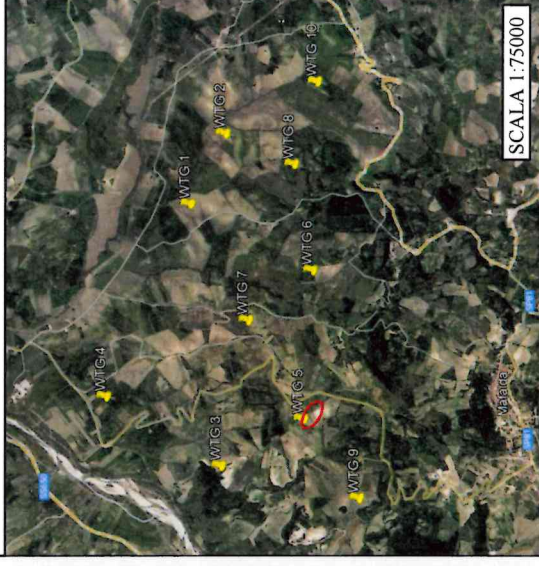


Profilo sismico n. 1

Profilo sismico n. 1

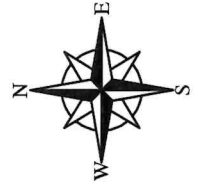
Dal profilo sismico, eseguito per una lunghezza pari a 33 m, è stato ricostruito un modello sismostratigrafico caratterizzato da due sismostrati. In affioramento, per uno spessore di circa 0.6 metri si rinviene terreno di copertura con valore medi V_p di 400 m/sec; il secondo sismostrato caratterizzato in media da V_p di 1400 m/sec è assimilabile alla presenza di sabbie concrezionate.

