

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO  
CON IMPIANTO DI ACCUMULO NEL TERRITORIO COMUNALE DI  
TARANTO, LIZZANO E TORRICELLA IN LOC. CIRENONE (TA)  
POTENZA NOMINALE 100,2 MW

**PROGETTO DEFINITIVO - SIA**

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

dr.ssa Anastasia AGNOLI

ing. Giulia MONTRONE

STUDI SPECIALISTICI

IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA

ing. Sabrina SCARAMUZZI

STUDIO FAUNISTICO

dott. nat. Fabio MASTROPASQUA

VINCA, STUDIO BOTANICO VEGETAZIONALE

E PEDO-AGRONOMICO

dr.ssa Lucia PESOLA

ARCHEOLOGIA

dr.ssa archeol. Domenica CARRASSO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

**PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI**

**R.4 Relazione geologica, morfologica e idrogeologica**

REV. DATA DESCRIZIONE

REV.	DATA	DESCRIZIONE



## INDICE

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COORDINATE	3
3	SCHEMA TETTONICO DELL'AREA MEDITERRANEA	6
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	14
5	GEOLOGIA PARTICOLAREGGIATA DELLA ZONA OGGETTO DI STUDIO	21
6	UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE	24
7	CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO	40
8	CLASSIFICAZIONE SISMICA	41
9	ZONIZZAZIONE SISMOGENETICA	45
9.1.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	48
10	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	53
10.1.	CATEGORIE TOPOGRAFICHE	53
11	CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	54
12	CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SUBSTRATO FONDAZIONALE	60
13	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROLOGICO GENERALE	65
13.1.	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE	69
13.2.	VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) - PERICOLOSITÀ IDRAULICA	71
13.3.	VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) - PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	73
14	CONCLUSIONI	74
15	ELENCO ALLEGATI	76



## 1 PREMESSA

La Società **SANTA CHIARA S.R.L** ha commissionato al sottoscritto il presente studio di compatibilità geologica, idrogeomorfologica e sismica, inerente il "Progetto per la realizzazione di un Parco Eolico, costituito da n. **16 Aerogeneratori** con potenza nominale di 7.2 MW **per una capacità produttiva complessiva pari a 100.2 MW** di cui 9 WTG siti nel Comune di Lizzano (TA), 5 WTG nel Comune di Taranto, dove insiste anche la **Sottostazione di Trasformazione Elettrica** e 2 WTG nel Comune di Torricella (TA), .

Scopo dello studio é quello di stabilire la natura litologica dei terreni affioranti nell'area in studio per risalire al loro prevedibile comportamento in dipendenza dei fattori geomorfologici, stratigrafici, tettonici, idrogeologici e geomeccanici, A tale scopo é stato eseguito un rilevamento geologico dell'area oggetto di studio, che ha consentito di tracciare un quadro generale della variabilità litologica dei terreni e dei fenomeni macroscopici connessi con le modificazioni e le alterazioni del suolo con finalità geomorfologiche e geomeccaniche applicative, come previsto dalla normativa vigente.

Il presente studio geologico, è stato redatto in ottemperanza alle leggi vigenti ed in particolare a:

- **Logge 64/74**
- **DM 11/03/1988** "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 e il collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione" e successive modifiche ed integrazioni
- **D.M LL.PP.** del 24/01/1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche"
- **D.M. LL.PP.** del 14/01/2008 (G.U n. 29 del 04/02/2008)
- **Circolare** del 02/02/2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- **D.M. 17/01/2018** pubblicato sul S.O. - G.U 20 febbraio 2018 n. 42 "Norme tecniche per le costruzioni"
- **Raccomandazioni dell'AGI in merito alle indagini geognostiche in situ ed alle indagini geotecniche di laboratorio**
- **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) emanato dall'Autorità di Bacino della Puglia.**

Stando alla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'AdB Puglia, le aree di sedime delle fondazioni degli aerogeneratori non rientrano in aree soggette a vincolo sia dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, che dal punto di vista della pericolosità idraulica. Come da cartografia allegata, scaricata dall'Autorità di Bacino della Puglia, nessuno dei 16 Aerogeneratori ricade in aree vincolate.

