

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA  
"SAN PANCRAZIO TORREVECCHIA" DI POTENZA PARI A 34,50 MW

REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA di BRINDISI

COMUNE di SAN PANCRAZIO SALENTINO

Località: Masserie Corte Finocchio, Torre Vecchia e Campone

OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI: San Pancrazio S. (BR) Erchie (BR) ed Avetrana (TA)

PROGETTO DEFINITIVO  
Id AU H4QPRN5

Tav.:

Titolo:

R21

RELAZIONE GEOLOGICA

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4-A3

H4QPRN5\_RelazioneGeologica\_21

Progettazione:

Committente:

STC S.r.l.



Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce  
Tel. +39 0832 1798355  
studiocalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

Dott. Geol. Marcello de Donatis  
P.zza della Libertà, 11 - 73049 Ruffano (LE)  
Tel. 0833/692992  
geoprovesas@libero.it



TOZZIgreen

Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA)  
Tel. +39 0544 525311 - Fax +39 0544 525319  
pec: tozzi.re@legalmail.it - www.tozziholding.com

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
16 febbraio 2018	Prima emissione	MdD	FC	TOZZI GREEN S.p.a.

**COMUNE DI  
SAN PANCRAZIO SALENTINO  
PROVINCIA DI BRINDISI**

**PROGETTISTA: ING. FABIO CALCARELLA**

**INDAGINI GEOGNOSTICHE, RELAZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA E VERIFICA DI  
COMPATIBILITA' CON GLI STRUMENTI DI  
PIANIFICAZIONE TERRITORIALI  
A SUPPORTO DI UN PARCO EOLICO**

Ruffano, gennaio 2018

**Il Geologo  
Dr. Marcello DE DONATIS**

## INDICE

PREMESSA.....	2
INDIVIDUAZIONE DEL SITO .....	4
CARATTERI GEOLOGICI.....	5
IDROGEOLOGIA.....	5
CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA.....	12
COMPATIBILITÀ CON IL PAI .....	14
COMPATIBILITÀ CON IL PPTR .....	15
COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE .....	19
INDAGINE GEOGNOSTICA .....	21
Sismica a rifrazione .....	21
Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor).....	25
CONCLUSIONI .....	34

## **PREMESSA**

Su incarico dell'Ing. Fabio Calcarella il sottoscritto, nel mese di gennaio 2018, ha eseguito uno studio geo-idro-morfologico di superficie, finalizzato alla verifica della compatibilità del progetto di realizzazione di un Parco Eolico costituito da n. 10 Aerogeneratori in territorio Comunale di San Pancrazio Salentino, con gli strumenti di pianificazione territoriale, quali la Carta Idrogeomorfologica, il PAI, il PPTR di recente approvazione ed il Piano Tutela delle Acque, e delle indagini geognostiche preliminari al fine di caratterizzare l'area da un punto di vista sismico e di fornire dei parametri geotecnici, in via preliminare, utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di progettazione definitiva ed esecutiva, come richiesto dal D.M. 14.01.2008, saranno poi eseguite delle indagini puntuali, in corrispondenza di ciascun aerogeneratore.

Ciò che in primo luogo si analizza in questo studio sono le relazioni tra l'area interessata dal progetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale esistenti, seguono delle indagini geognostiche finalizzate alla caratterizzazione meccanica del terreno ed all'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione.

Per verificare la compatibilità tra il progetto e gli strumenti di pianificazione territoriale, dopo aver eseguito un rilievo geo-morfologico di dettaglio per la verifica di emergenze morfologiche, di particolare interesse paesaggistico, sono state consultate le seguenti cartografie:

- Carta Idrogeomorfologica redatta dall'AdB Puglia su commissione



della Regione;

- Piano di Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia;
- Piano Territoriale Paesaggistico Territoriale;
- Piano di Tutela delle Acque;

Lo studio è stato poi corredato da indagini in situ consistite in profili sismici a rifrazione ed indagini sismiche passive eseguite sullo stesso stendimento.

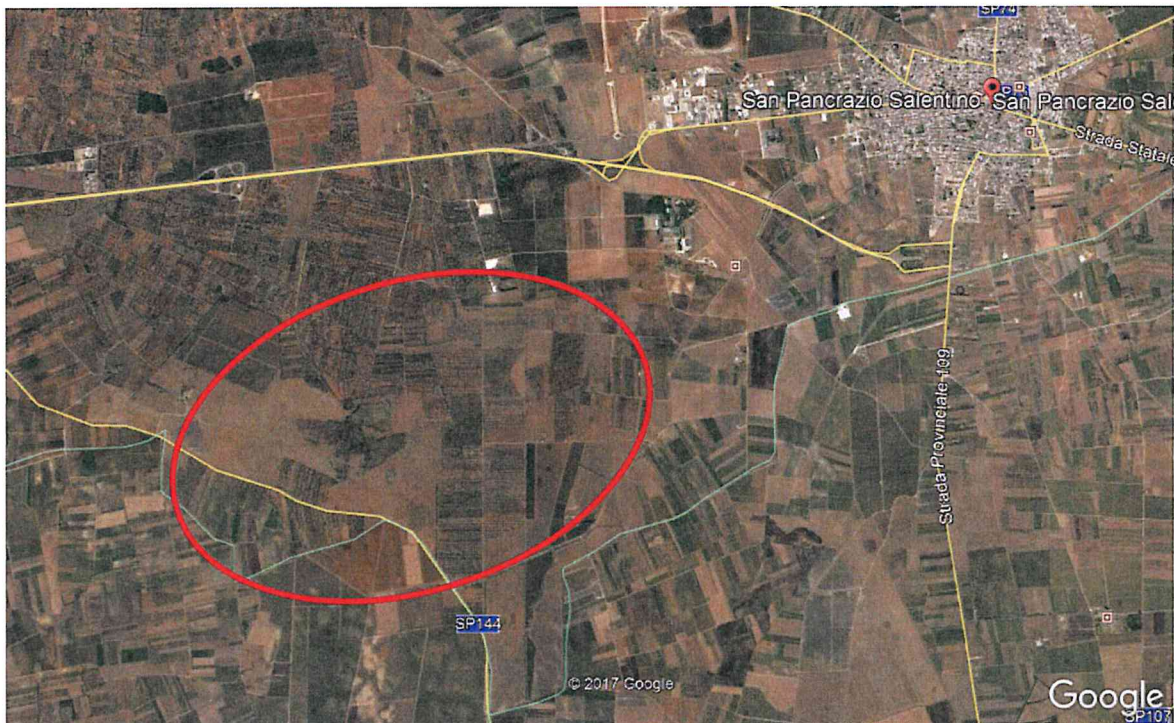
## INDIVIDUAZIONE DEL SITO

L'area indagata è ubicata nel territorio comunale di San Pancrazio Salentino a circa 2.5 km a sudovest dell'abitato.

La quota topografica è di circa 57-63 metri s.l.m., e la morfologia è pianeggiante.

Considerando una posizione centrale all'impianto, l'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine : 40° 24' 01'' N
- Longitudine : 17° 47' 40'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## CARATTERI GEOLOGICI

L'area indagata ricade nel foglio 203 Tavoletta di Brindisi della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000.

La morfologia risulta pianeggiante ed è posizionata ad una quota topografica di variabile da 57 a 63 metri s.l.m., degradando dolcemente verso sud.

Il paesaggio fisico è costituito da una depressione alluvionale tabulare; tettonicamente è collocata all'interno di un esteso graben che si allunga in direzione NW-SE ed è delimitata ai lati da due horst, denominati localmente "Serre", dove affiorano le rocce carbonatiche.

L'attuale configurazione geologica è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento calcareo durante il Terziario e ha dato vita ad una serie di depressioni in cui si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie pleistoceniche.

Il rilievo geologico ha evidenziato la presenza delle seguenti formazioni dal basso verso l'alto:

- *Calcari di Altamura* (Cretaceo)
- *Calcareniti di Gravina* (Pleist.inf)
- *Sabbie Pleistoceniche* (Pleist. medio-sup);

### *Calcari di Altamura (Cenomaniano-Turoniano)*

Questa formazione è presente in affioramento nella porzione settentrionale dell'area interessata dall'impianto, rappresentando il terreno fondale degli aerogeneratori 2.3, 6-10.



Si rinviene poi anche in profondità dove risulta ribassata per cause tettoniche.

Essa costituisce il basamento della Penisola Salentina, si presenta con stratificazione variabile, ad andamento ondulato con strati di circa 20-30 cm di spessore che, a luoghi, diminuisce sino alla caratteristica struttura a “tavolette” con laminazioni ritmiche.

I Calcari di Altamura sono interessati da una fratturazione subverticale, con diaclasi e leptoclasie che, avendo un andamento normale ai piani di strato, talvolta, rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica.

Sono presenti, inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccazioni riempite di materiale residuale.

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana o nocciola, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri; l'immersione è verso OSO con pendenze comprese fra  $6 \div 13^\circ$ . Alcune piccole variazioni di immersione danno luogo a deboli ondulazioni, mentre la fratturazione, localmente anche intensa, dà origine ad una rete di fessure che conferisce alla formazione suddetta una generale permeabilità in grande.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le “Dolomie di Galatina”. Il

passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità tende ad aumentare la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo più esattamente di piattaforma. Inoltre, dato che presenta spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

### ***Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)***

Questo litotipo è presente in affioramento solo in corrispondenza dell'aerogeneratore n.4, costituendo un deposito con graduali passaggi in differenti varietà di tipico marino.

In questa unità vengono riuniti tutti i sedimenti noti con il termine generico di "Tufi".

Questa formazione è assimilabile, per caratteristiche litologiche, sedimentologiche e stratigrafiche, alle Calcareniti di Gravina (Ba); da esse infatti prendono anche il nome.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio-chiara, cui si associano sabbioni calcarei talora parzialmente cementati, eccezionalmente argillosi. Verso la base dell'unità si rinvengono alle volte delle brecce e conglomerati con estensione e potenza molto variabile.

Il contenuto del carbonato di calcio è in genere elevato ed oscilla tra il 97-98%.



Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa con le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa. Al tetto della formazione si rinvencono le argille grigio-azzurre.

La stratificazione è in genere incrociata, in accordo con il suo ambiente deposizionale.

### ***Sabbie (Pleistocene medio)***

Le Sabbie rappresentano il terreno fondale di solo due aerogeneratori e precisamente l'1 ed il 5. Si rinvencono in affioramento anche in corrispondenza della SE Terna – Erchie.

Si tratta di depositi sabbiosi di natura micacea che affiorano estesamente su tutta l'area indagata.