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

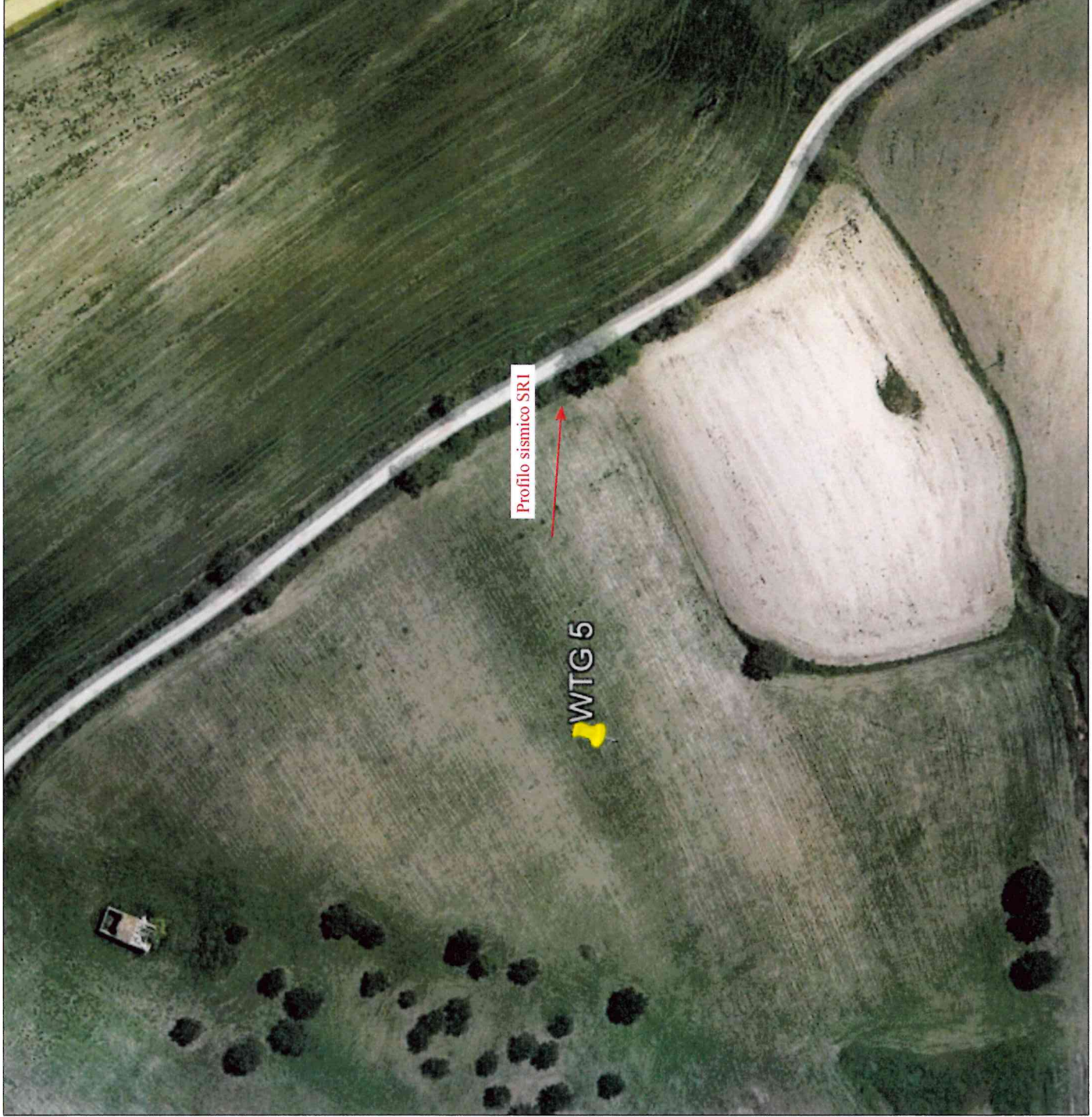


➔ Profilo sismico a rifrazione

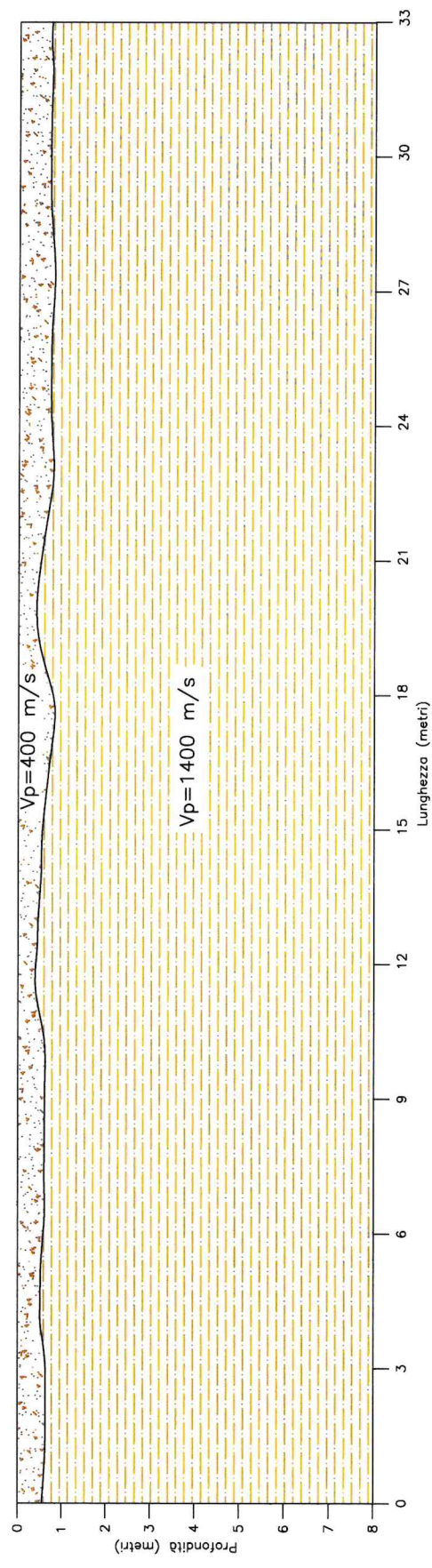
○ Area indagata



SCALA 1:1500

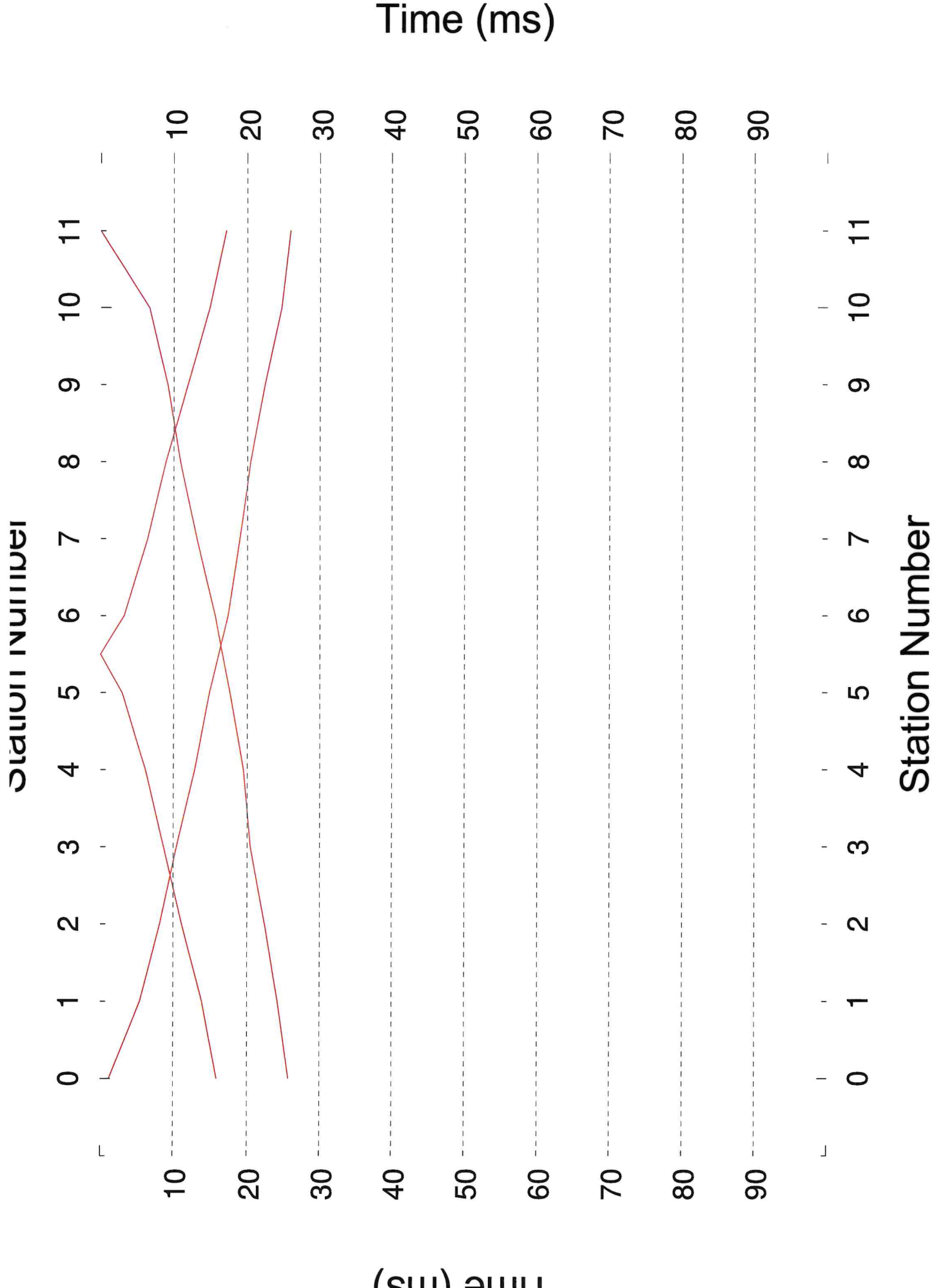


PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA': MAFALDA (CB)



 Terreno di copertura

 Sabbie concrezionate



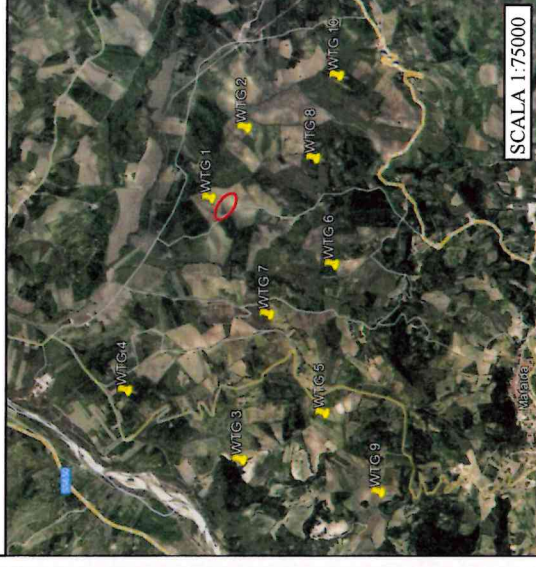


Profilo sismico n. 2

Profilo sismico n. 2

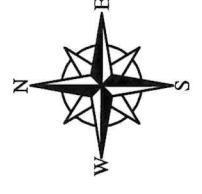
Dal profilo sismico, eseguito per una lunghezza pari a 33 m, è stato ricostruito un modello sismostratigrafico caratterizzato da due sismostrati. In affioramento, per uno spessore di circa 2.00 metri si rinviene terreno di copertura con valore medi V_p di 500 m/sec; il secondo sismostrato caratterizzato in media da V_p di 1100 m/sec è assimilabile alla presenza di sabbie argillose.

