

REGIONE SICILIA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNE DI MARSALA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
DI POTENZA PARI A 33,465 MW, SU TERRENO AGRICOLO
NEL COMUNE DI MARSALA (TP) IN C.DA MESSINELLO
IDENTIFICATO AL N.C.T. AL FG. 137 P.LLA 4, 182, FG. 138 P.LLA 109, 112, 115, 160, 161,
173, 174, 175, 207 E ALTRE AFFERENTI ALLE OPERE DI RETE

Timbro e firma del progettista

Dott. Geol. Salvatore Carrubba



Timbri autorizzativi

RELAZIONE GEOFISICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	ID Tema	Tipo Elabor.	N.ro Elabor.	Project ID	NOME FILE	DATA	SCALA
PDef	201900883	Relazione	31	MESSINELLO	MESSINELLO Relazione Geofisica del 02 03 2022.docx	02.03.2022	-

REVISIONI

VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
Rev.00	02.03.2022	Prima emissione	SC	MTM	VM

IL PROPONENTE

Messinello Wind S.r.L.

Messinello Wind S.r.L.
Corso di Porta Vittoria n. 9 - 20122 - Milano
P.IVA: 11426630965
PEC: messinellowind@mailcertificata.net

PROGETTO DI

**Geologo
Salvatore Carrubba**

via G. Mulè, 5
90018 - Termini Imerese (PA)
e-mail: info@salvatorecarrubba.it

SU INCARICO DI

Coolbine
Grounded Clean Ventures

Coolbine S.r.L.
Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo
e-mail: progettazione@coolbine.it

PREMESSA

Nell'ambito della esecuzione delle indagini geognostiche a supporto del "Progetto per la realizzazione di un impianto Eolico di potenza pari a 33,465 MWp, su terreno agricolo nel comune di Marsala (TP) in C.da Messinello", lo scrivente, dott. geol. Salvatore Carrubba sotto la direzione del consulente geologo Dott. Francesco Criscenti, ha eseguito le indagini geognostiche descritte nel presente report.

In particolare, per poter al meglio esplorare il sottosuolo delle aree dove saranno fondati gli aerogeneratori compatibilmente con le condizioni ambientali e morfologiche riscontrate, sono state eseguite sei tomografie elettriche 2D e due indagini sismiche MASW.

Le indagini geoelettriche hanno consentito di ottenere sei sezioni verticali 2D che descrivono le variazioni delle caratteristiche elettriche del sottosuolo lungo la progressiva dello stendimento, mentre le indagini sismiche descrivono le variazioni delle caratteristiche elastiche del sottosuolo ed hanno consentito il calcolo del $V_{s_{eq}}$ ai sensi delle NTC2018.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella planimetria generale delle indagini e nel seguente stralcio.

IMMAGINE AEREA GOOGLE EARTH



- LEGENDA**
- Area nelle disponibilità del proponente - Confine catastale
 - Viaibilità esistente
 - Viaibilità di accesso all'impianto
 - Servizi di cantiere interrato
 - Aerogeneratore WTG
 - Proiezione area pale aerogeneratore WTG
 - Piazzole definitive Aerogeneratore
 - Cavalletto MT 30 kV
 - Cavalletto 35 kV
 - Area cabine di trasformazione utente 30kV/99kV
 - Stazione elettrica "Parterna 2"
 - Stazionamento Torreggelle Elettrica
 - Stazionamento MASW

TOMOGRAFIA ELETTRICA BIDIMENSIONALE

(descrizione del metodo d'indagine)

La tomografia elettrica è un metodo d'indagine geofisica che analizza il sottosuolo sulla base delle variazioni delle sue caratteristiche elettriche.

In particolare la tomografia elettrica bidimensionale rientra tra le indagini geoelettriche ovvero è basata sul diverso comportamento dei litotipi quando vengono attraversati da una corrente continua e permette di distinguerli sulla base delle loro caratteristiche elettriche.

Il parametro utilizzato per distinguere i diversi litotipi è la resistività elettrica che viene effettuata in situ generando nel sottosuolo un campo elettrico ed analizzando le linee equipotenziali da esso prodotte in superficie.

Il principale vantaggio nell'utilizzo della tomografia elettrica bidimensionale è che essa si svincola dalle ipotesi di partenza delle altre metodologie geoelettriche ovvero non è necessario ipotizzare, in fase di elaborazione, un terreno omogeneo, isotropo ed a stratificazione pianparallela ma anzi, questa metodologia, permette di evidenziare ed analizzare le variazioni laterali e di definire la morfologia delle anisotropie.