Costituiscono il termine di chiusura del ciclo sedimentario post-calabriano

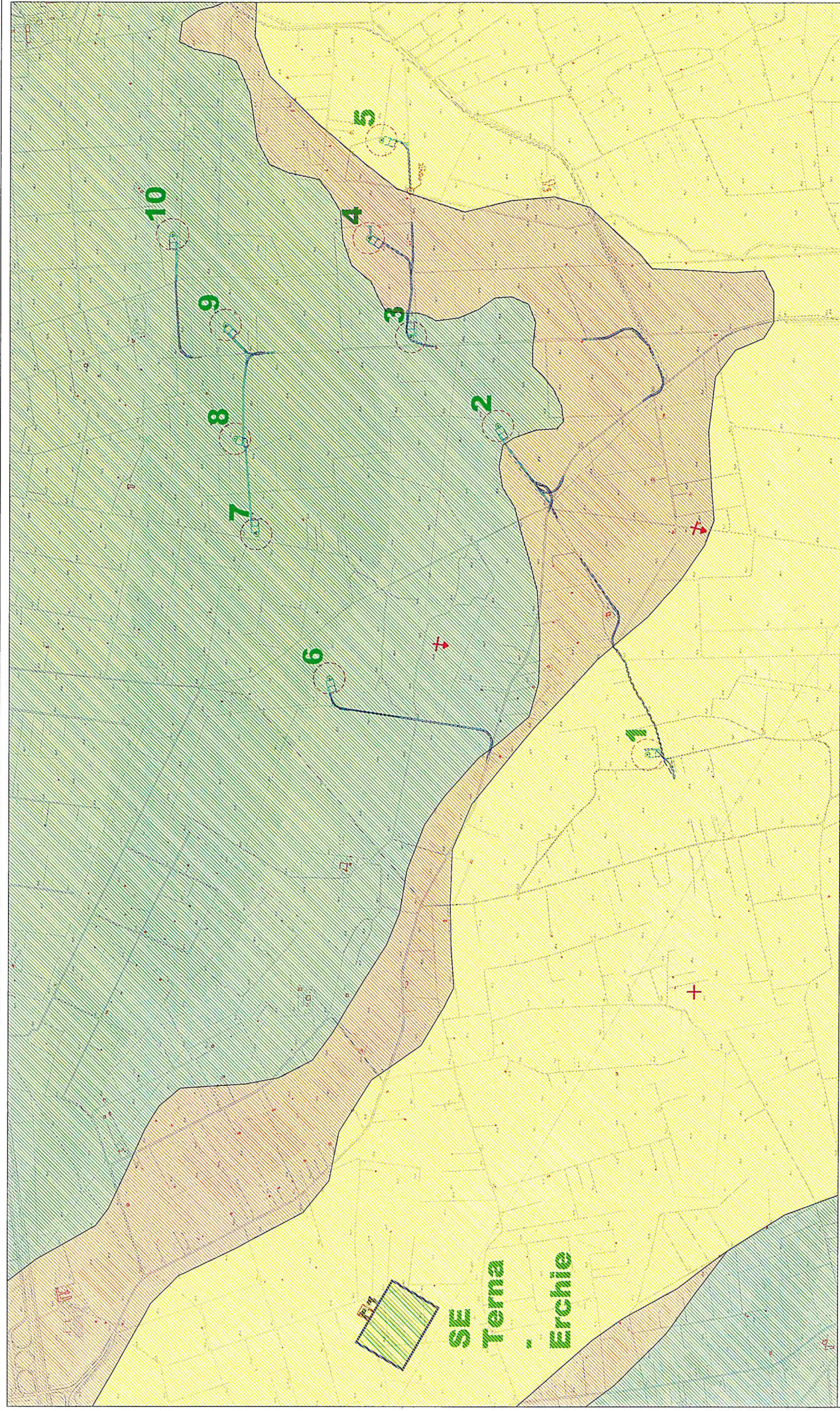
Tale deposito sabbioso risulta variamente costituito e potente da luogo a luogo delle zone di affioramento, andando dall'area ofantina a quella premurgiana e a quella salentina. In quest'ultima area, l'articolazione e frammentazione dei bacini di sedimentazione, ha prodotto la differente costituzione litologica, con riferimento alla presenza e alla frequenza di livelli arenacei, limosi e/o argillosi, calcarenitici, nell'ambito dei depositi sabbiosi.

Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie sciolte, solo localmente contenenti livelli cementati.

Il colore è giallo-paglierino, la grana prevalentemente fine ed uniforme.

Poggiano con continuità di sedimentazione sulle Calcareniti di Gravina e a volte tra le due formazioni si rinviene un deposito argilloso, che stratigraficamente, si pone nella parte mediana del Ciclo sedimentario Plio-pleistocenico.





**LEGENDA**

**1** SABBIE PLEISTOCENICHE  
Formazione costituita essenzialmente da bioclastici e calcareniti ricche di foraminiferi bentonici, litologicamente risalta alquanto omogenea in genere ben stratificata di colore giallastro. (Pleistocene Superiore).

**2** CALCARENITI DI GRAVINA  
Sabbie giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche centimetro di spessore, spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Pleistocene Inferiore).

**3** CALCARE DI ALTAMIRA  
Calcarei in gran parte fratturati e cementati, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio. Corrispondono alla sedimentazione prodottasi essenzialmente nelle estese aree di laguna della piattaforma apula. (Crenaceo)

**6** AEROGENEATORI

**+** Strati orizzontali  
**X** Strati con pendenza inferiore a 10°

Scala 1:20000

**CARTA GEOLOGICA**



## **IDROGEOLOGIA**

Dal rilievo idrogeologico e dallo studio delle foto aeree si è appurata la presenza di una sola falda acquifera profonda conosciuta come falda costiera o carsica.

Si tratta di un acquifero sostenuto alla base dalle acque marine di invasione continentale e delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente all'incirca con il livello marino.

Questa falda circola a pelo libero nelle rocce calcareo-dolomitiche fessurate e carsificate del Cretaceo. Quando i livelli praticamente impermeabili, rappresentati dalle Calcareniti marnose giacenti sui calcari mesozoici, si rinvencono in corrispondenza o sotto il livello del mare, tale falda risulta in pressione.

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso un livello localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base" in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 4.0 metri e tende progressivamente a ridursi verso SO con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.015 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo:

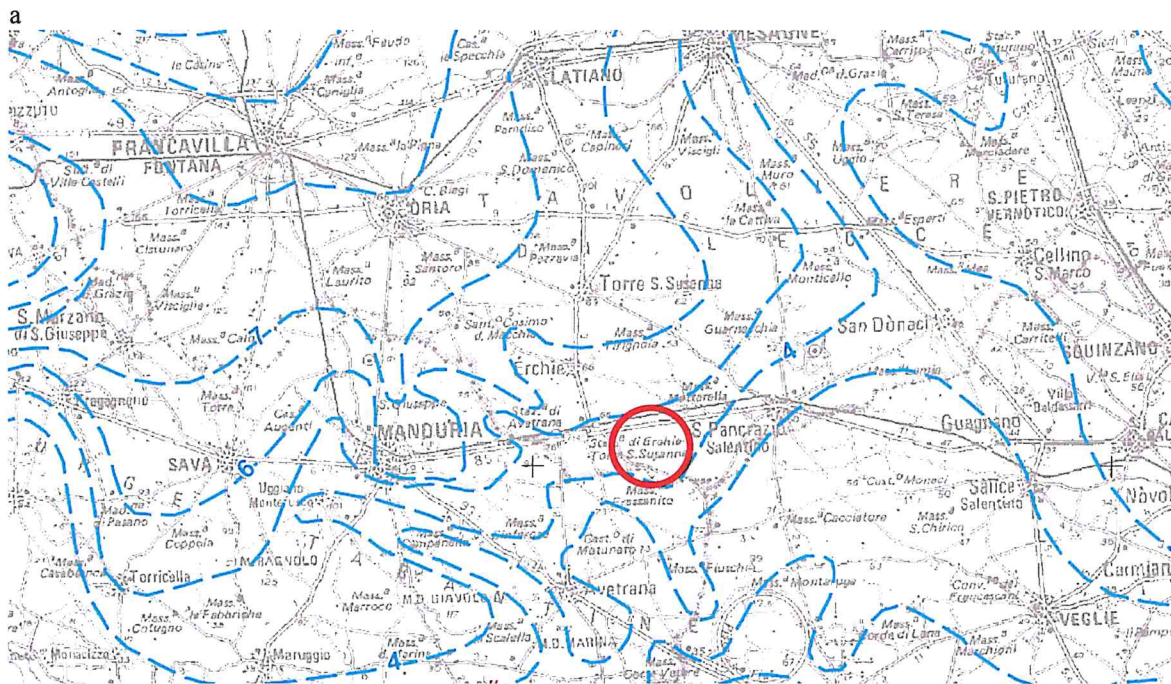
H = spessore della falda

h = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La profondità di rinvenimento della falda è maggiore di 50 metri, pertanto non interagisce con le opere fondali della struttura realizzanda.



Stralcio del Piano di Tutela delle Acque – Regione Puglia  
“Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”



## **CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA**

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

La Carta Idrogeomorfologica intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo ed è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese.

La redazione della Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

Risulta quindi tale cartografia sicuramente più aggiornata e precisa rispetto alla serie n.10 geomorfologia del PUTT, che lo sostituisce,

considerata la scala di elaborazione del piano stesso, redatta sulla base del CTR.

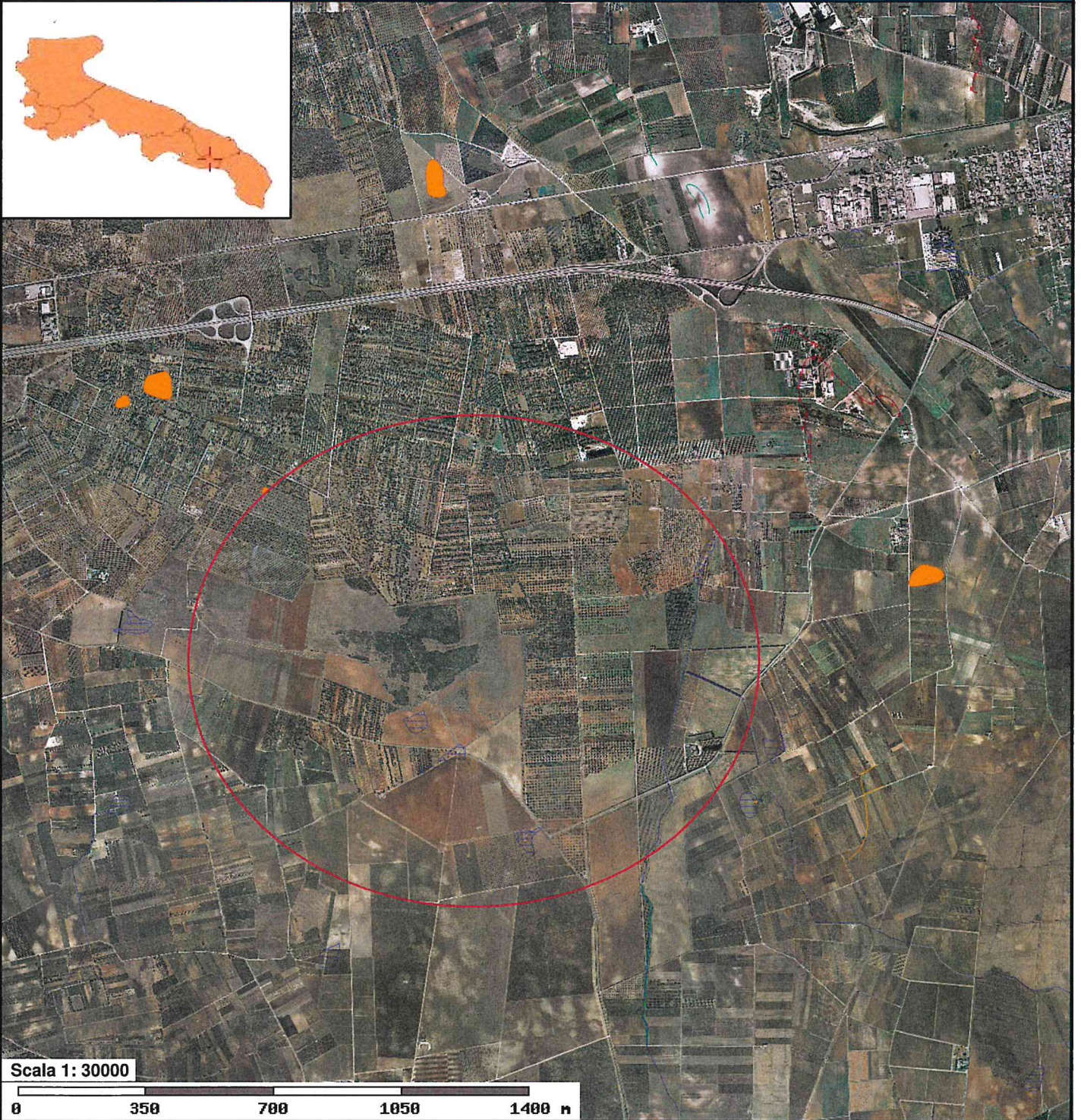
Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica allegato, nell'area oggetto di studio e nell'immediato intorno le uniche emergenze censite sono due bacini di recapito endoreico nella porzione meridionale dell'area in esame ed una piccolissima dolina a nordovest.