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

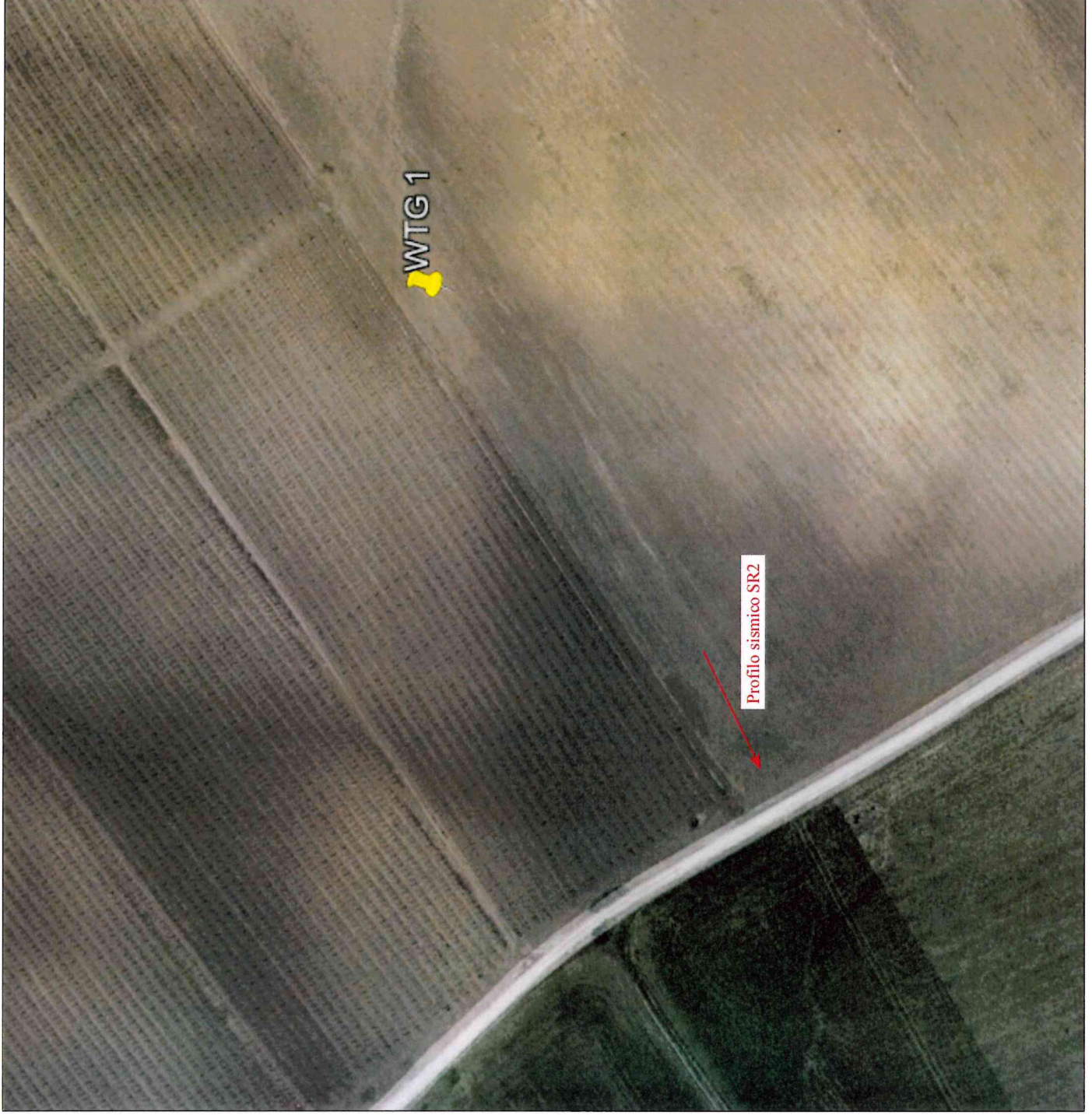


➔ Profilo sismico a rifrazione

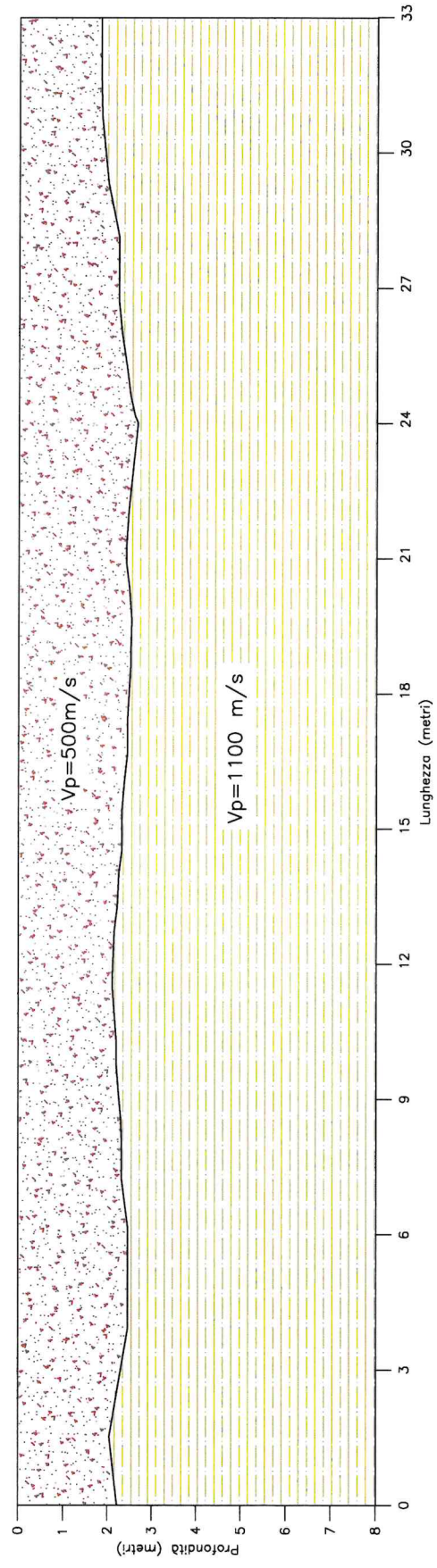
○ Area indagata




SCALA 1:1500

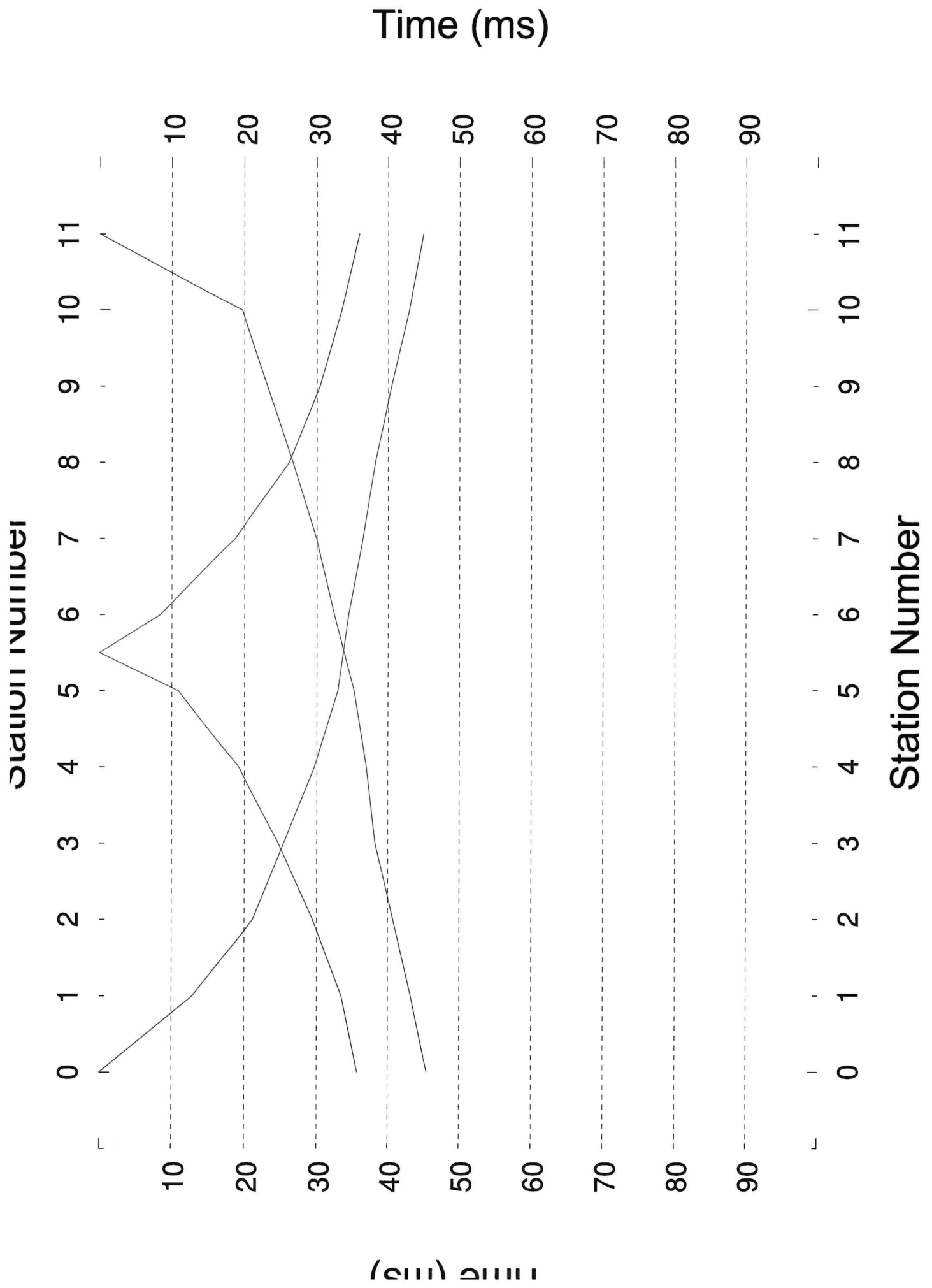


PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR2
LOCALITA': MAFALDA (CB)



 Terreno di copertura

 Sabbie argillose



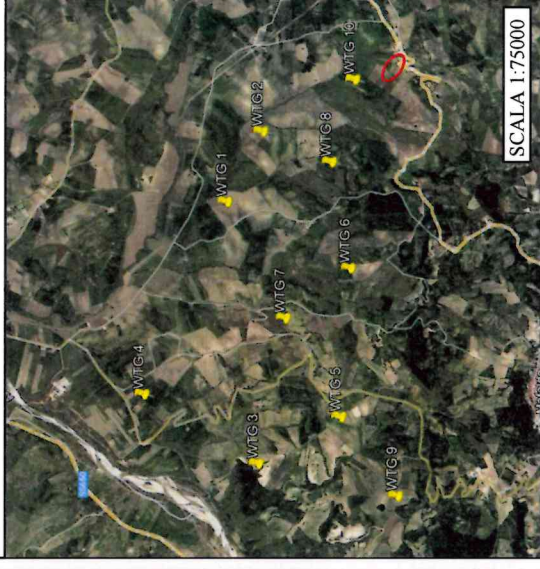


Profilo sismico n. 3

Profilo sismico n. 3

Dal profilo sismico, eseguito per una lunghezza pari a 33 m, è stato ricostruito un modello sismostratigrafico caratterizzato da due sismostrati. In affioramento, per uno spessore variabile da 3.00 a 3.50 metri si rinviene terreno di copertura con valore medi V_p di 450 m/sec; il secondo sismostrato caratterizzato in media da V_p di 1500 m/sec è assimilabile alla presenza di marne e/o argille marnose.