Immettendo, quindi, nel terreno, tramite un adeguato numero di elettrodi, una corrente continua, si produce in esso un campo elettrico la cui forma dipende principalmente dalle caratteristiche elettriche e dalla disposizione dei litotipi realmente presenti nel sottosuolo. Analizzando, tramite altri elettrodi, la distribuzione delle linee di forza che il campo elettrico ha assunto nell'area d'interesse, si può risalire alla distribuzione spaziale dei litotipi. La distanza tra i vari elettrodi ed il tipo di configurazione elettrodica, nonché il numero totale di elettrodi infissi e la forma dello stendimento sono strettamente legati alla forma che il campo elettrico ha assunto nel sottosuolo e quindi alla profondità d'indagine ed al dettaglio ottenuto.

In particolare, per esperire l'indagine richiesta, per ogni stendimento geoelettrico acquisito, sono stati infissi nel terreno un totale di 24 elettrodi in acciaio inox realizzando sei stendimenti lineari. Gli elettrodi sono stati connessi ad un georesistivimetro multicanale dotato di sistema di commutazione e di energizzatore capace di generare in uscita differenze di potenziale sino a 800 V c.c. ed eseguire, per ogni energizzazione, 10 misurazioni simultanee di superfici equipotenziali migliorando di molto il dettaglio delle misure e diminuendo i tempi di acquisizione. In totale per ogni stendimento sono state acquisite 835 misure e ogni misura è stata a sua volta il risultato di numerose altre misurazioni automaticamente mediate per un tempo opportunamente impostato e più volte

ripetute invertendo la polarità degli elettrodi energizzanti al fine di eliminare gli effetti capacitivi e migliorare la qualità della misura stessa.

I dati così ottenuti sono quindi il risultato di un'analisi del sottosuolo dove l'intero volume d'indagine è stato suddiviso in più piccoli volumi elementari chiamati voxel. I dati acquisiti sono stati filtrati ed elaborati inserendo anche i dati topografici ed ottenendo per ogni voxel indagato un valore di resistività apparente che risente però ancora dell'influenza cumulativa dell'intero volume di sottosuolo attraversato dal campo elettrico. Questi valori sono stati a loro volta processati, sviluppati in matrici ed "invertiti" ricercando, tra un'infinità di combinazioni di modelli, quello che meglio si adatta ai dati sperimentali.

Il risultato di tale processo iterativo è un modello del sottosuolo in cui per ogni voxel è stato calcolato un valore di resistività vero. A questo punto si è provveduto a rappresentare in maniera graficamente esaustiva tale modello con una sezione tomografica passante per l'allineamento di elettrodi eseguito.

In particolare nelle seguenti schede è stato plottato il risultato di tale elaborazione che illustra la distribuzione in senso verticale ed orizzontale dei valori di resistività elettrica modellizzati desumibili dalle scale colori associate.

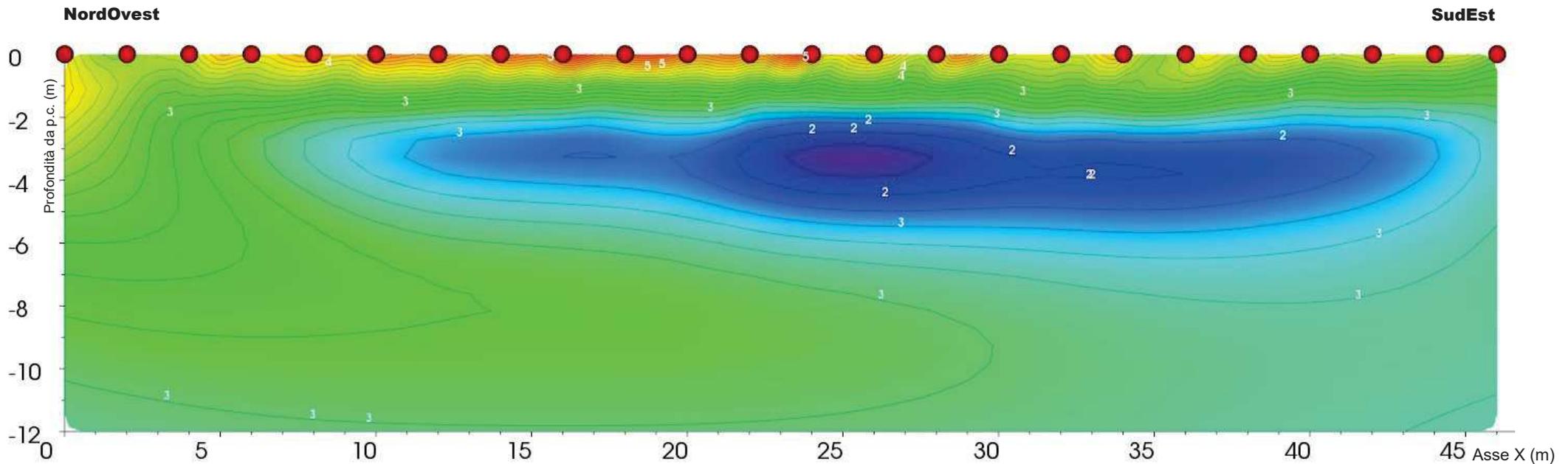
Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te1