Tali segnalazioni si trovano a notevole distanza dagli aerogeneratori di progetto, non compromettendo quindi alcuna installazione.

In dettaglio si ha che l'aerogeneratore più vicino ai recapiti finali di bacino endoreico è il n. 2 che tuttavia dista da entrambi oltre 400 metri.

La piccola dolina si trova invece a circa 650 metri a nordovest dell'aerogeneratore n.6.










Scala 1: 30000

0 350 700 1050 1400 m

**Forme di versante**

**Linee**

-  Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
-  Cresta smussata
-  Nicchia di distacco

-  Cresta affilata
-  Asse di dislivvio

**Forme di modellamento di corso d'acqua**

**Cigli e ripe**


-  Ciglio di sponda
-  Ripa di erosione




Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale


**Corsi di acqua**

 Corso d'acqua

 Corso d'acqua obliterato

 **Recapito finale di bacino endoreico**

 Corso d'acqua episodico

 Corso d'acqua tombato

**Forme Carsiche**

 Doline

 Orlo di depressione carsica

 Voragini



AREA INTERESSATA  
DALL'IMPIANTO EOLICO

**Cartografia di base**

## COMPATIBILITÀ CON IL PAI

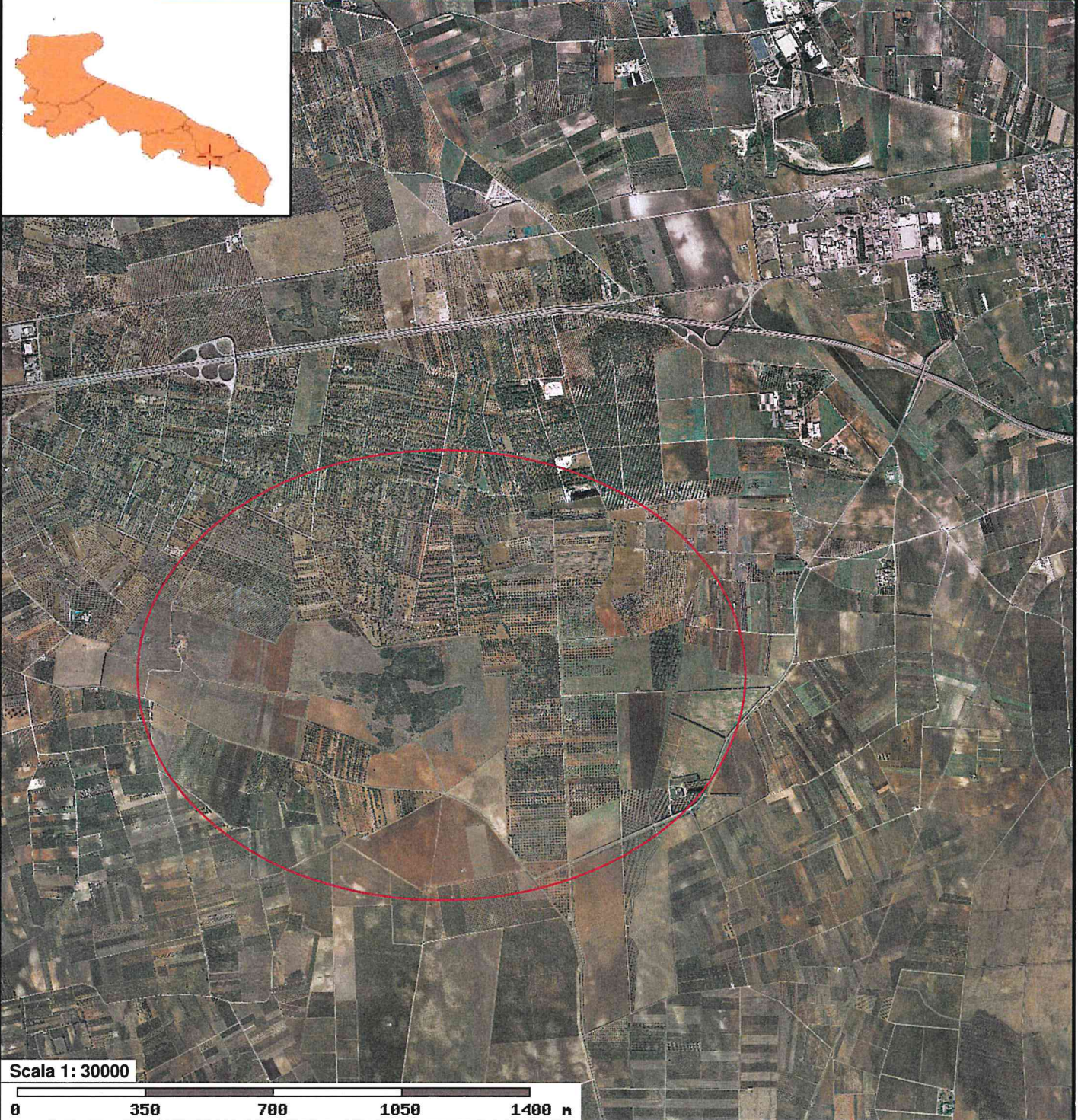
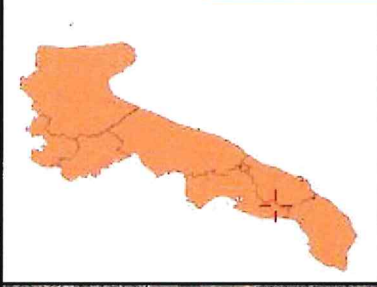
Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI) è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio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

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

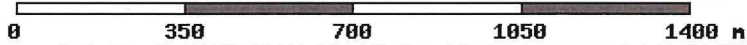
Alla luce della nuova normativa, l'area interessata dall'intervento ***non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica*** (si rimanda alla cartografia allegata), ne scaturisce che il progetto di realizzazione di parco eolico è conforme al PAI.

Dalla stessa cartografia emerge inoltre che l'area interessata dall'intervento ***non risulta perimetrata a pericolosità geomorfologia*** (PG1, PG2, PG3).







Scala 1: 30000





**Pericolosità e Rischio**

**Peric. Geomorf.**

-  media e moderata (PG1)
-  elevata (PG3)

 elevata (PG2)

**Peric. Idraulica**

-  bassa (BP)
-  alta (AP)

 media (MP)

**Cartografia di base**

 AREA INTERESSATA  
DALL'IMPIANTO EOLICO



## **COMPATIBILITÀ CON IL PPTR**

Con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015, la Giunta Regionale ha approvato il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia.

L'impostazione del PPTR risponde alla volontà di affrontare e superare i diversi limiti maturati nell'attuazione del PUTT/P.

Ai sensi dei principi stabiliti dalla Convenzione europea del paesaggio la pianificazione paesaggistica ha innanzitutto il compito di tutelare il paesaggio (non soltanto "il bel paesaggio") quale contesto di vita quotidiana delle popolazioni, e fondamento della loro identità; oltre alla tutela, deve tuttavia garantire la gestione attiva dei paesaggi, garantendo l'integrazione degli aspetti paesaggistici nelle diverse politiche territoriali e urbanistiche, ma anche in quelle settoriali.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) persegue, quindi, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile, con l'obiettivo di recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi paesaggi integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

In particolare il PPTR analizza:

- a) la ricognizione del territorio regionale, mediante l'analisi delle sue caratteristiche paesaggistiche impresse dalla natura, dalla storia e dalle loro interrelazioni;
- b) la ricognizione degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 136 del Codice, loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso ai sensi dell'art. 138, comma 1, del Codice;
- c) la ricognizione delle aree tutelate per legge, di cui all'articolo 142, comma 1, del Codice, la loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione di prescrizioni d'uso intese ad assicurare la conservazione dei caratteri distintivi di dette aree e, compatibilmente con essi, la valorizzazione;
- d) la individuazione degli ulteriori contesti paesaggistici, da ora in poi denominati ulteriori contesti, diversi da quelli indicati all'art. 134 del Codice, sottoposti a specifiche misure di salvaguardia e di utilizzazione;
- e) l'individuazione e delimitazione dei diversi ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali il PPTR detta specifiche normative d'uso ed attribuisce adeguati obiettivi di qualità;
- f) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio ai fini dell'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- g) l'individuazione delle aree gravemente compromesse o degradate, perimetrale ai sensi dell'art. 93, nelle quali la realizzazione degli

interventi effettivamente volti al recupero e alla riqualificazione non richiede il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 146 del Codice;

- h) l'individuazione delle misure necessarie per il corretto inserimento, nel contesto paesaggistico, degli interventi di trasformazione del territorio, al fine di realizzare uno sviluppo sostenibile delle aree interessate;
- i) le linee-guida prioritarie per progetti di conservazione, recupero, riqualificazione, valorizzazione e gestione di aree regionali, indicandone gli strumenti di attuazione, comprese le misure incentivanti;
- l) le misure di coordinamento con gli strumenti di pianificazione territoriale e di settore, nonché con gli altri piani, programmi e progetti nazionali e regionali di sviluppo economico.

Nella presente relazione vengono trattati i caratteri del paesaggio che il PPTR definisce in tre strutture, a loro volta articolate in componenti, ciascuna delle quali è soggetta a specifica disciplina:

- a) Struttura idrogeomorfologica
  - componenti geomorfologiche
  - componenti idrologiche
- b) Struttura eco sistemica e ambientale
  - componenti botanico-vegetazionali
  - componenti delle aree protette e dei siti naturalistici
- c) Struttura antropica e storico-culturale
  - componenti culturali e insediative
  - componenti dei valori percettivi

Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare che nell'area interessata dal progetto non vi sono censite emergenze geomorfologiche.

Tra le componenti idrologiche invece nell'area è riportato un reticolo idrografico di connessione della R.E.R., a sviluppo quasi sud-nord.