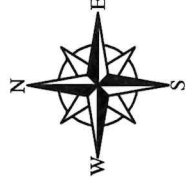
UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



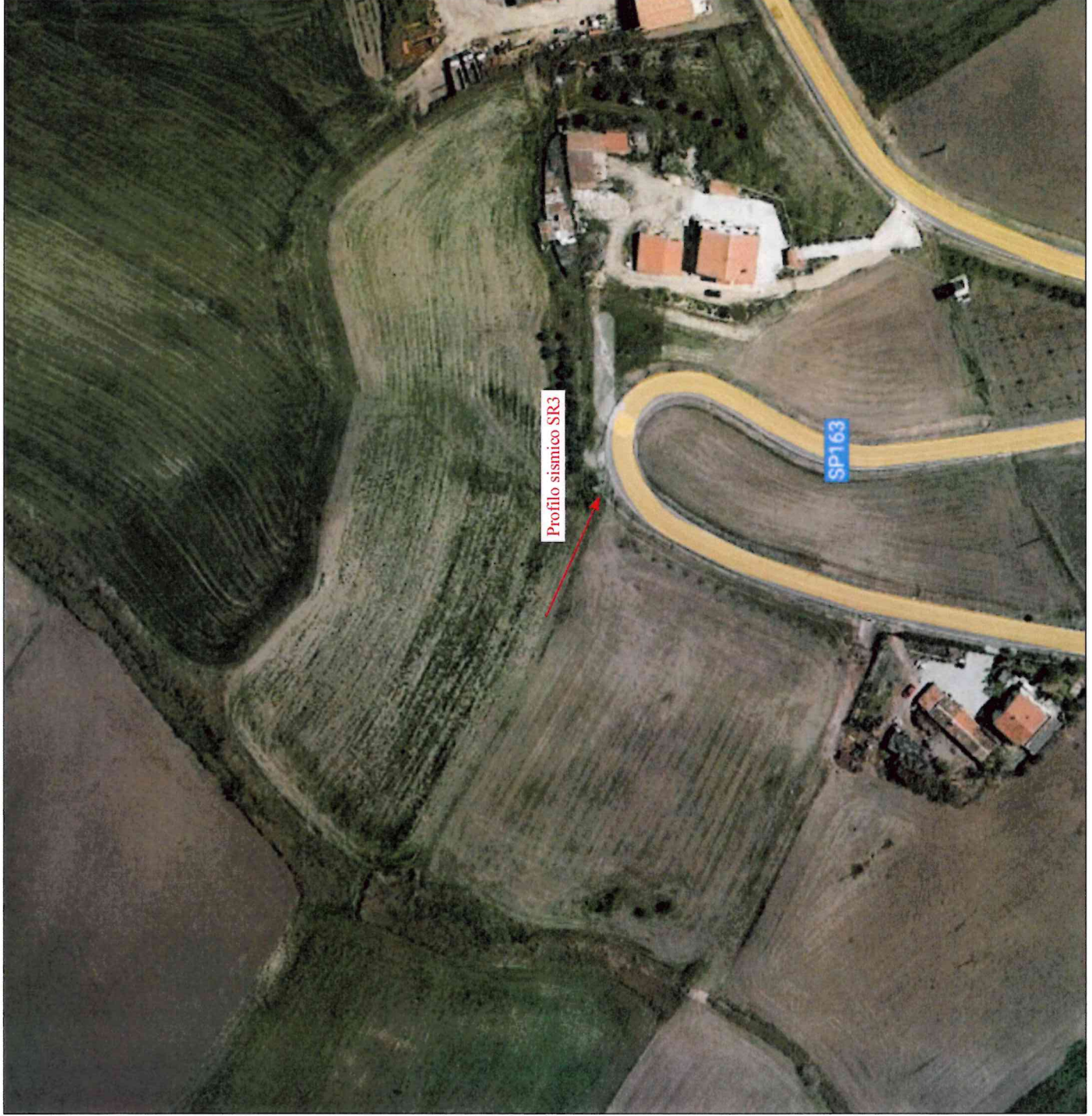
SCALA 1:75000

➔ Profilo sismico a rifrazione

○ Area indagata

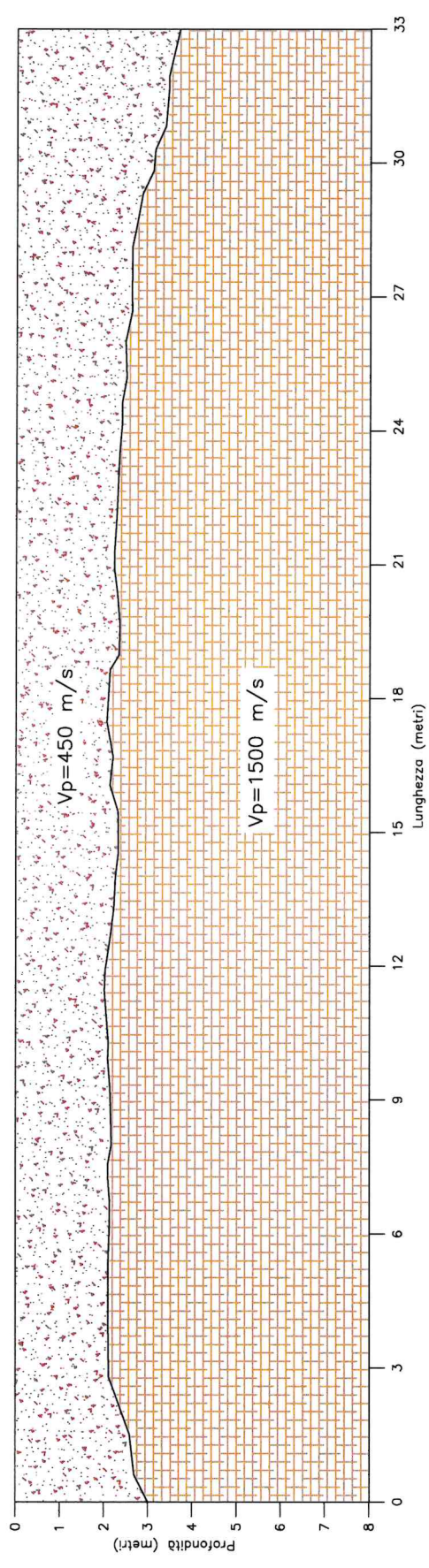


SCALA 1:1500



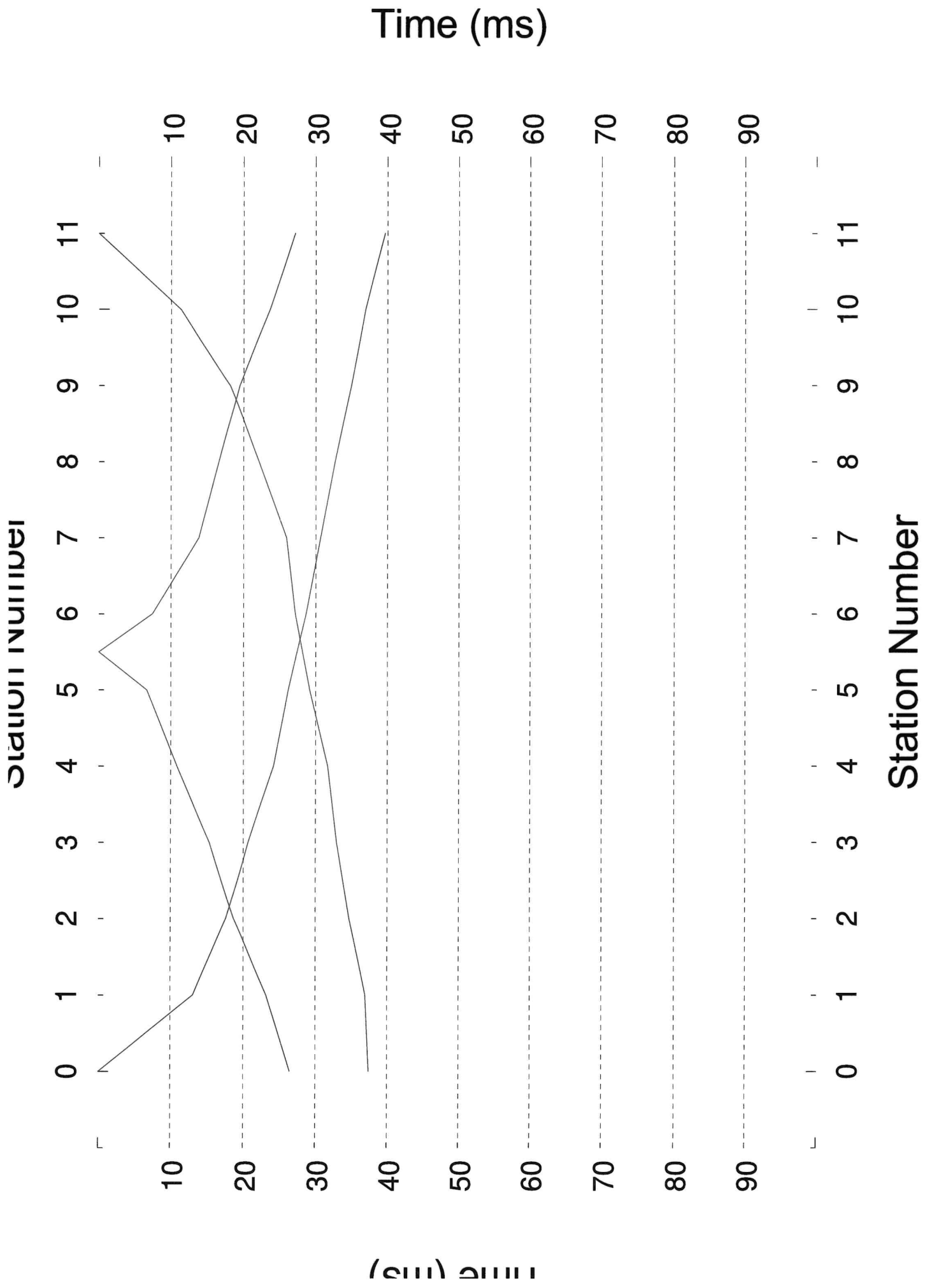
➔ Profilo sismico SR3

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR3
LOCALITA': MAFALDA (CB)