Aerogeneratore WTG6

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
Distanza interelettroda media: 2 m
Data di acquisizione: 12/02/2022
Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Profilo di resistività elettrica



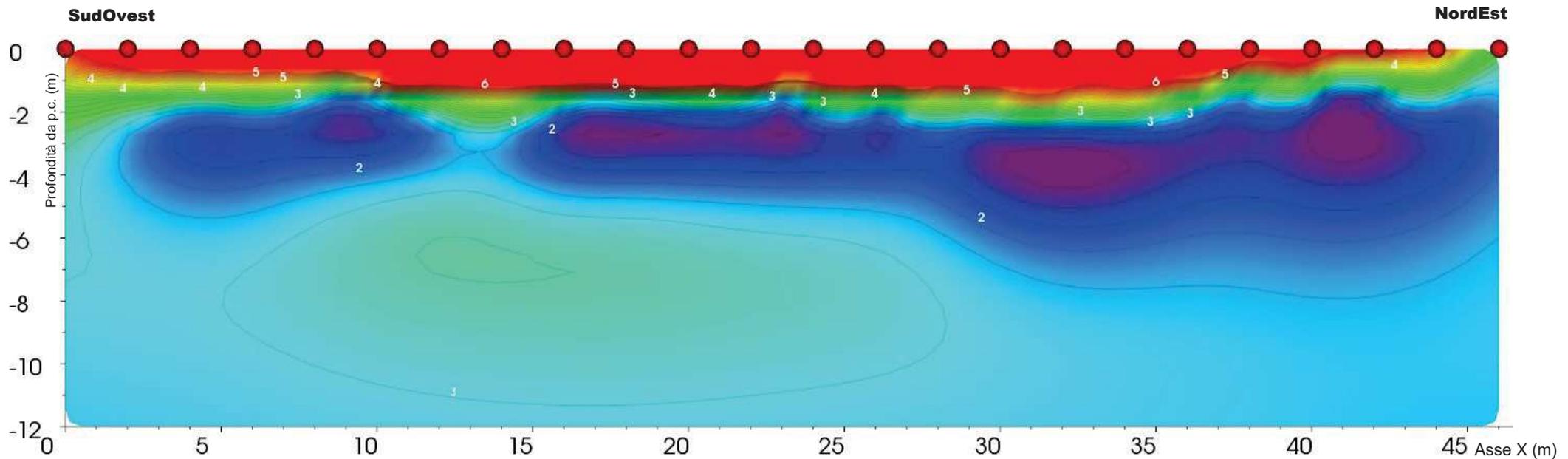
Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te2

Aerogeneratore WTG5

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
Distanza interelettroda media: 2 m
Data di acquisizione: 12/02/2022
Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Profilo di resistività elettrica



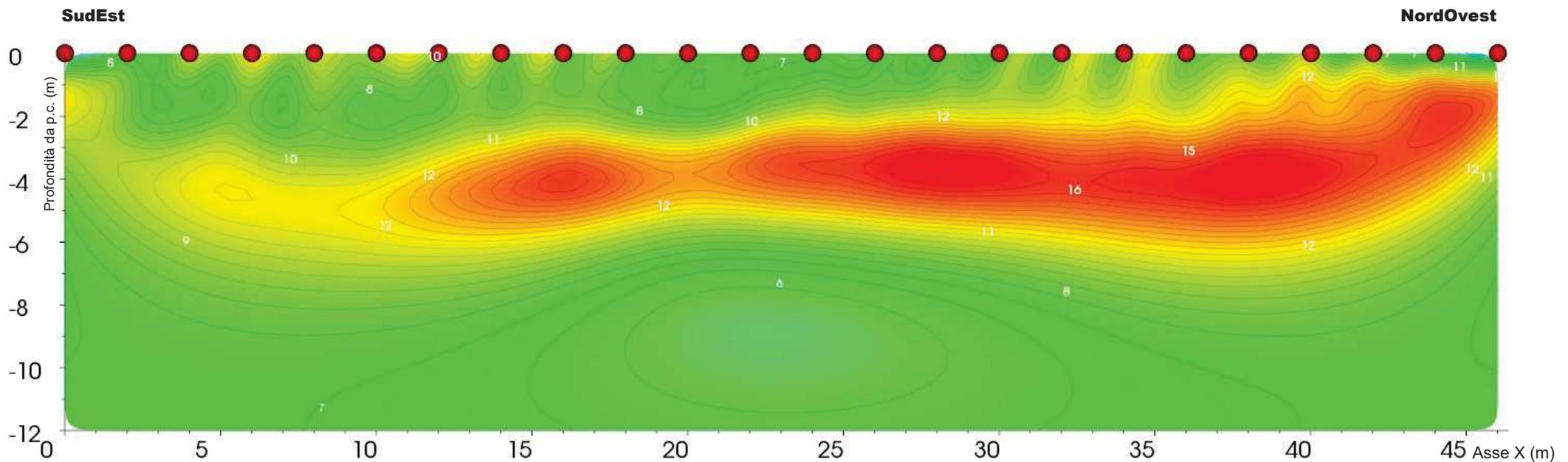
Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te3