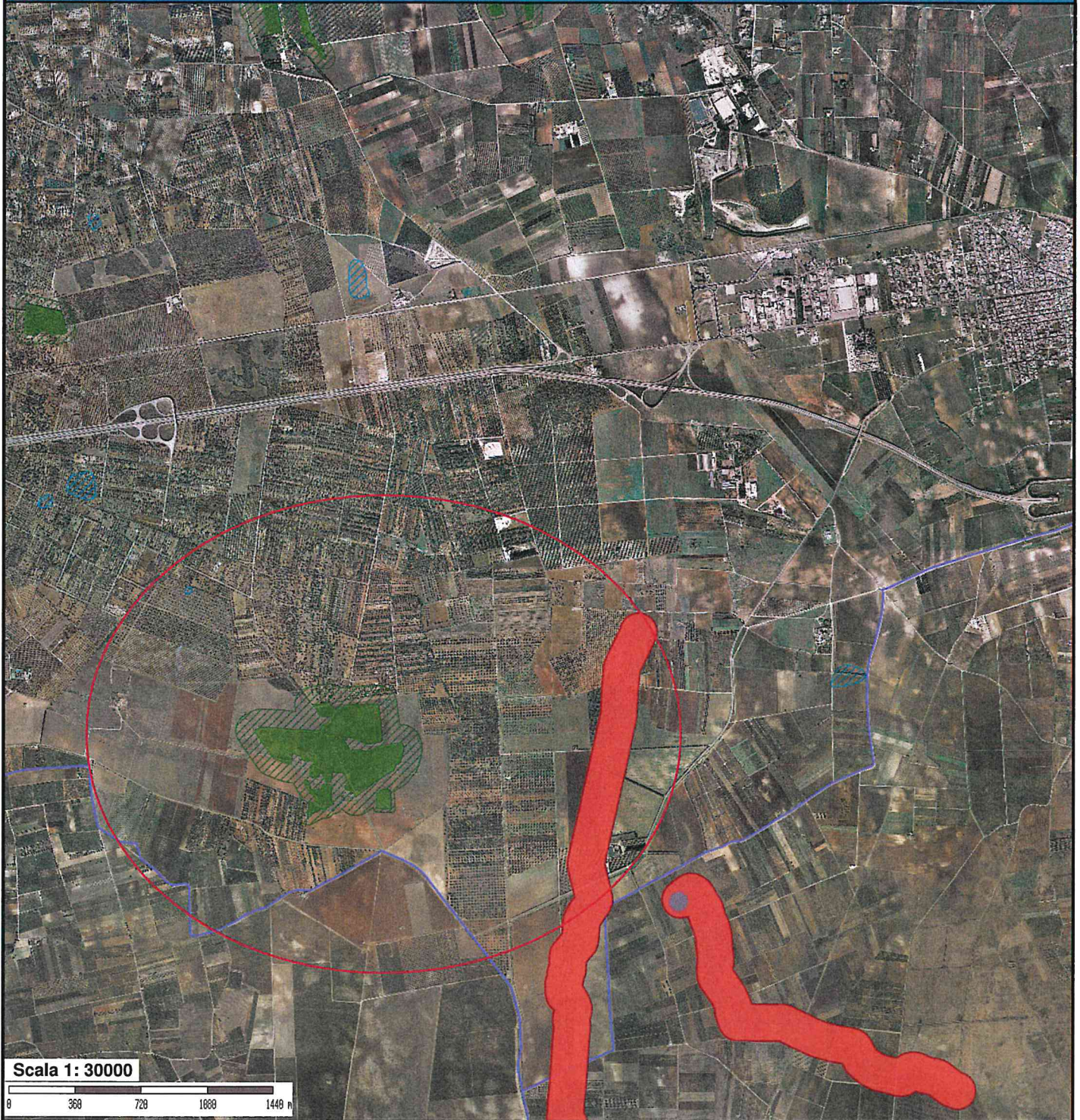
Gli aerogeneratori più vicini al canale sono i nn. 4 e 5, a seguire i nn. 10, 9 e 3.

I più vicini distano rispettivamente 218 m e 177 m; gli altri oltre 400 m.

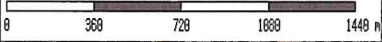
Dando uno sguardo alle componenti botanico vegetazionali, nell'area di interesse vi insiste un bosco; se si considera anche la fascia di rispetto dall'emergenza si ha che i più vicini aerogeneratori sono i nn. 2 e 6 che distano tuttavia 220-230 m.

Stando alle distanze, nell'area non esiste alcuna segnalazione che possa pregiudicare la realizzazione dell'impianto stesso.











Scala 1: 30000



**Componenti geomorfologiche**

-  UCP - Versanti
-  UCP - Lame e gravine
-  UCP - Doline
-  UCP - Grotte
-  UCP - Geositi
-  UCP - Inghiottitoi

**Componenti idrologiche**





 BP - Acque pubbliche

**Componenti idrologiche**

 UCP - Sorgenti

 UCP - Reticolo idrografico di connessione della R.E.R.

 UCP - vincolo idrogeologico

**Componenti botanico-vegetazionali**

 BP - Boschi

**Componenti botanico-vegetazionali**

 UCP - Aree di rispetto dei boschi

**Dati amministrativi**

 Limiti Provinciali

 AREA INTERESSATA DALL'IMPIANTO EOLICO



## **COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE**

La Regione Puglia ai sensi dell'art. 121 del D.Lgs 152/06 ha approvato il Piano di Tutela delle Acque, che risulta distinto in:

1. Misure di tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
2. Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
3. Misure integrative.

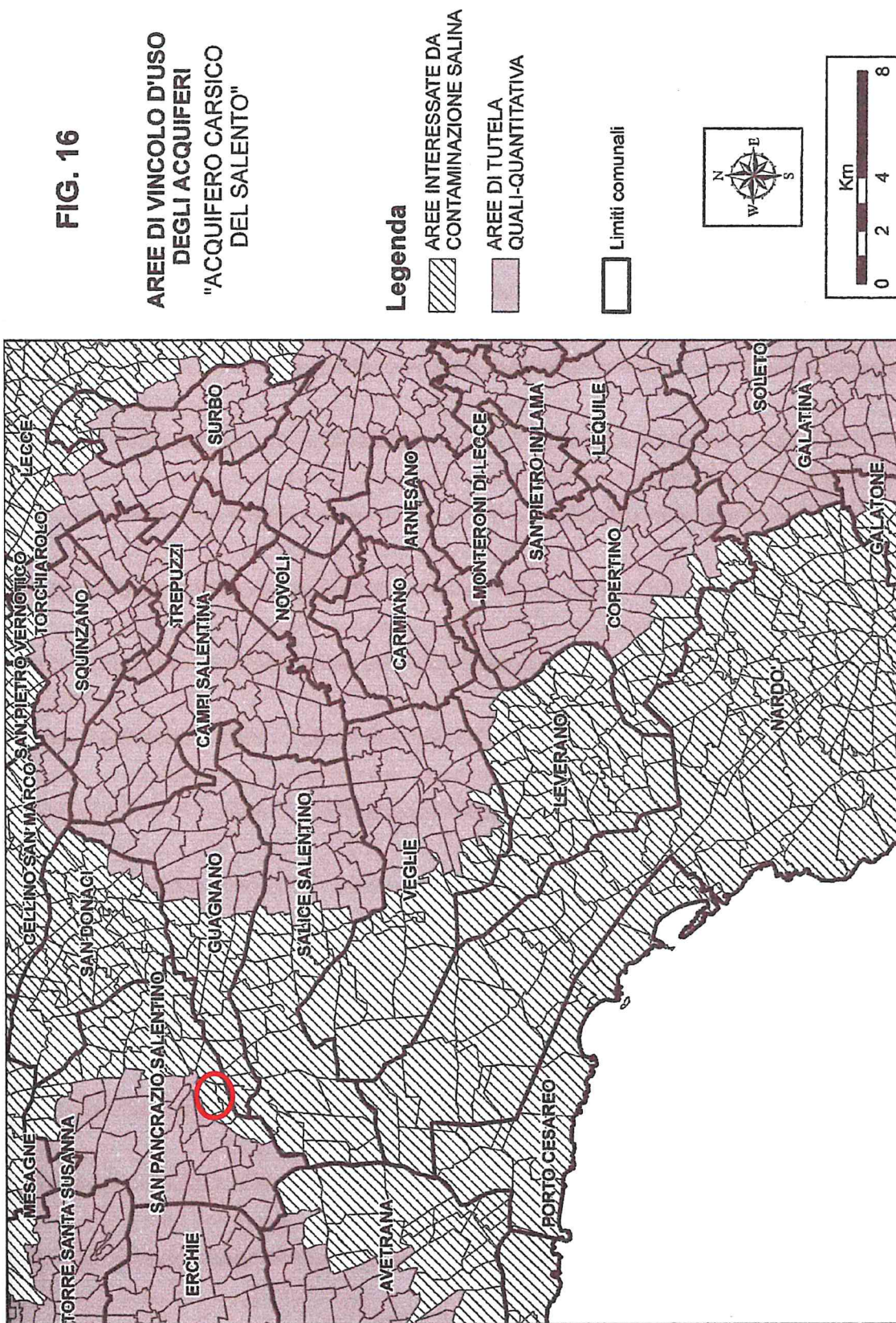
L'area indagata fa parte dell'Acquifero carsico salentino; esso risulta caratterizzato da fenomeni di contaminazione salina.

In virtù di tali constatazioni lo stesso Piano mira alla salvaguardia dell'acquifero profondo.

Dalla cartografia allegata è emerso che sull'area indagata non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica.

**FIG. 16**

**AREE DI VINCOLO D'USO  
 DEGLI ACQUIFERI  
 "ACQUIFERO CARSIICO  
 DEL SALENTO"**





## INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 14.01.2008 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

L'indagine ha mirato alla caratterizzazione meccanica e sismica del terreno fondale ed è consistita nell'esecuzione di:

- ✓ tre profili sismici a rifrazione;
- ✓ tre profili sismici passivi, eseguiti sullo stesso stendimento.

### Sismica a rifrazione

Per individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale, si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismico 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.

I profili sismici sono stati eseguiti 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.

In base ai rilievi di superficie i profili sono stati eseguiti in corrispondenza degli aerogeneratori nn. 4, 2 ed 1.



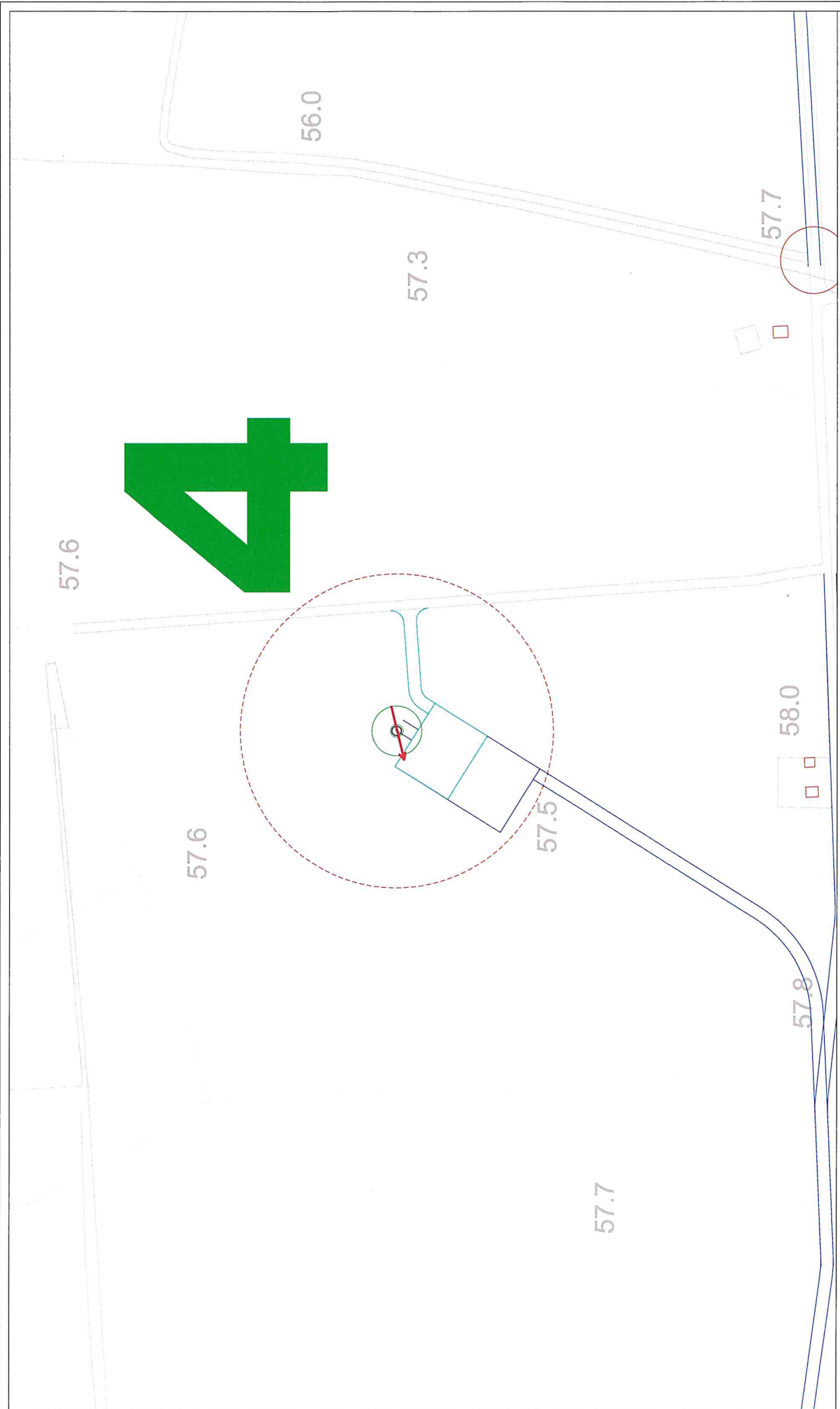
Il profilo sismico n.1 è stato eseguito laddove è prevista l'istallazione dell'aerogeneratore n. 4; esso ha evidenziato un modello a due sismostrati: in affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità di 300 m/sec ed uno spessore variabile da 0.5 a 1.0 metri, seguono delle calcareniti mediamente cementate, caratterizzate da una velocità di 1500 m/sec.