 Terreno di copertura

 Marne e/o Argille marnose





Profilo sismico n. 4 e indagine Masw sullo stesso stendimento

Profilo sismico n. 4

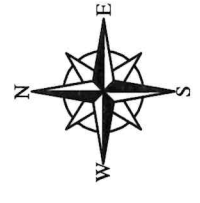
Dal profilo sismico, eseguito per una lunghezza pari a 33 m, è stato ricostruito un modello sismostratigrafico caratterizzato da due sismostrati. In affioramento, per uno spessore di circa 2.50 metri si rinviene terreno di copertura con valore medi V_p di 450 m/sec; il secondo sismostrato caratterizzato in media da V_p di 1450 m/sec è assimilabile alla presenza di marne e/o argille marnose.

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

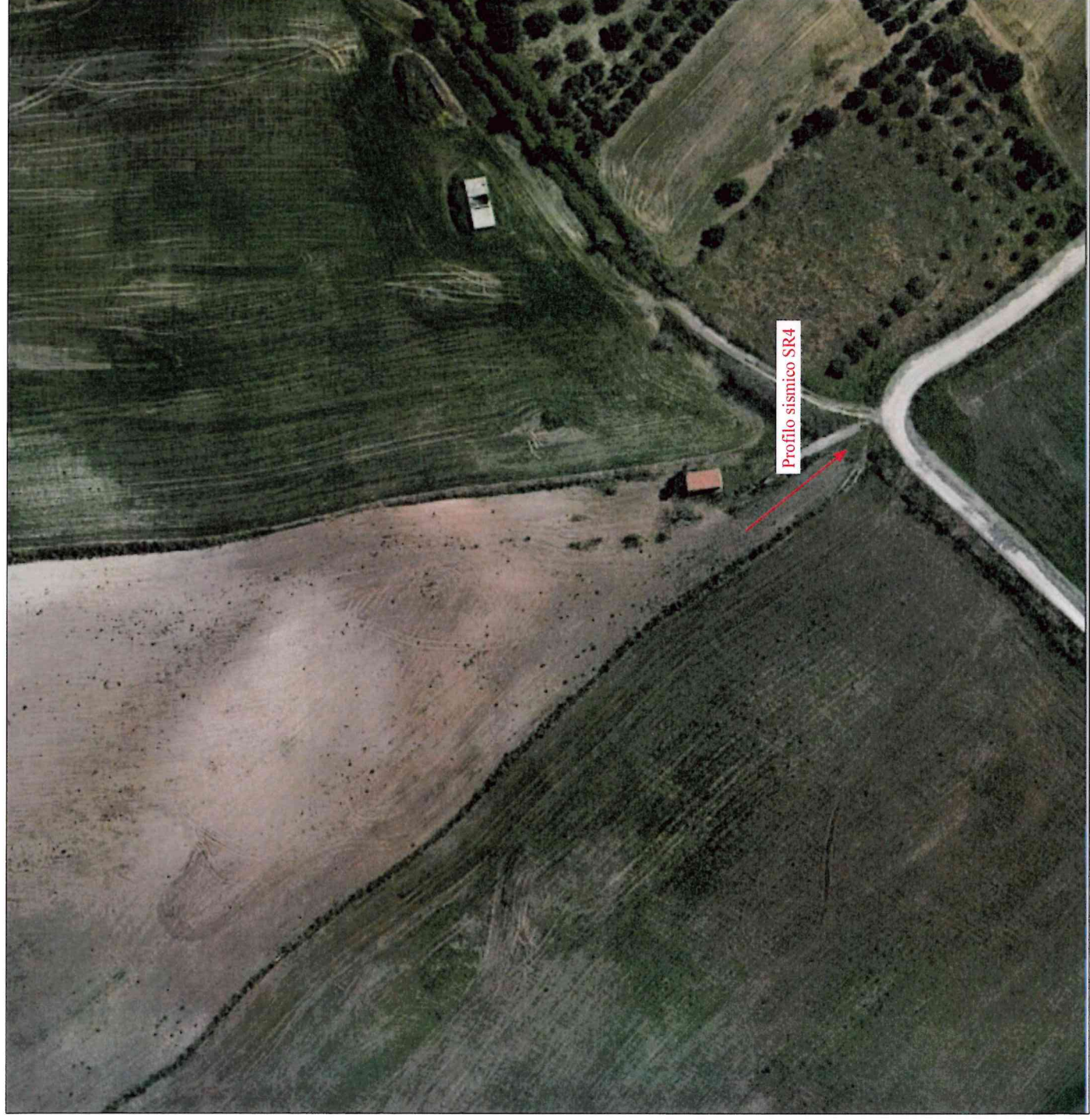


➔ Profilo sismico a rifrazione

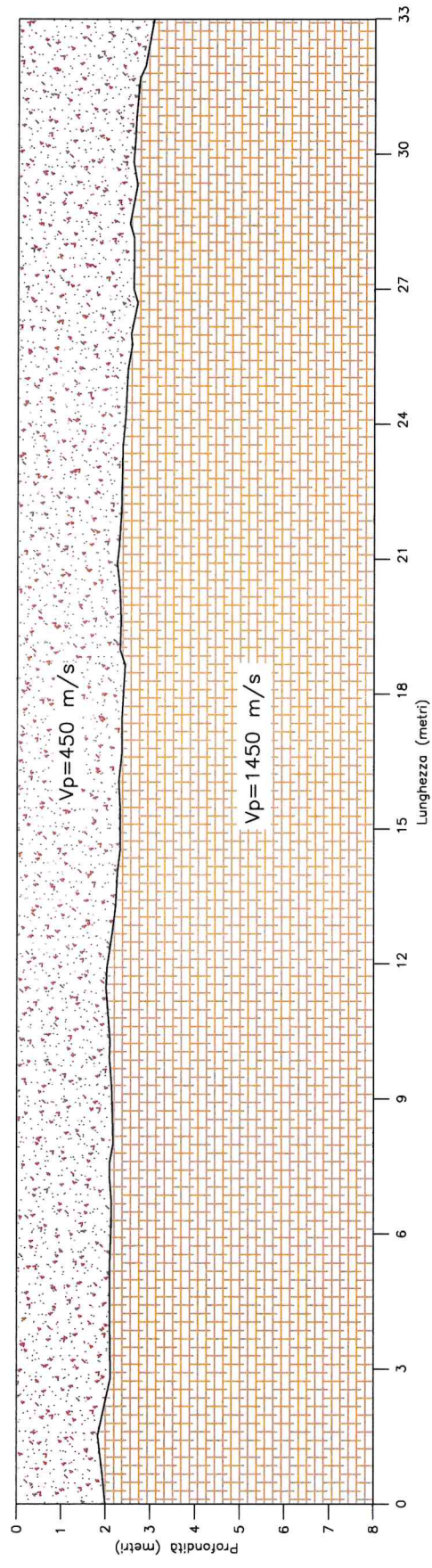