Aerogeneratore WTG3

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
Distanza interelettroda media: 2 m
Data di acquisizione: 12/02/2022
Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Profilo di resistività elettrica

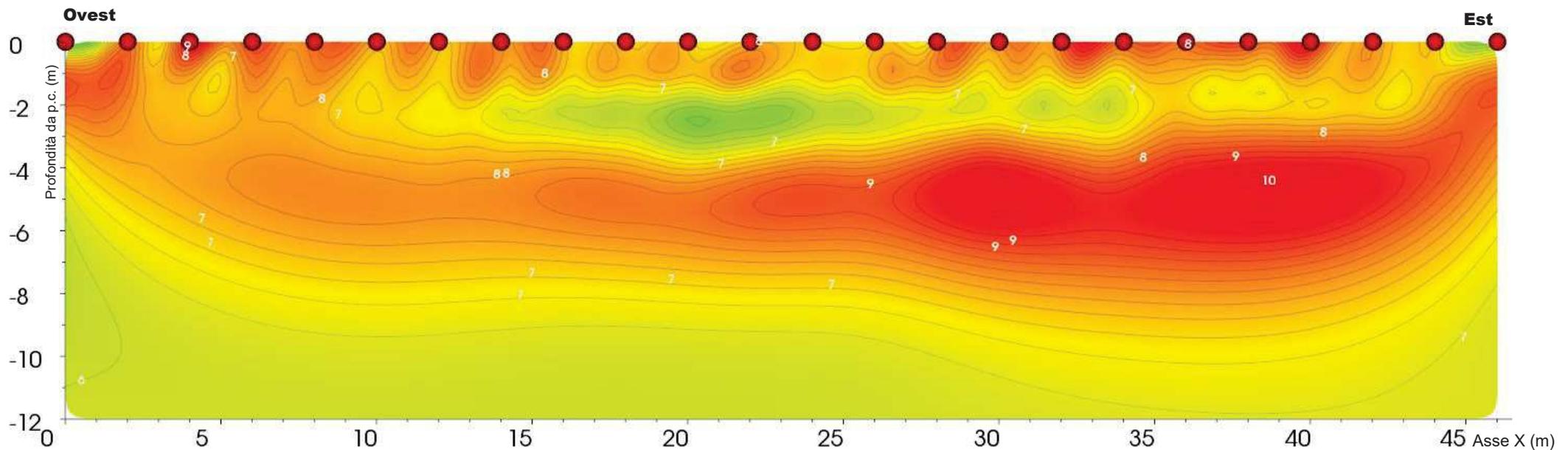


Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te4 Aerogeneratore WTG4

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
Distanza interelettroda media: 2 m
Data di acquisizione: 13/02/2022
Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Profilo di resistività elettrica