Il profilo sismico n. 2 è stato eseguito in corrispondenza dell'aerogeneratore n. 2.

La successione sismo stratigrafica ricostruita con l'indagine è data da:

- 0.0 m – 0.8 m                      terreno vegetale ( $V_p = 400$  m/sec)
- 0.8 m – 10.0 m                    calcare fratturato con venature di terra rossa  
( $V_p = 1900$  m/sec)

Il profilo sismico n. 3 è stato eseguito in corrispondenza dell'aerogeneratore n. 1; esso ha permesso di osservare che in affioramento per uno spessore di circa 0.5 metri si rinviene del terreno vegetale; seguono delle sabbie caratterizzate da una velocità di 1000 m/sec.



LEGENDA



AEROGENERATORE



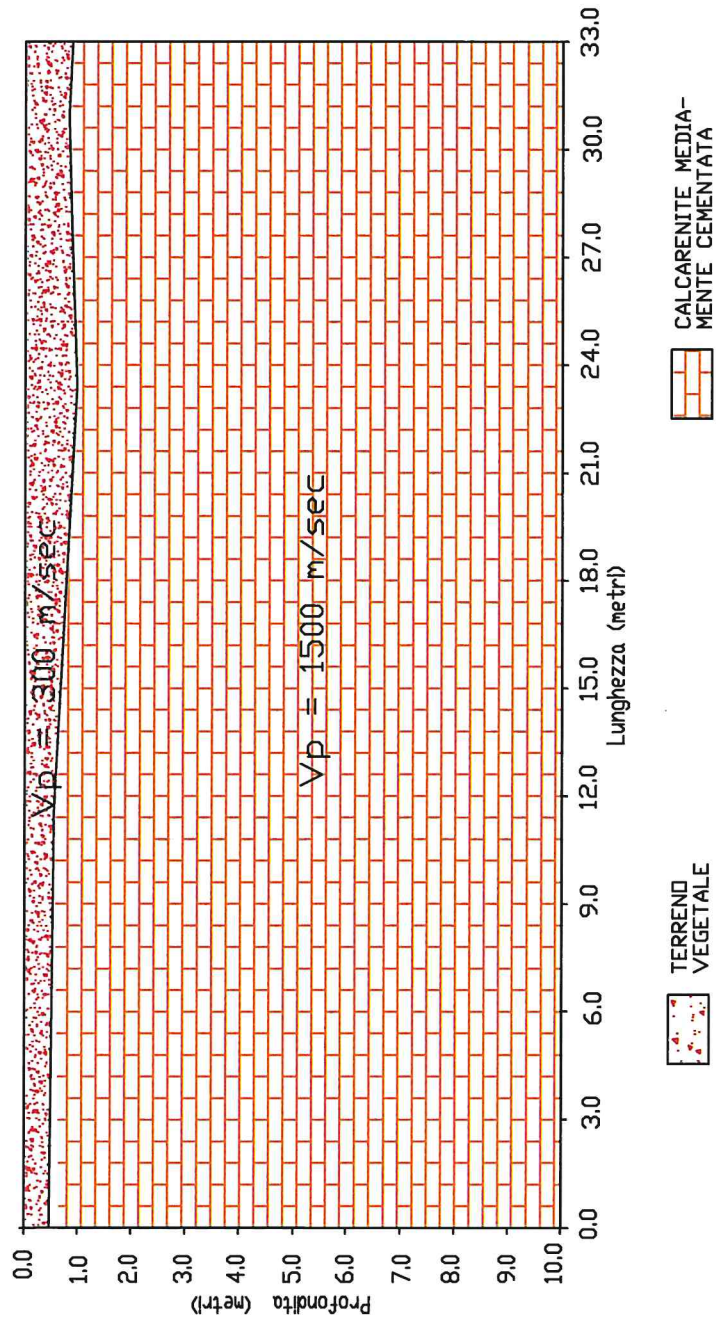
PROFLO SISMICO A RIFRAZIONE

Scala 1:2000

UBICAZIONE INDAGINI



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 1-1'  
C/O AEROGENERATORE N.4 - SAN PANCRAZIO S.IND



58.5

58.0

58.9

58.8

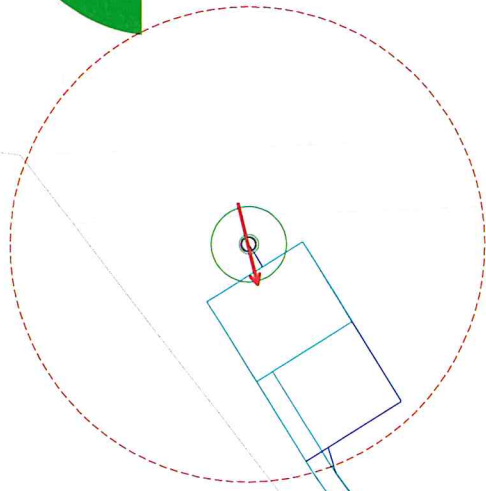
58.7

59.3

57.9

59.0

# 2



LEGENDA



ABROGENERATORE

PROFILO SISMICO A REFRAZIONE

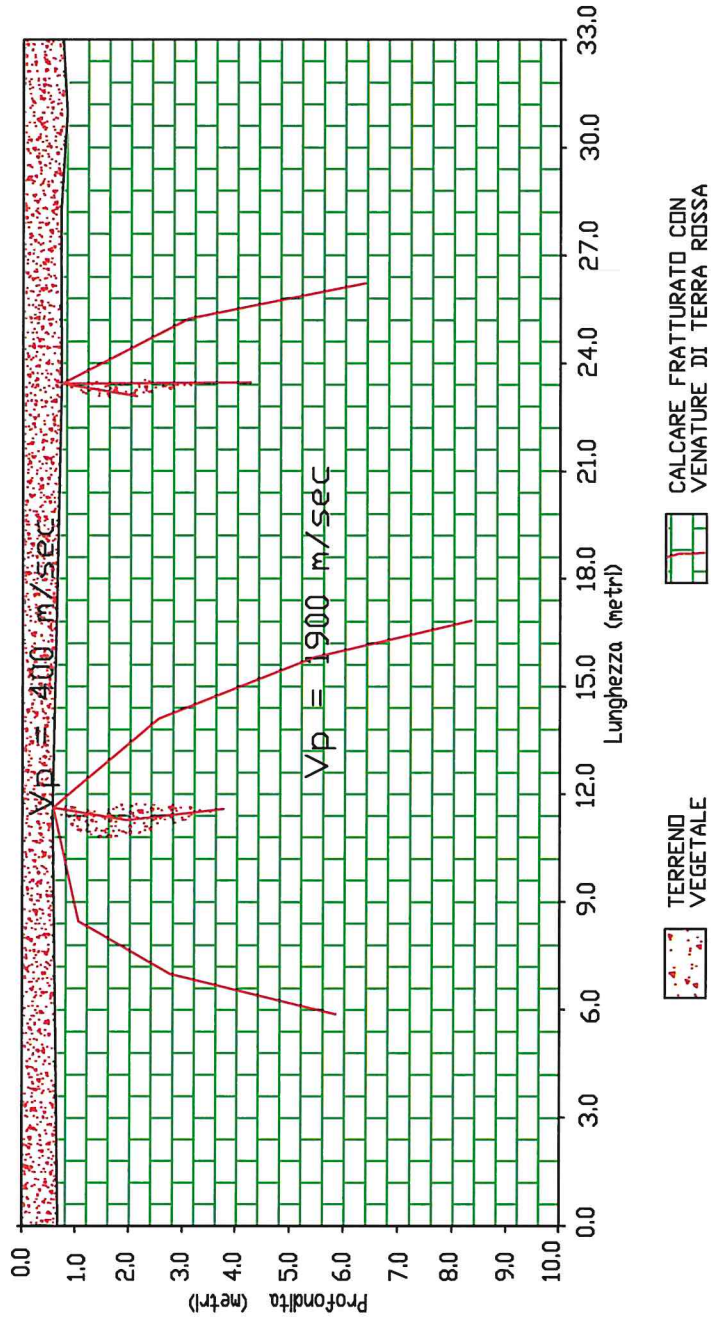


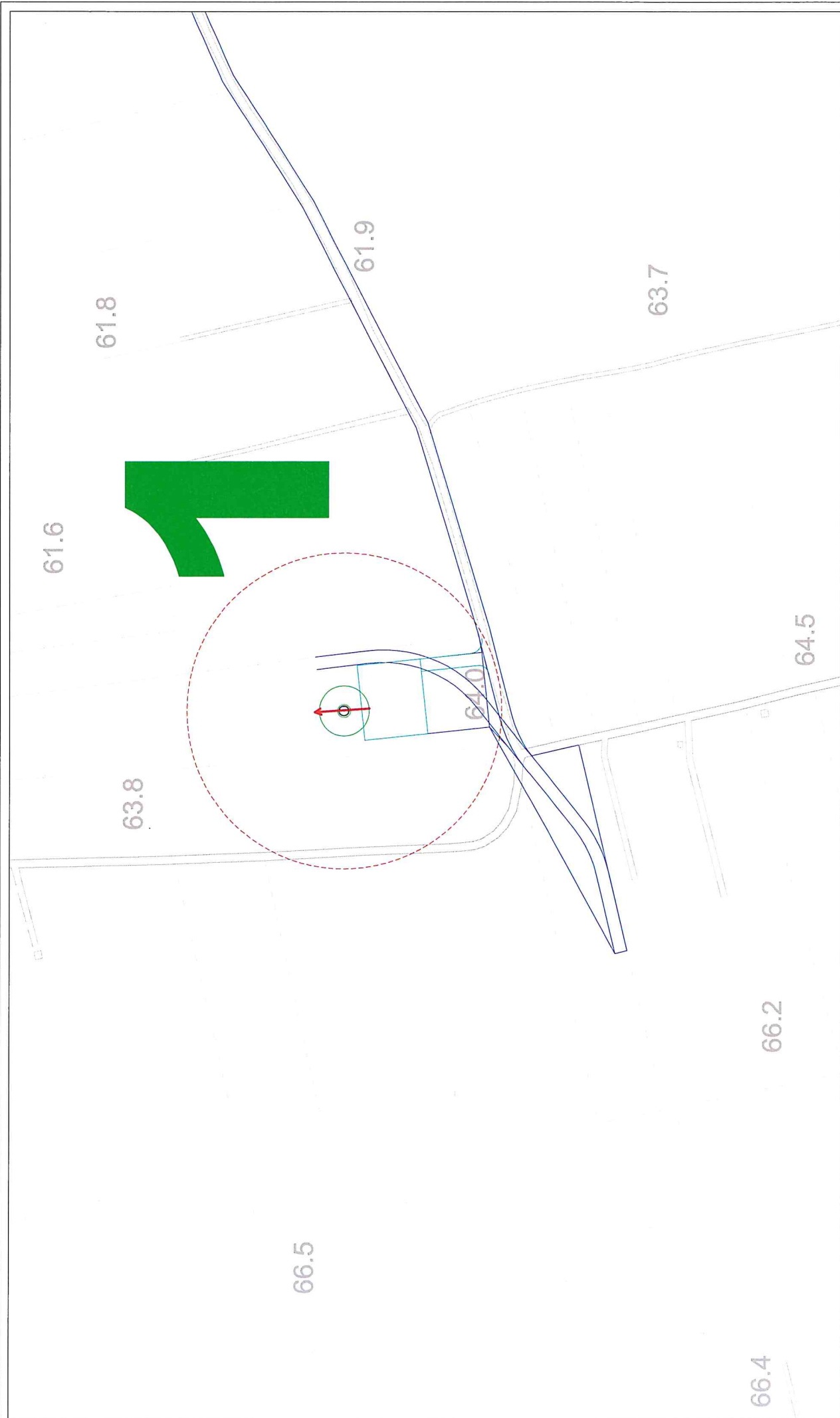
Scala 1:2000

UBICAZIONE INDAGINI



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 2-2'  
 C/O AEROGENERATORE N.2 - SAN PANCRAZIO S.IND