○ Area indagata



SCALA 1:1500

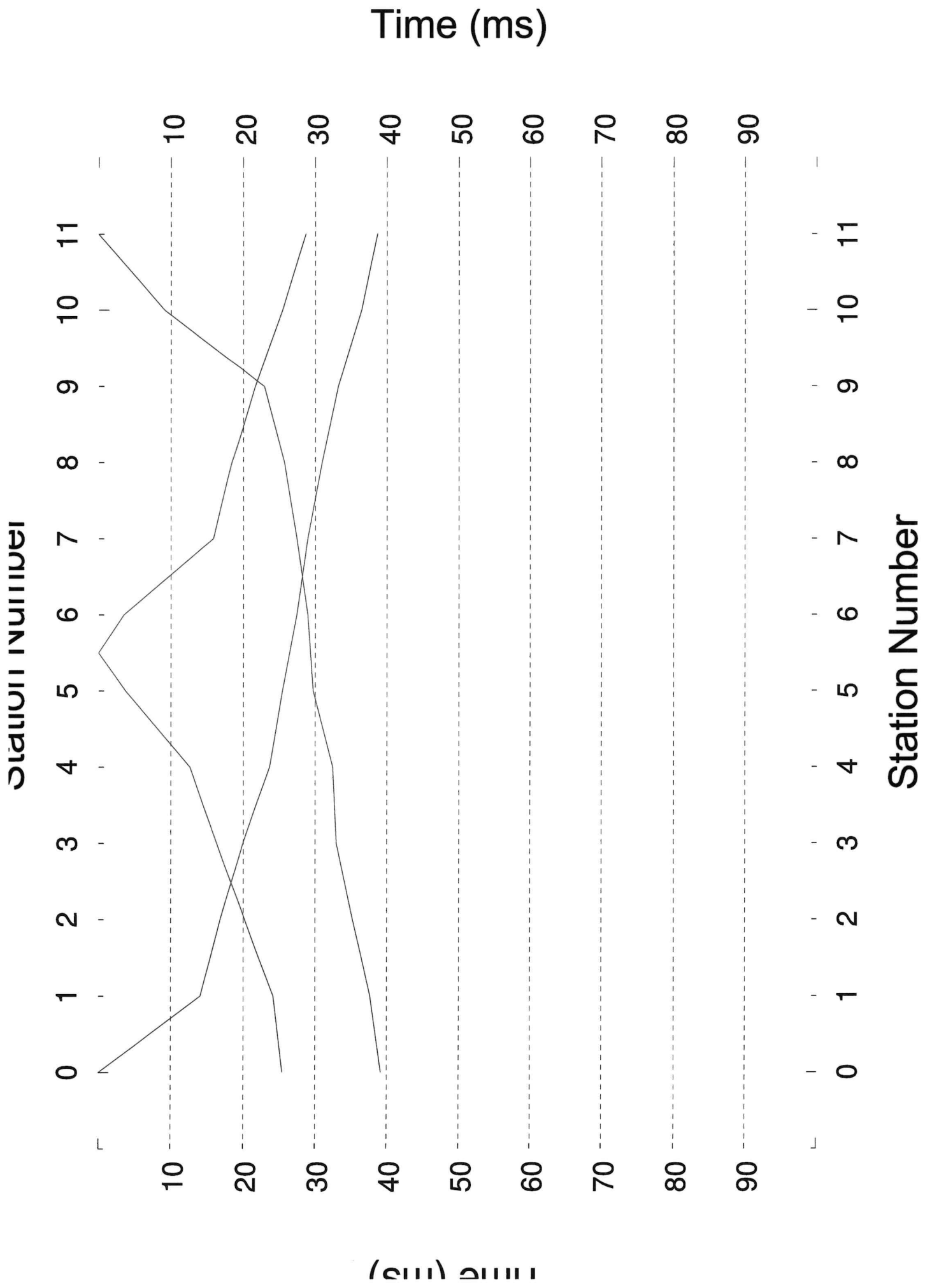


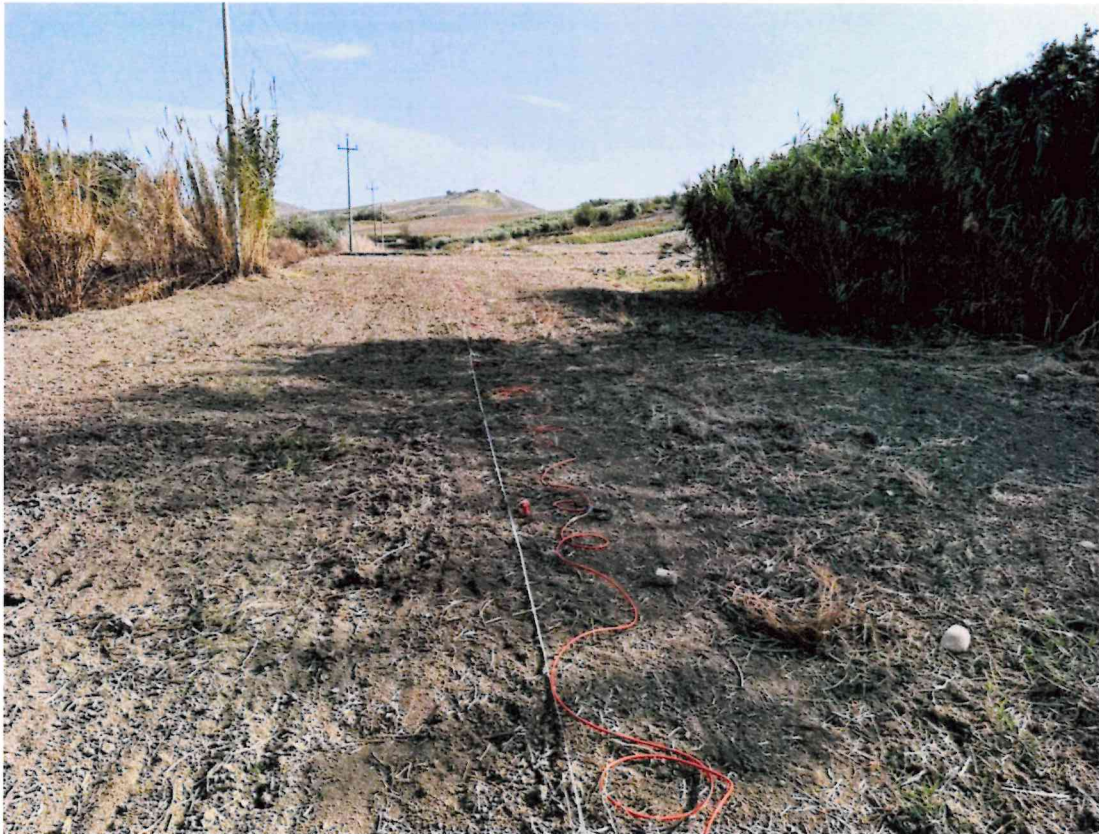
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR4
LOCALITA': MAFALDA (CB)



 Terreno di copertura

 Marne e/o Argille marnose





Profilo sismico n. 5

Profilo sismico n. 5

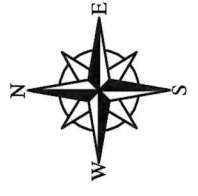
Dal profilo sismico, eseguito per una lunghezza pari a 33 m, è stato ricostruito un modello sismostratigrafico caratterizzato da due sismostrati. In affioramento, per uno spessore di circa 1.50 metri si rinviene terreno di copertura con valore medi V_p di 450 m/sec; il secondo sismostrato caratterizzato in media da V_p di 1200 m/sec è assimilabile alla presenza di sabbie argillose.