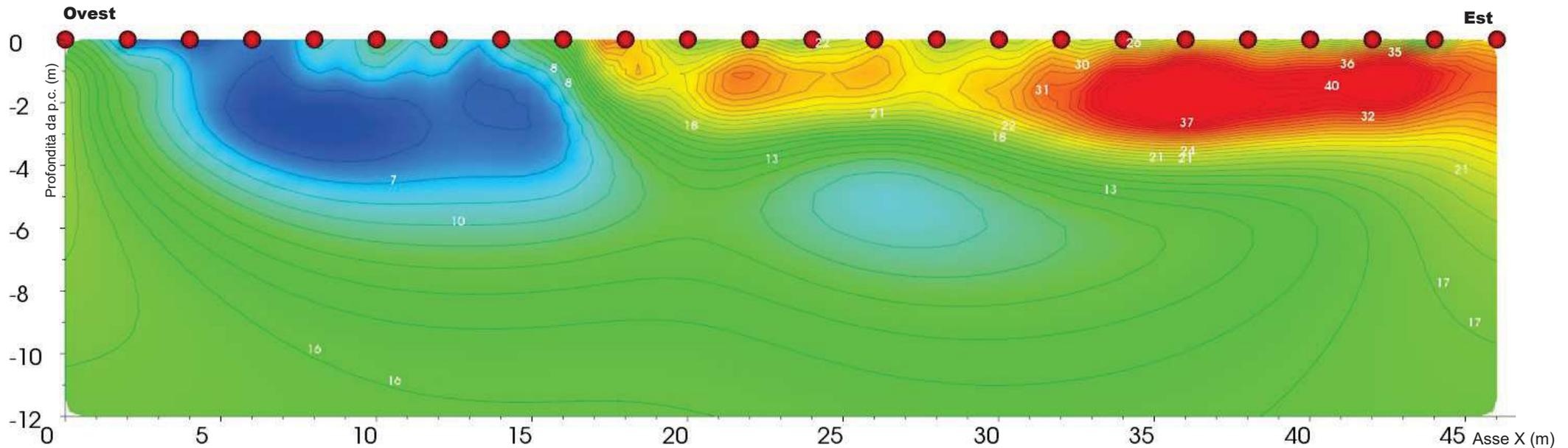


Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te5 Aerogeneratore WTG1

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
Distanza interelettrodo media: 2 m
Data di acquisizione: 13/02/2022
Geosistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Profilo di resistività elettrica

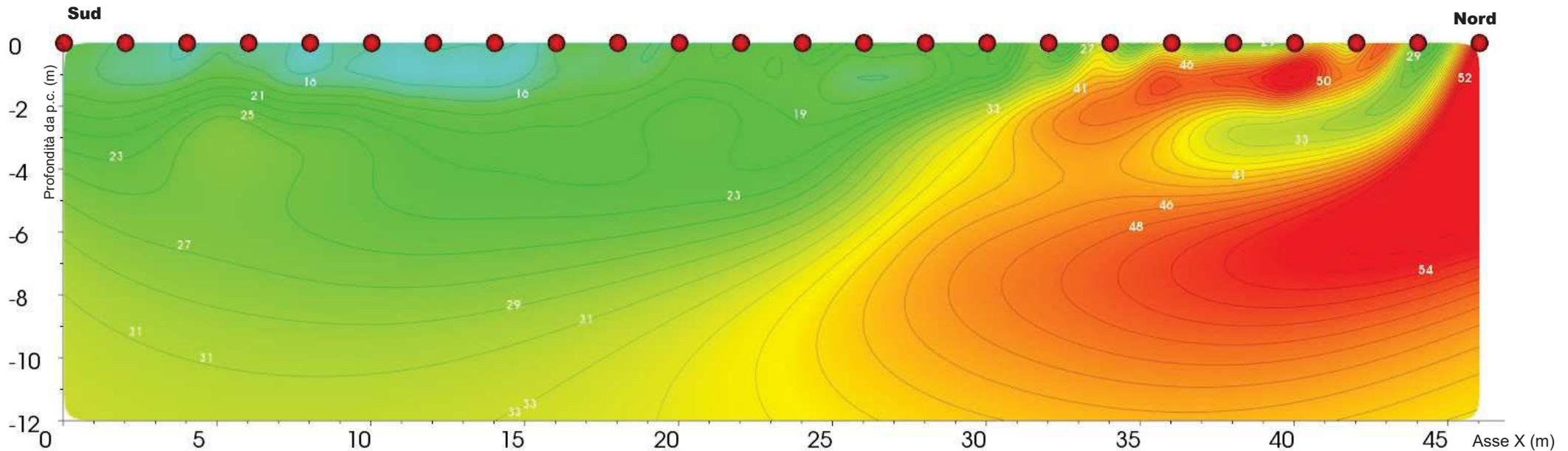


Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te6 Aerogeneratore WTG2

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
Distanza interelettroda media: 2 m
Data di acquisizione: 13/02/2022
Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Profilo di resistività elettrica



MASW (DESCRIZIONE DEL METODO D'INDAGINE)

La metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette di modellizzare la velocità delle onde S con la profondità sfruttando la correlazione che le stesse hanno con le onde superficiali che, a differenza delle S, posseggono molta più energia e risultano essere quindi molto più facili da campionare.

La tecnica MASW rientra tra le tecniche di sismica attiva, ovvero il sottosuolo viene energizzato dalla superficie generando onde sismiche che si propagano nell'interfaccia suolo aria con diverse frequenze. Maggiore è la lunghezza dell'onda generata e campionata maggiore sarà la profondità d'indagine raggiunta. Il range di frequenze analizzato è abbastanza ampio e quindi la frequenza di campionamento deve essere sufficientemente elevata e la registrazione sufficientemente lunga ecco perché i sismografi di ultima generazione con convertitori analogico digitali a 24 bit indipendenti per ogni canale risultano essere l'ideale per l'acquisizione dei sismogrammi.

L'acquisizione è stata eseguita con un sismografo Dolang Jea Telemetry 24 bit, gestito da un computer portatile, con 24 canali di acquisizione simultanea, a elevata risoluzione e con convertitori analogico digitale sincronizzati ed indipendenti per ogni canale. I geofoni utilizzati sono stati del tipo verticale a 4,5 Hz e l'energizzazione è stata ottenuta tramite una mazza da 10 kg dotata di starter e piattello di battuta.