LEGENDA

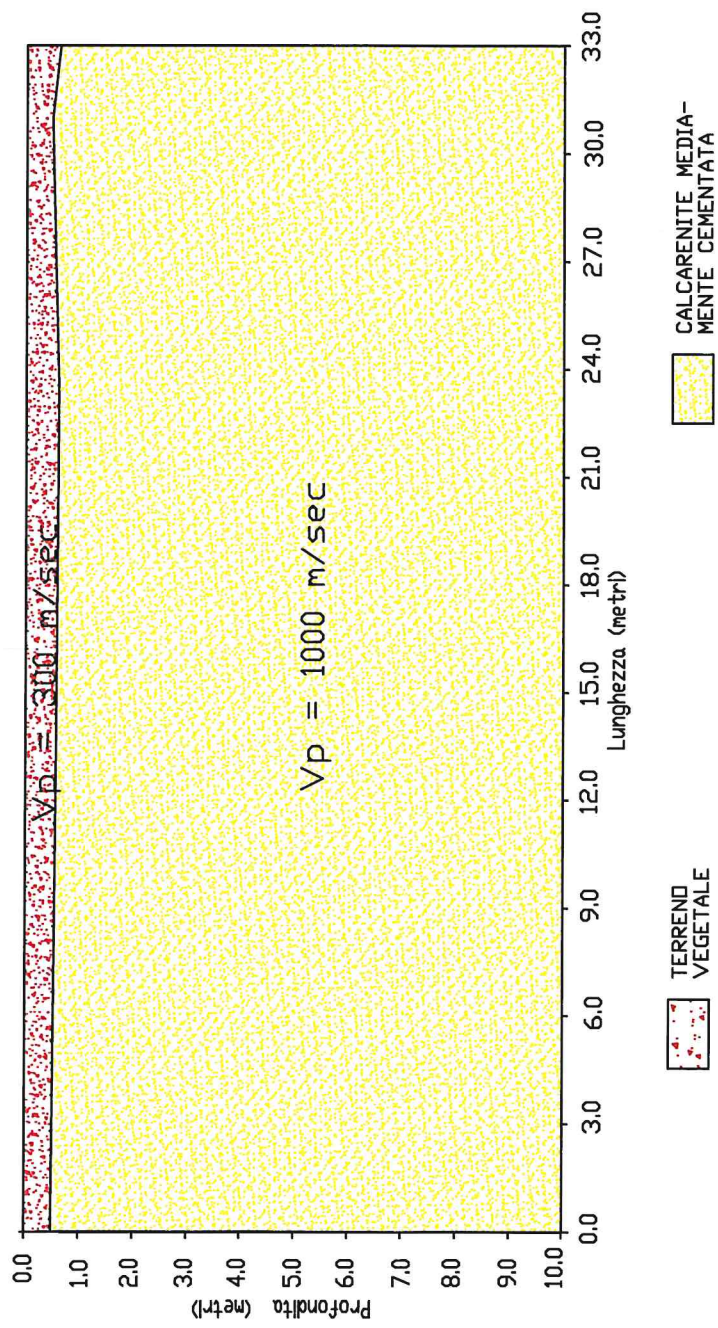


Scala 1:2000

UBICAZIONE INDAGINI



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 3-3'  
C/O AEROGENERATORE N.1 - SAN PANCRAZIO S.IND



Dalla misurazione delle velocità  $V_p$  e  $V_s$  si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale.

***Profilo n. 1***

Strato	$V_p$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E (Kg/cmq)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1500	460	30	0.02	1.94	5500	0.45

$V_p$  = vel. longit.;  $V_s$  = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson

***Profilo n. 2***

Strato	$V_p$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E (Kg/cmq)	$\eta$
1	400	-	-	-	-	-	-
2	1900	640	35	0.08	2.06	8300	0.43

$V_p$  = vel. longit.;  $V_s$  = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson

***Profilo n. 3***

Strato	$V_p$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E (Kg/cmq)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1000	301	30	0.0	1.80	4200	0.46

$V_p$  = vel. longit.;  $V_s$  = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson



### **Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)**

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, a 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio.

Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica ReMi viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

L'elaborazione del segnale consiste, nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f (fig.1).

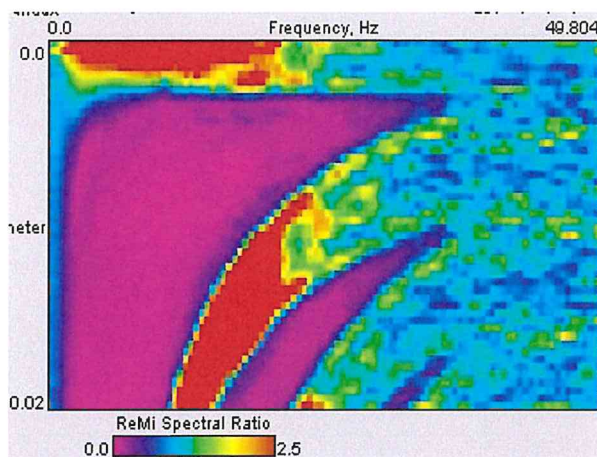


Fig. 1 Esempio di spettro di potenza p-f.

Nell'immagine di figura 1 è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo.

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" (fig.2) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o 1/velocità di fase) per alcune frequenze.



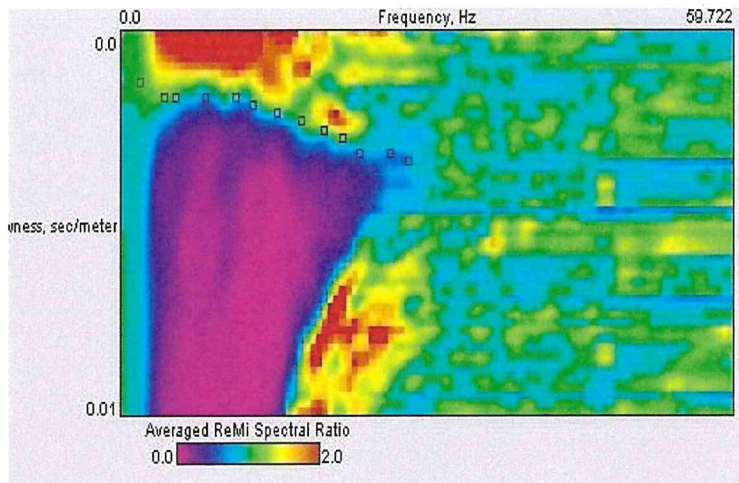


Fig. 2 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati ReMi, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.3).

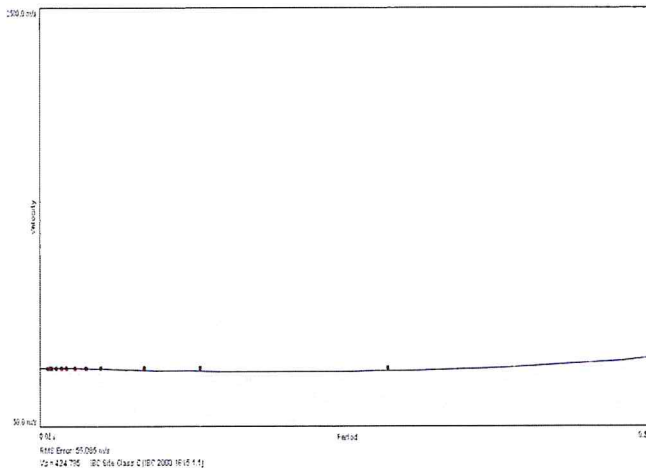


Fig.3:  
Modellizzazione diretta interattiva:  
curva di dispersione calcolata (grigio)  
e curva sperimentale con picking  
(puntinato rosso).

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

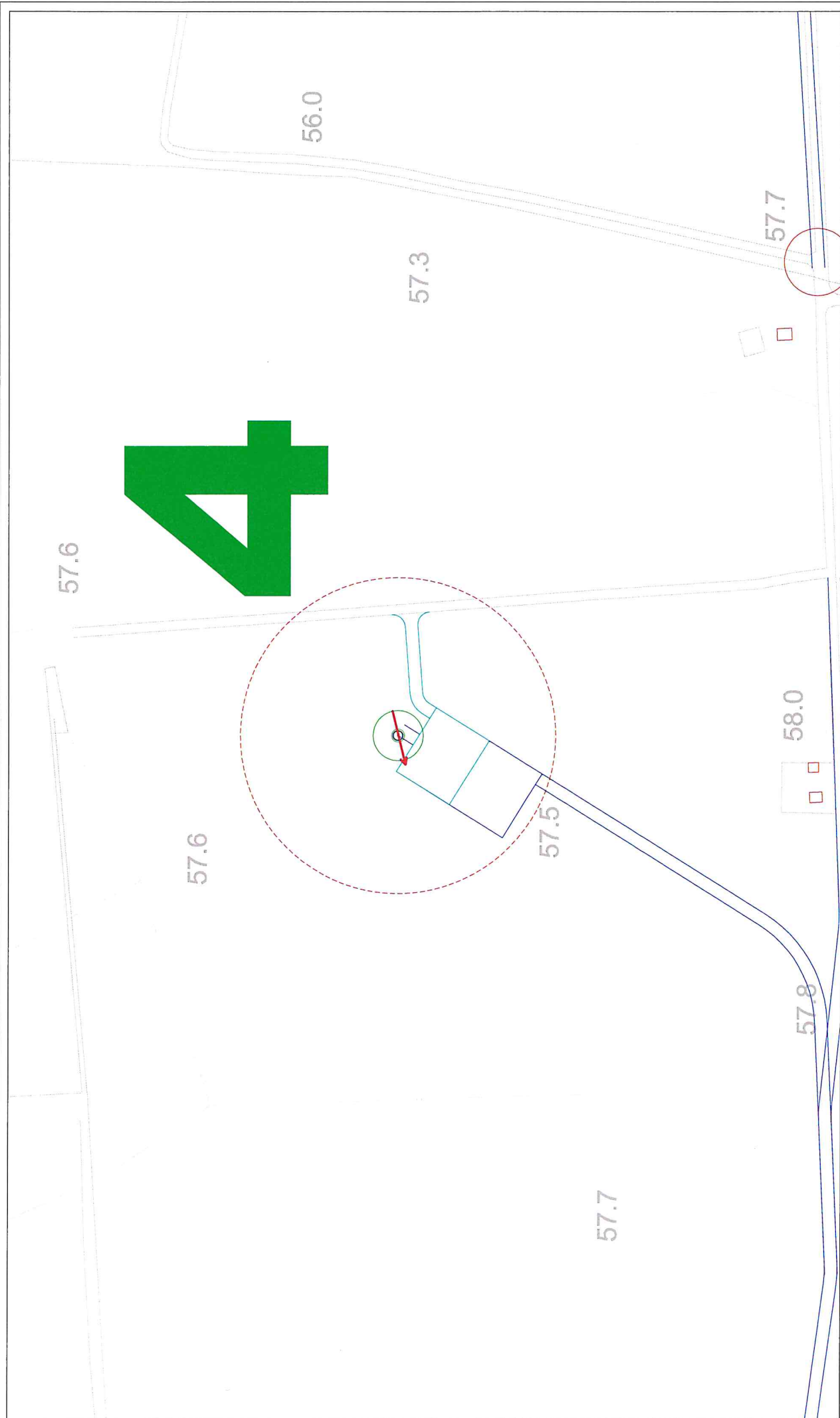
Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La  $V_{S30}$  è stata calcolata con la seguente espressione

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

Tre le indagini effettuate: in corrispondenza degli aerogeneratori nn. 4 - 2 - 1, restituendo i seguenti risultati:  $V_{S30}$  di 547 m/sec, 890 m/sec, 396 m/sec.