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

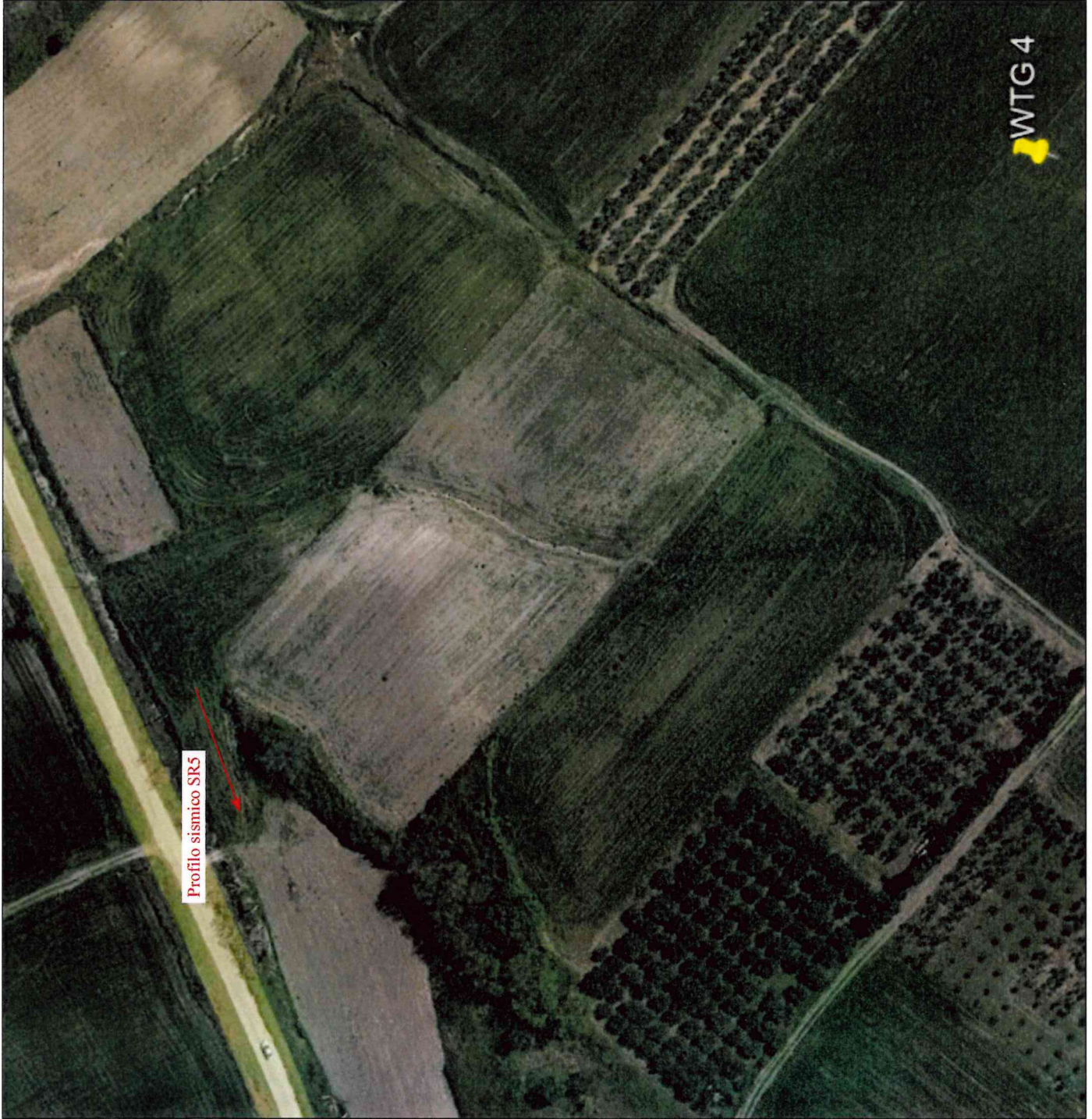


➔ Profilo sismico a rifrazione

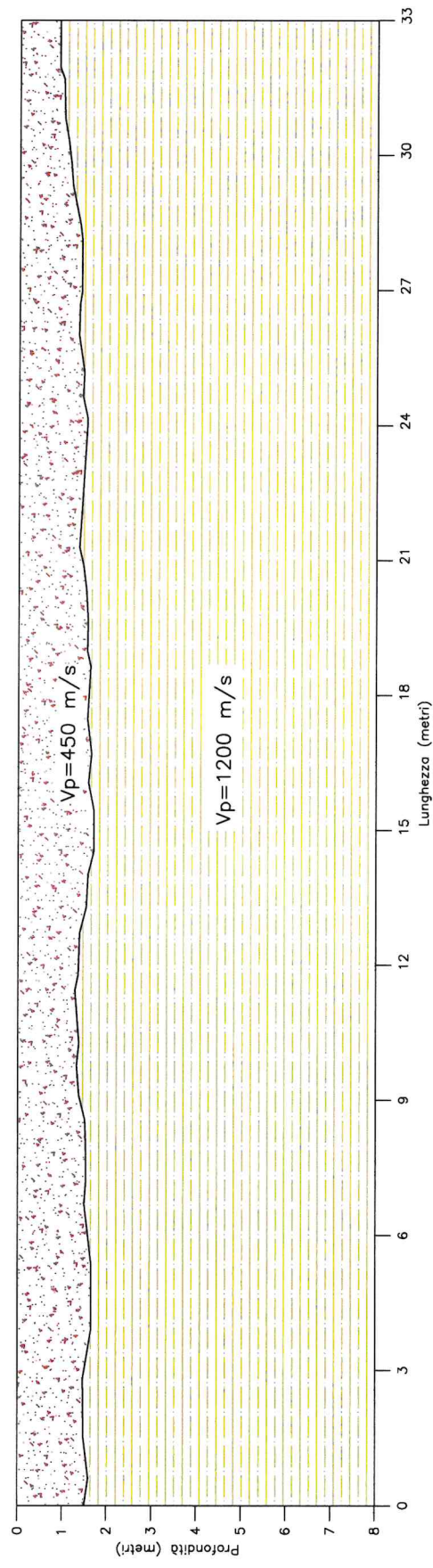
○ Area indagata




SCALA 1:1500

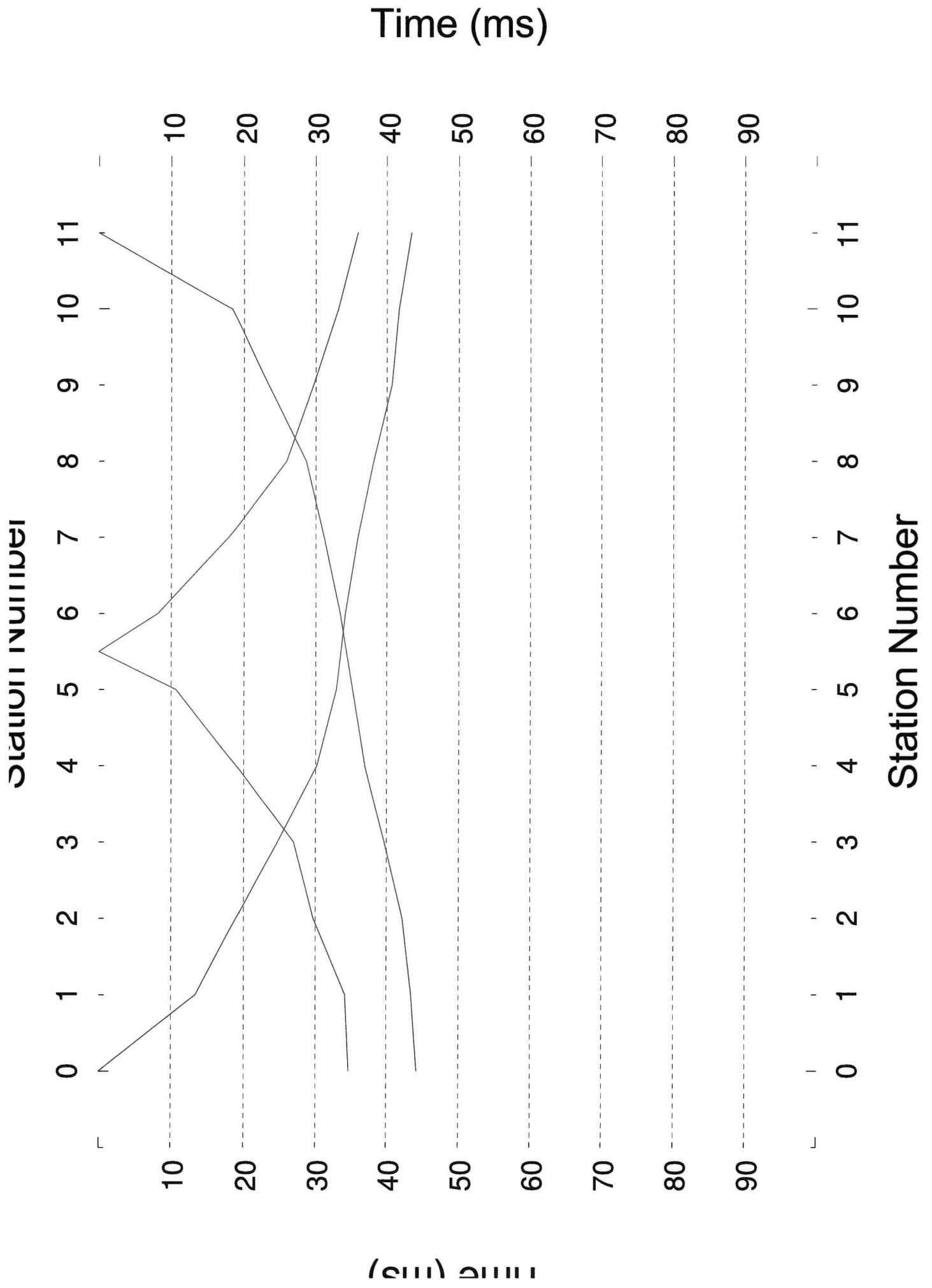


PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR5
LOCALITA': MAFALDA (CB)



 Terreno di copertura

 Sabbie argillose



Dalle indagini eseguite sono stati ricavati i seguenti parametri geotecnici medi:

Profilo sismico 1

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cmc)	E Din (MPa)	η
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1400	345	37.7	0.00	2.02	4800	0.47

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C' = coesione efficace;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico; η = coefficiente di poisson

Profilo sismico 2

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cmc)	E Din (MPa)	η
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1100	165	40.5	0.02	1.88	2800	0.49

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C' = coesione efficace;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico; η = coefficiente di poisson

Profilo sismico 3

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cmc)	E Din (MPa)	η
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1500	406	36.7	0.01	2.06	5500	0.46

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C' = coesione efficace;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico; η = coefficiente di poisson

Profilo sismico 4

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cmc)	E Din (MPa)	η
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1450	373	32	0.01	2.04	5200	0.46

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C' = coesione efficace;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico; η = coefficiente di poisson

Profilo sismico 5

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cmc)	E Din (MPa)	η
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1200	224	39.5	0.02	1.93	3400	0.48

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C' = coesione efficace;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico; η = coefficiente di poisson

SISMICA CON METODOLOGIA MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (DA 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS.

Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo 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:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_i \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con: h_i spessore dell' i -esimo strato; $V_{S,i}$ 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.

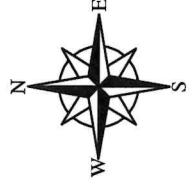
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA MASW

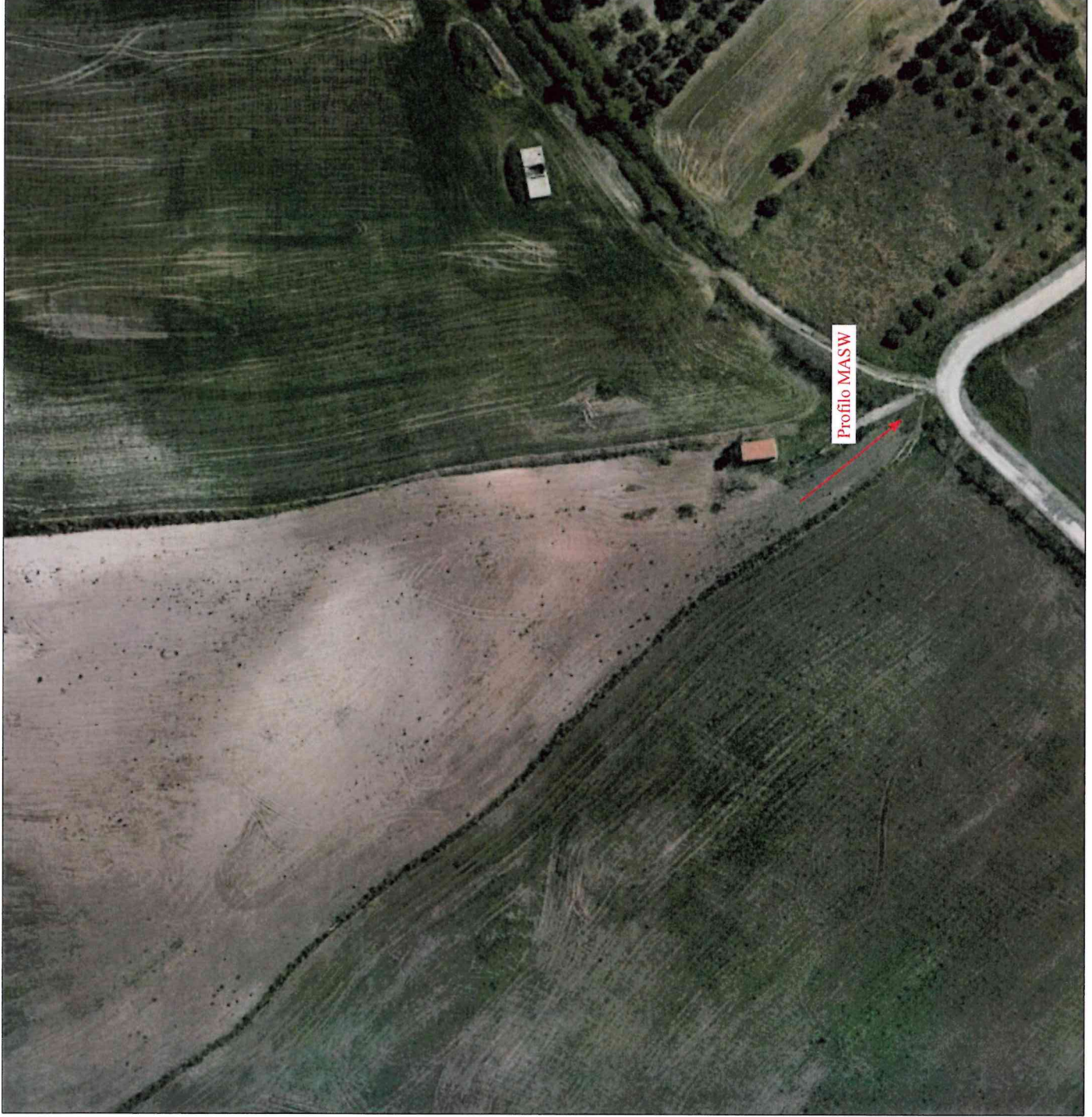


→ Profilo sismico MASW

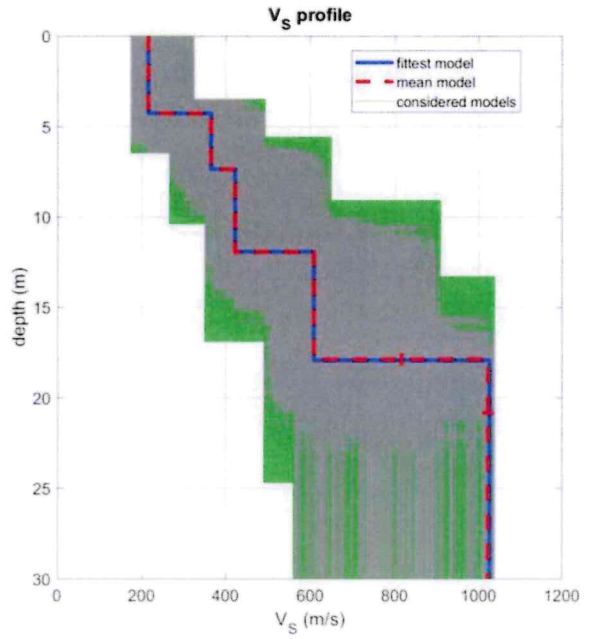
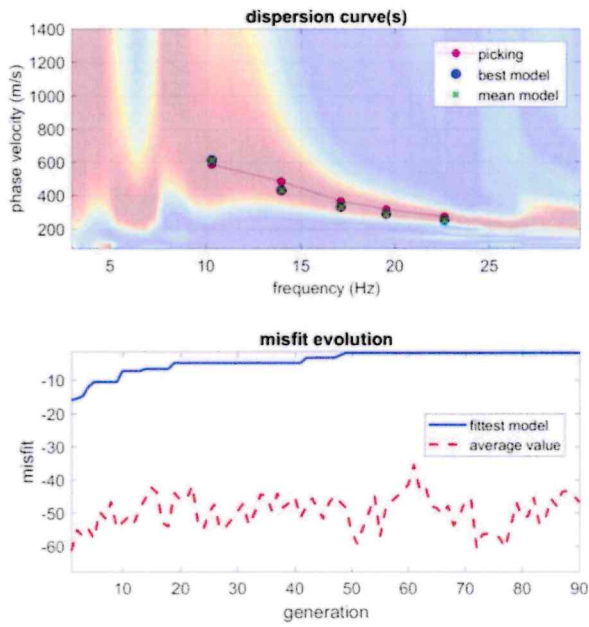
○ Area indagata



SCALA 1:1500

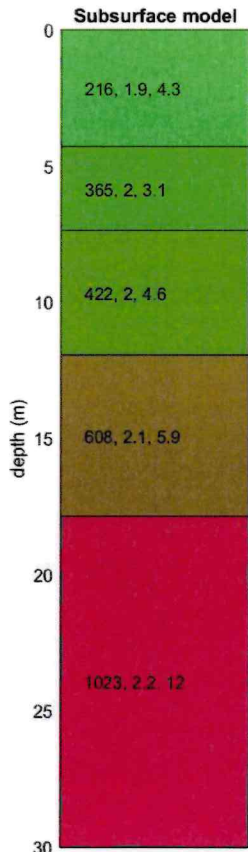


INDAGINE MASW



www.wlmmasw.com

dataset: 1642.dat
 dispersion curve: p.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 494 366 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 494 366 m/s



V _s	density	thickness
(m/s)	(gr/cm ³)	(m)

Nel caso in esame la V_s , eq calcolata è pari a **366 m/sec** che fa rientrare il suolo di fondazione nella categoria sismica **B**.

Ruffano, ottobre 2023

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