I dati acquisiti sono stati, in una prima fase, pretrattati per diminuire i disturbi e migliorare il rapporto segnale rumore, successivamente sono stati analizzati contemporaneamente nel dominio spettrale FK (Dominio Frequenza – Numero d'onda). Il fatto di non avere utilizzato una sorgente monocromatica ha permesso di poter determinare un modello di velocità di propagazione delle onde superficiali. Dal quale è stato poi ricavato, per iterazioni successive, il modello di velocità delle onde di superficie che meglio fitta i dati sperimentali cui è legato un modello di velocità delle onde S nel sottosuolo. I modelli di calcolo oggi disponibili permettono di poter estrapolare il modo fondamentale dai modi superiori permettendo in questo modo, di superare anche i problemi di risonanza che, sino a poco tempo fa, nascondendo il modo fondamentale, portavano a gravi errori nell'interpretazione dei dati.

Nella seguente scheda, è visibile il sismogramma analizzato, lo spettro FK su cui è stato riconosciuto il modo fondamentale (in giallo) ed i modi superiori (in azzurro), la curva di dispersione frequenza – velocità dei dati sperimentali (in magenta) con sovrapposta la curva del modello (in blu) ed i modi superiori (in azzurro). Infine, più a destra è stata riportata la rappresentazione grafica del modello del sottosuolo.

MASW 1

(Aerogeneratore WTG6)