LEGENDA



AEROGENERATORE

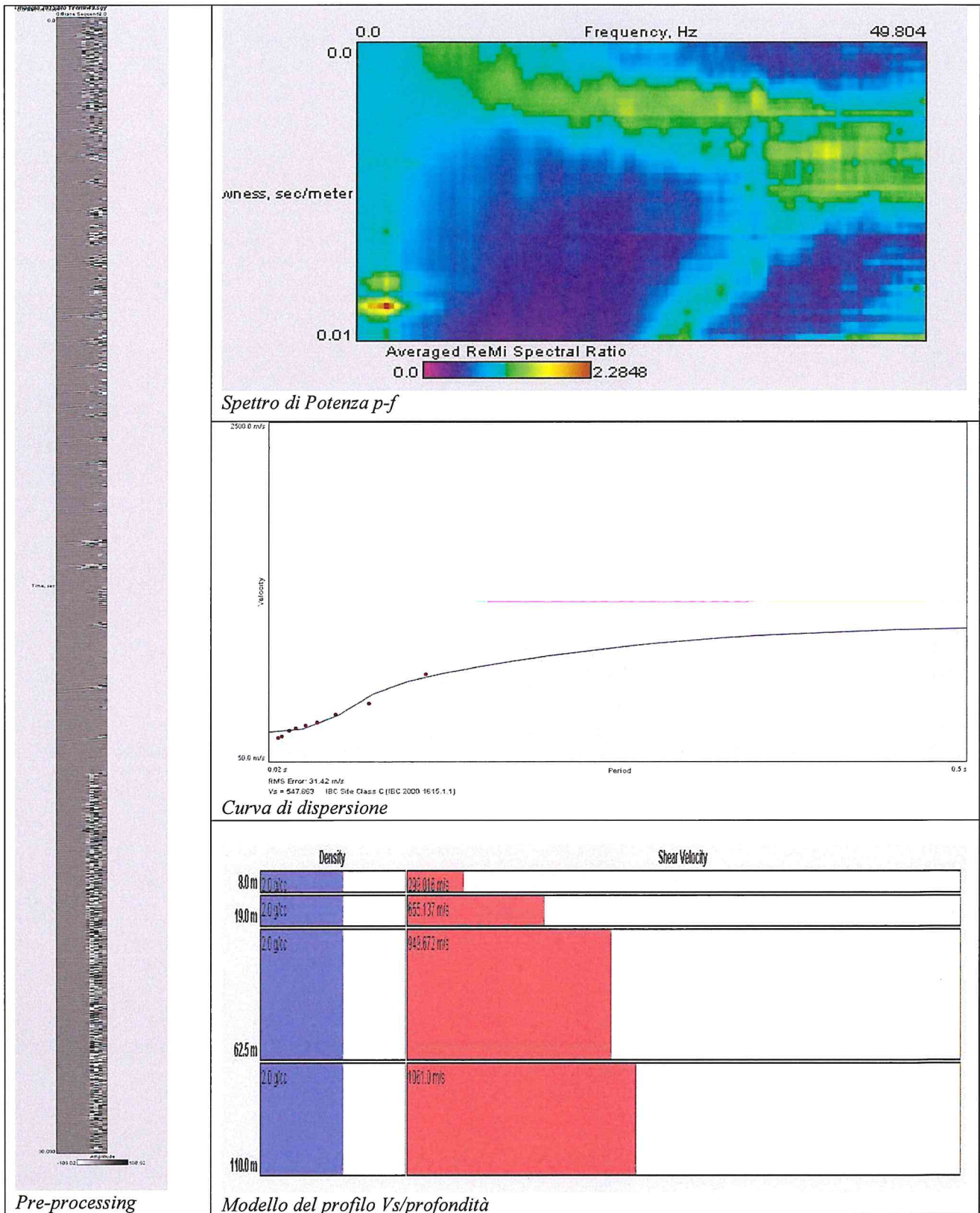


PROFLO SISMICO REMI

Scala 1:2000

UBICAZIONE INDAGINI

Remi n. 1 – Aerogeneratore n. 4





58.5

58.0

58.9

58.8

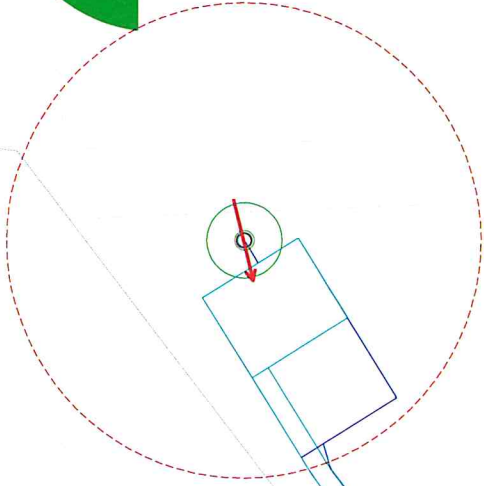
58.7

59.3

57.9

59.0

# 2



LEGENDA

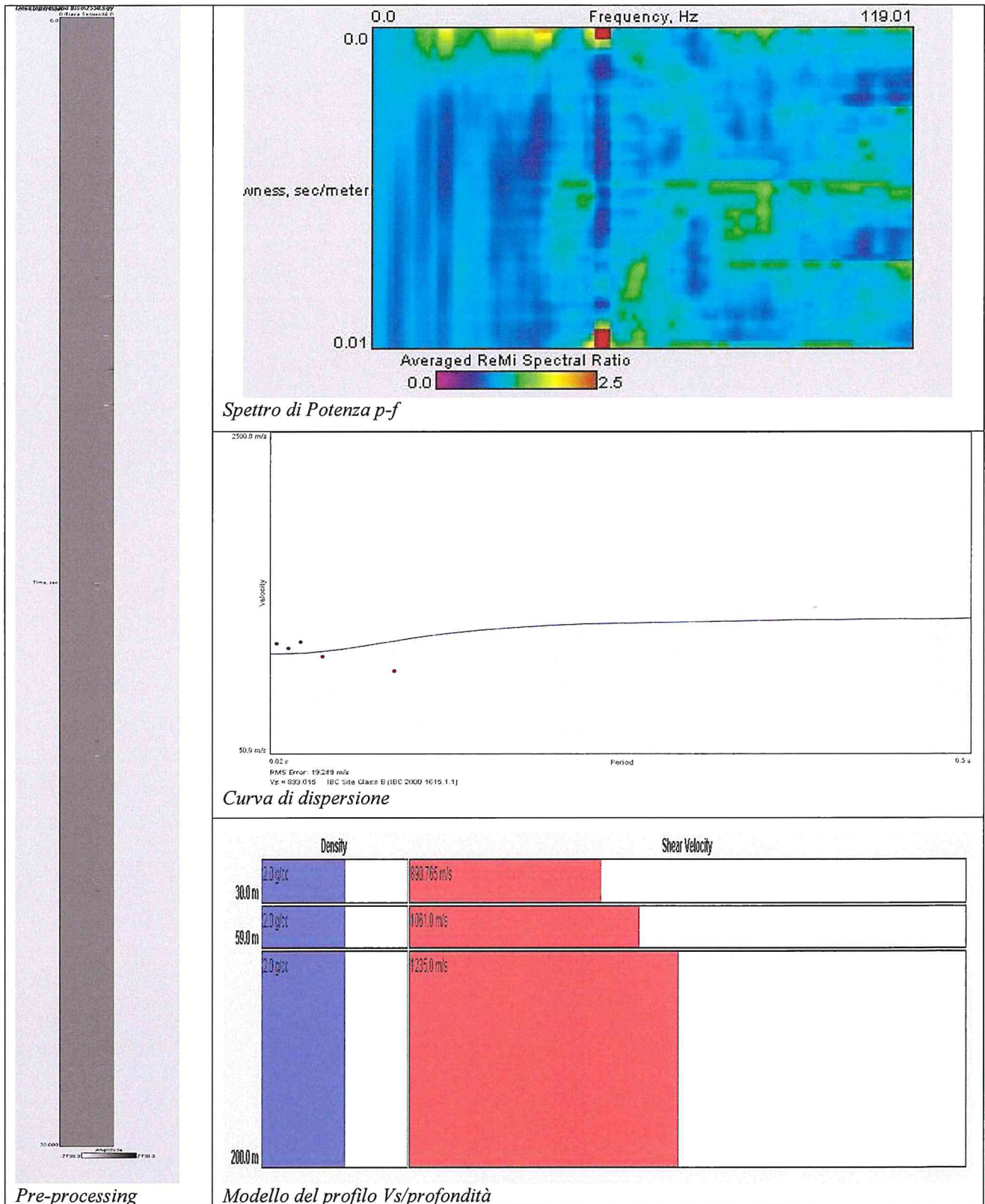


 **PROFILO SISMICO REMI**

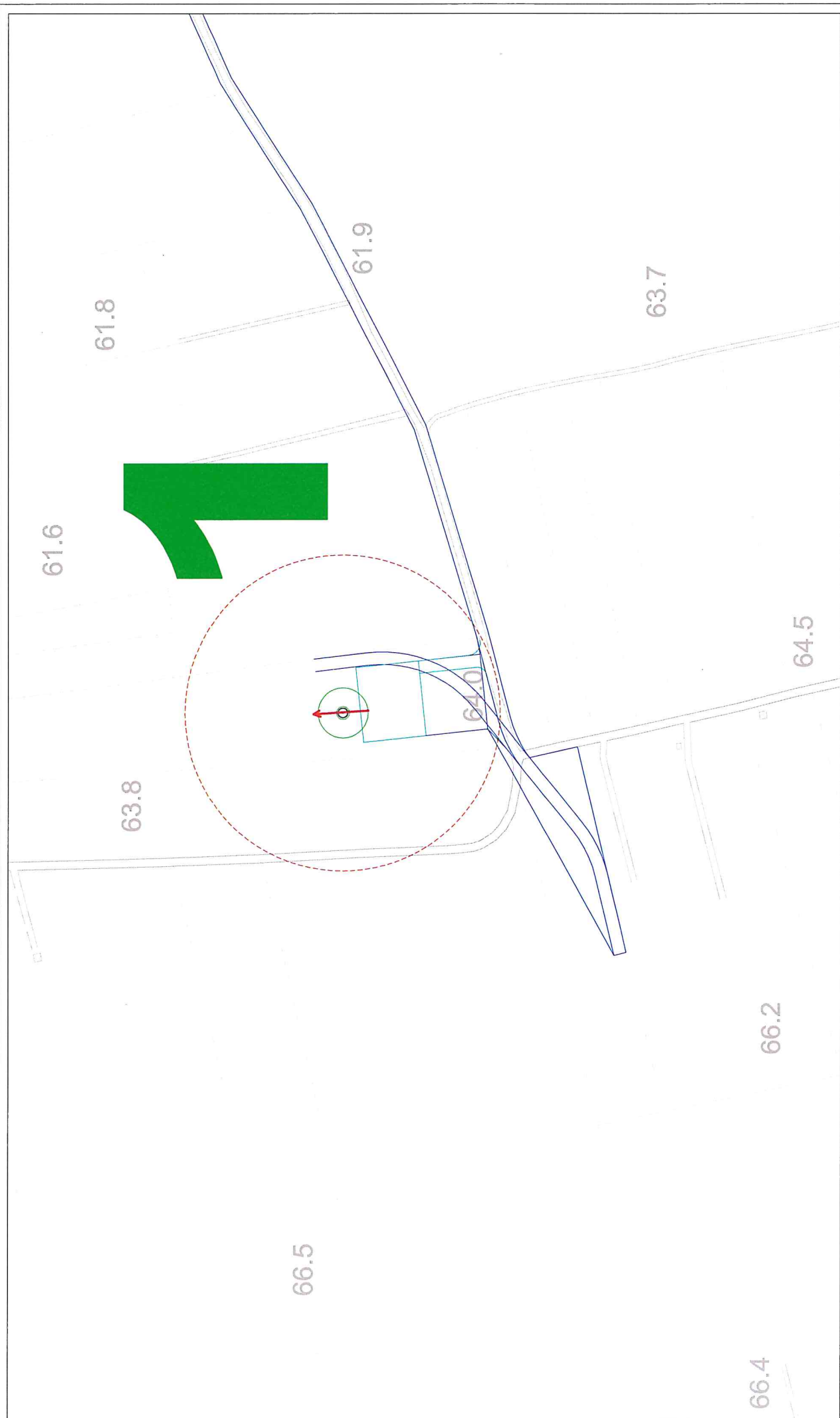
Scala 1:2000

**UBICAZIONE INDAGINI**

Remi n. 2 – Aerogeneratore n. 2







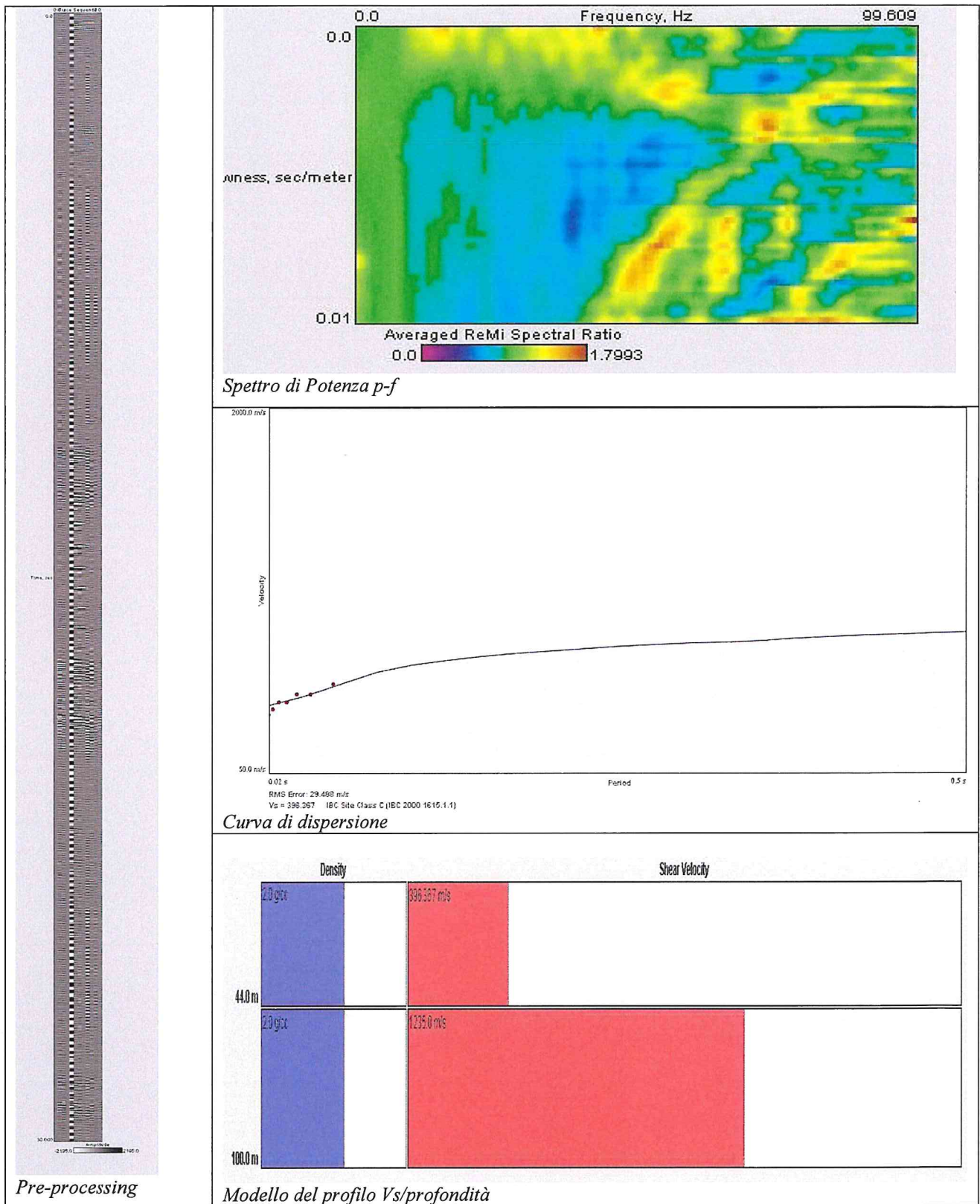
LEGENDA



Scala 1:2000

UBICAZIONE INDAGINI

Remi n. 3 – Aerogeneratore n. 1



Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina) ;
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina)



- E) **Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m**, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria A** con valori di  $V_{s30} >$  di 800 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi**; o nella categoria B con valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/sec di **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**.

## **CONCLUSIONI**

Nel mese di gennaio 2018, il sottoscritto ha eseguito uno studio geomorfologico di superficie, su un'area sita nel territorio comunale di San Pancrazio Salentino (BR) interessata da un progetto di installazione di un impianto eolico con 10 aerogeneratori, finalizzato alla verifica della compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale, quali la Carta Idrogeomorfologica, il PAI, il PPTR, il Piano Tutela delle Acque.

Lo studio ha inoltre previsto delle indagini geognostiche preliminari, in relazione alla natura dei terreni rilevati con il rilievo geologico di superficie) al fine di caratterizzare l'area da un punto di vista sismico e da un punto di vista meccanico per poter fornire dei parametri geotecnici utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 14.01.2008, saranno poi eseguite delle indagini puntuali per ciascun aerogeneratore.

Dallo studio geo-idro-morfologico è emerso quanto segue:

- litologicamente nella porzione settentrionale dell'area interessata dal progetto affiorano i Calcari di Altamura che rappresentano il terreno fondale degli aerogeneratori nn. 2,3, 6-10; procedendo verso sud e sudest in affioramento si rinviene la Calcarenite di Gravina che rappresenta il terreno fondale dell'aerogeneratore n. 4; laddove è prevista l'installazione degli aerogeneratori nn. 1 e 5 affiorano invece delle sabbie pleistoceniche.

- Geomorfologicamente, l'area presenta una morfologia pianeggiante con quote variabili tra 57 e 63 metri s.l.m.
- idrologicamente nell'area (come si può osservare dalla cartografia "Carta Idrogeomorfologica" nell'area è presente un canale ad andamento nord sud, che tuttavia si trova dai più vicini aerogeneratori, il 5 ed il 4, rispettivamente 177 m e 218 m;
- idrogeologicamente si rinviene la sola falda "profonda", presente ad oltre 50 m di profondità.

Dopo aver consultato le cartografie tematiche redatte dalla Regione Puglia il PPTR (Piano Territoriale Paesaggistico Territoriale), dall'Autorità di Bacino della Puglia il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico e la Carta Idrogeomorfologica) ed infine dalla Regione Puglia il P.T.A (Piano di Tutela delle Acque), sono state eseguite delle indagini geognostiche consistenti in tre profili sismici a rifrazione ed in tre indagini sismiche passive, eseguite sugli stessi stendimenti, per la caratterizzazione meccanica e sismica del terreno fondale.

Dallo studio degli strumenti di pianificazione territoriale (Carta idrogeomorfologica e stralci del PPTR) è emerso che nell'area oggetto di studio e nell'immediato intorno le uniche emergenze censite (Carta Idrogeomorfologica) sono due bacini di recapito endoreico nella porzione meridionale dell'area in esame ed una piccolissima dolina a nordovest.