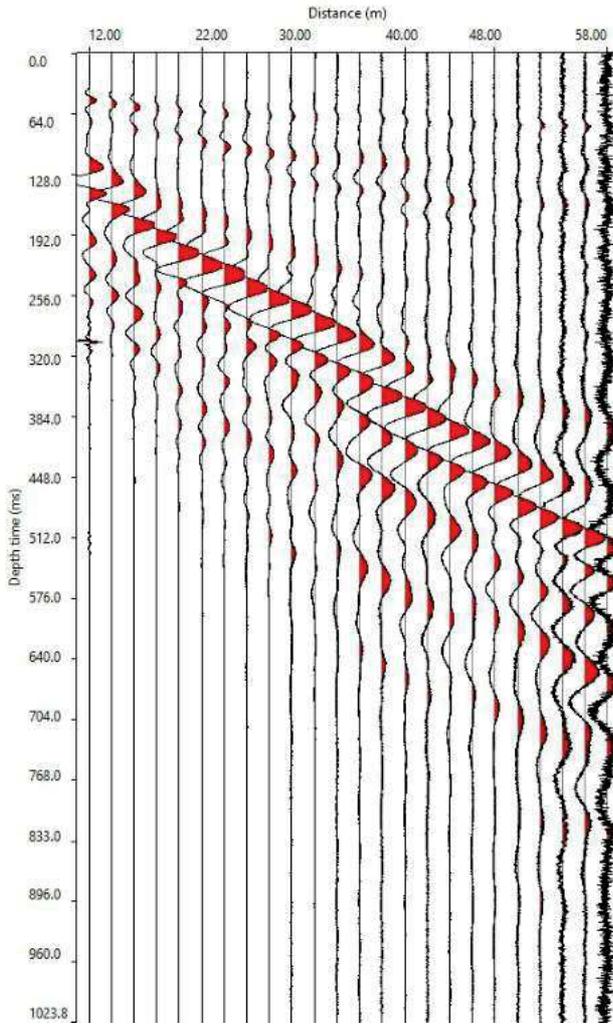
Distanza punto d'energizzazione: 12 m

Lunghezza stendimento: 46 m

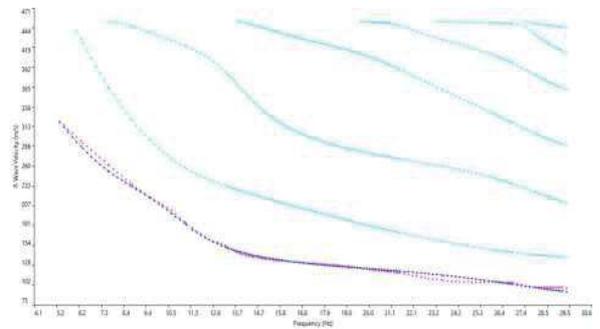
Distanza intergeofonica: 2 m



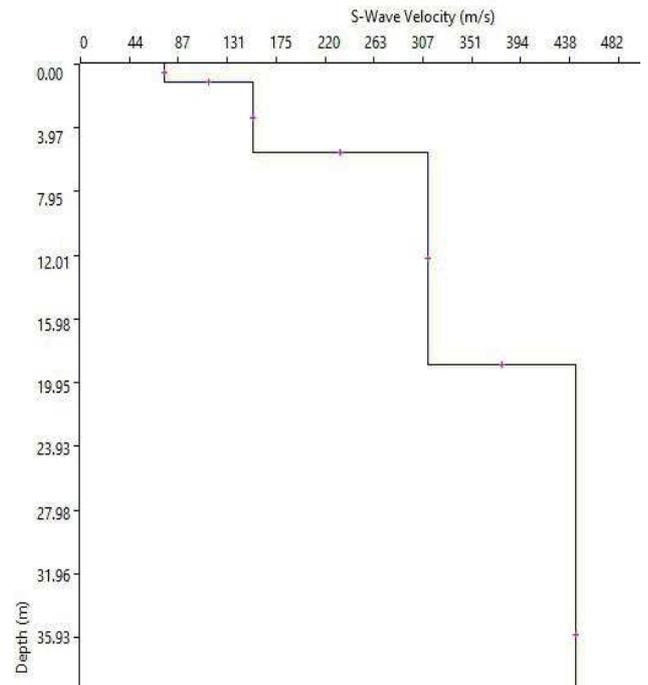
Sismogramma



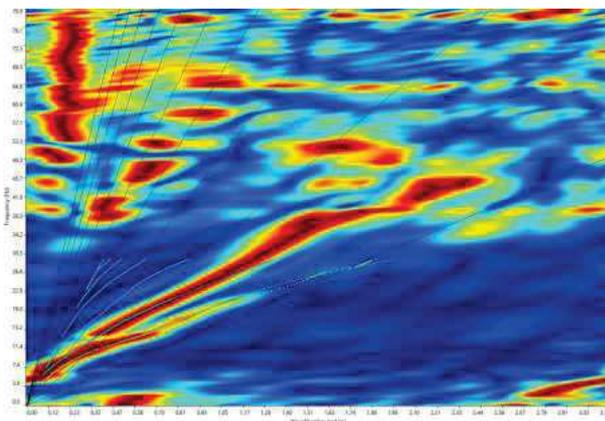
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



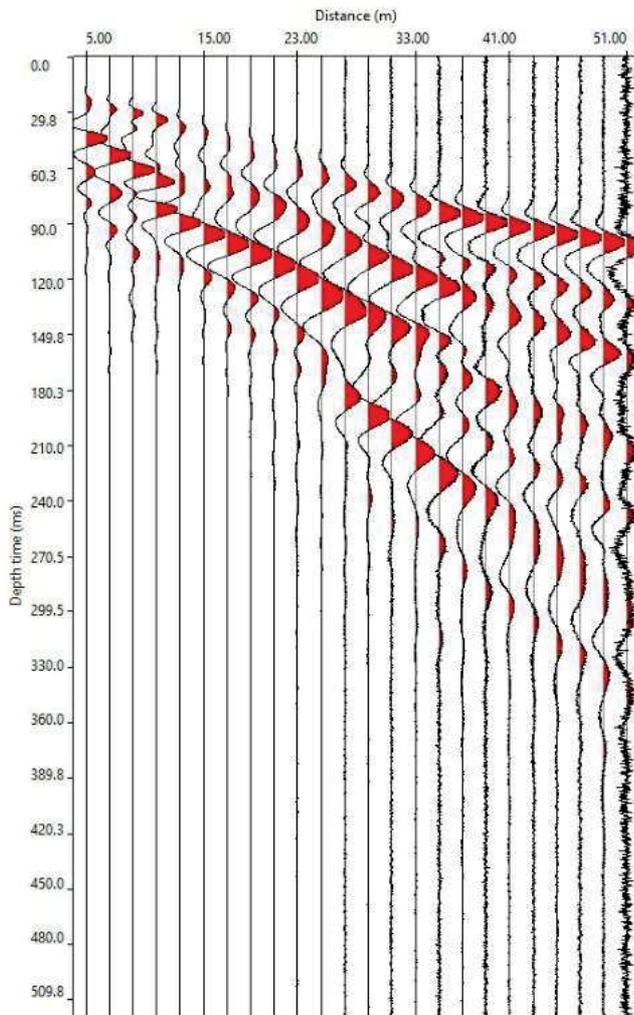
Spettro F-K



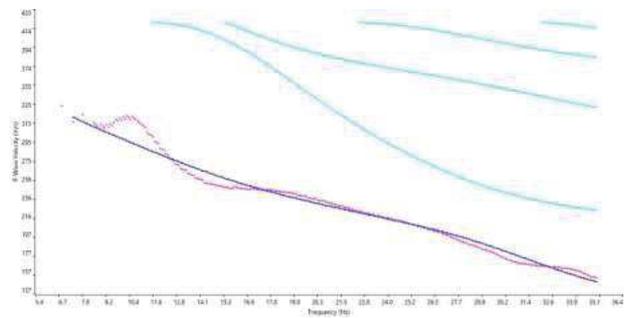
MASW 2
(Aerogeneratore WTG2)
 Distanza punto d'energizzazione: 5 m
 Lunghezza stendimento: 46 m
 Distanza intergeofonica: 2 m



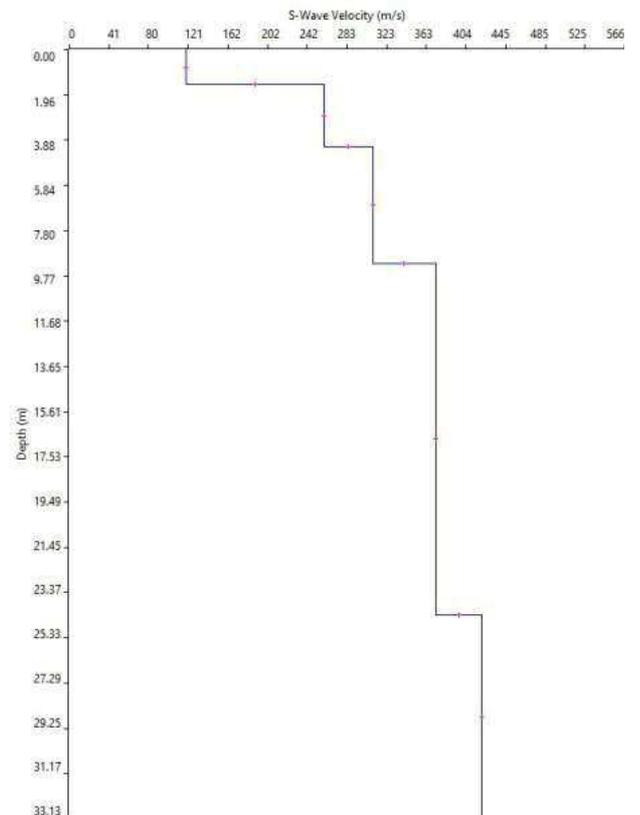
Sismogramma



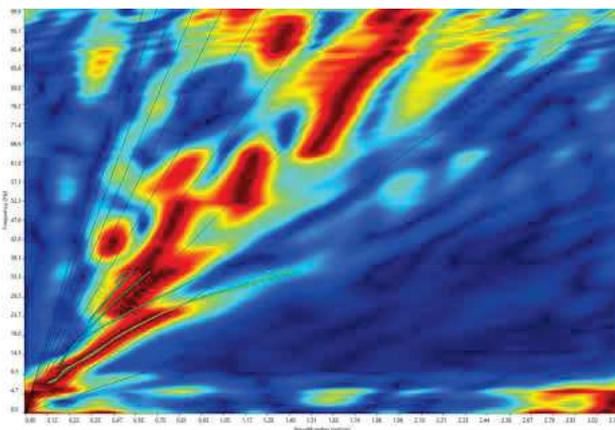
Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione



Spettro F-K



CONCLUSIONI

Lo studio geofisico, effettuato ha consentito di analizzare le caratteristiche elettriche ed elastiche lungo i siti ove verranno realizzati gli aerogeneratori evidenziando forti anomalie superficiali ed una generale omogenizzazione dei valori con l'aumentare della profondità.

In particolare, le indagini geoelettriche hanno consentito di modellizzare valori di resistività elettrica compatibili con il complesso argilloso in affioramento. In particolare, in superficie la distribuzione dei valori di resistività elettrica è risultata più caotica mentre più in profondità i valori risultano più omogenei e compresi tra 3 a 15 Ω m.

La distribuzione caotica superficiale dei valori di resistività elettrica è compatibile con la coltre superficiale e con un modello di sottosuolo dove litotipi a consistenza sabbiosa o conglomeratica, aventi valori di resistività elettrica poco più elevati, sono intercalati a litotipi argillosi o argilloso sabbioso o limosi aventi valori inferiori di resistività elettrica. Analogamente bassi valori di resistività elettrica in superficie possono essere correlabili con la presenza di litotipi argilloso limosi localmente umidi.

Le indagini sismiche MASW hanno fornito la modellizzazione elastica del sottosuolo in profondità in quanto hanno fornito un modello di distribuzione della velocità media delle onde di taglio S in senso verticale. In particolare tale elaborazione ha evidenziato che in superficie il sottosuolo è costituito da litotipi percorsi dalle onde S con bassi valori di velocità media mentre, con l'aumentare della profondità, i valori di velocità con cui le onde S percorrono il sottosuolo si incrementano improvvisamente sino a superare i 400 m/s alla massima profondità indagata.

L'indagine MASW ha anche consentito di calcolare il Vs equivalente che nell'indagine MASW 1 è risultato pari a 269 m/s mentre nell'indagine MASW 2 è risultato pari a 322 m/s.

Termini Imerese, 23/02/2022

Dott. geol. Salvatore Carrubba