Tali segnalazioni si trovano a notevole distanza dagli aerogeneratori di progetto, non compromettendo quindi alcuna installazione.



Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare che nell'area interessata dal progetto non vi sono censite emergenze geomorfologiche.

Tra le componenti idrologiche invece nell'area è riportato un reticolo idrografico di connessione della R.E.R., a sviluppo quasi sud-nord.

Gli aerogeneratori più vicini al canale sono i nn. 4 e 5, a seguire i nn. 10, 9 e 3. I più vicini distano rispettivamente 218 m e 177 m; gli altri oltre 400 m.

Nell'area di interesse vi insiste inoltre un bosco (componenti botanico vegetazionali); se si considera anche la fascia di rispetto dall'emergenza si ha che i più vicini aerogeneratori sono i nn. 2 e 6 che distano tuttavia 220-230 m.

***Stando alle distanze, nell'area non esiste alcuna segnalazione che possa pregiudicare la realizzazione dell'impianto stesso.***

L'area interessata dall'intervento ***non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica, né a pericolosità geomorfologica*** ne scaturisce che il progetto di parco eolico è conforme al PAI.

L'area indagata fa parte dell'Acquifero carsico salentino; esso risulta caratterizzato da fenomeni di contaminazione salina, non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica.

Dalle indagini geognostiche è stata ricostruita la successione stratigrafica dei primi metri, sono stati caratterizzati meccanicamente i litotipi investigati ed è stata individuata la categoria sismica del suolo di fondazione.

Le indagini eseguite in corrispondenza dell'aerogeneratore n.4 hanno fornito i seguenti risultati:

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E (Kg/cmq)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1500	460	30	0.02	1.94	5500	0.45

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson

Vs30 di 547 m/sec: categoria di suolo B con valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec, perciò di *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*

Le indagini eseguite in corrispondenza dell'aerogeneratore n.2 hanno fornito i seguenti risultati:

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E (Kg/cmq)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1900	640	35	0.08	2.06	8300	0.43

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson

Vs30 di 890 m/sec: categoria di suolo A con valori di Vs30 compresi > 800 m/sec, perciò di *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*

Le indagini eseguite in corrispondenza dell'aerogeneratore n.1 hanno fornito i seguenti risultati:

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E (Kg/cmq)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1000	301	30	0.0	1.80	4200	0.46

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C = coesione;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico;  $\eta$  = coefficiente di poisson

Vs30 di 396 m/sec: categoria di suolo B con valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec, perciò di *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*

Per ciò che concerne le indagini geognostiche esse hanno mirato ad una caratterizzare dell'area da un punto di vista sismico e meccanico, in via preliminare, utili ai fini del calcolo della capacità portante.

In fase di edificazione, come richiesto dal D.M. 14.01.2008, saranno poi eseguite delle indagini puntuali, sondaggi geognostici, prelievo di campioni ed analisi di laboratorio da eseguire in corrispondenza di ciascun aerogeneratore.

Ruffano, gennaio 2018

Dott. Geol. Marcello De Donatis