**La Caratterizzazione e la Modellazione Geologica del Sito** è stata eseguita con la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, della pericolosità geologica del territorio. In considerazione degli interventi da realizzare e della complessità del contesto geologico sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla documentata ricostruzione del "**modello geologico**". I metodi e i risultati delle indagini verranno esaurientemente esposti e commentati in questa Relazione Geologica. Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

Ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area d'interesse. Rilevamento geologico e geomorfologico di un'area sufficientemente ampia e delle zone specificatamente interessate dalle opere di progetto;



Raccolta di indagini geognostiche precedentemente eseguite ed altre informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico-geotecnico-sismico-idrogeologico e idraulico ricadenti nell'area oggetto d'intervento ed in aree attigue.

Sono state eseguite n.5 tomografie sismiche e n.5 MASW

Sono state visionate numerose stratigrafie relative all'escavazione di pozzi pubblicati dall'ISPRA (Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984), di cui si allegano n. 12 stratigrafie con le relative falde acquifere, ritenute quelle più pertinenti allo studio in oggetto, grande importanza hanno avuto per la caratterizzazione del substrato, anche se alcune descrizioni fatte dai pozzaioli risultano imperfette, ma, comunque danno indicazione dei materiali attraversati durante la perforazione.

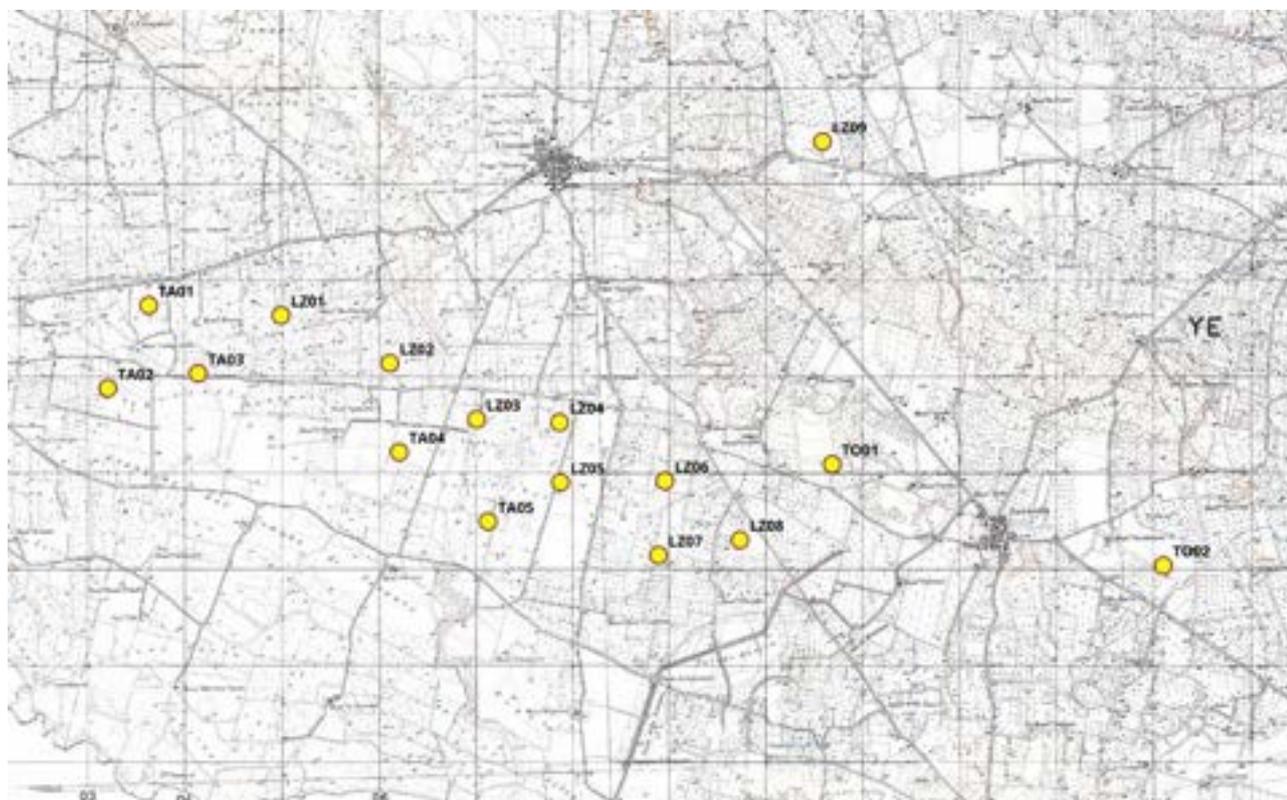
Obiettivo dello studio è stato quello di fornire un quadro di riferimento geologico e tecnico dei terreni affioranti nell'area esaminata al fine di una congrua valutazione delle caratteristiche geostrutturali per le conseguenti scelte progettuali.



## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COORDINATE

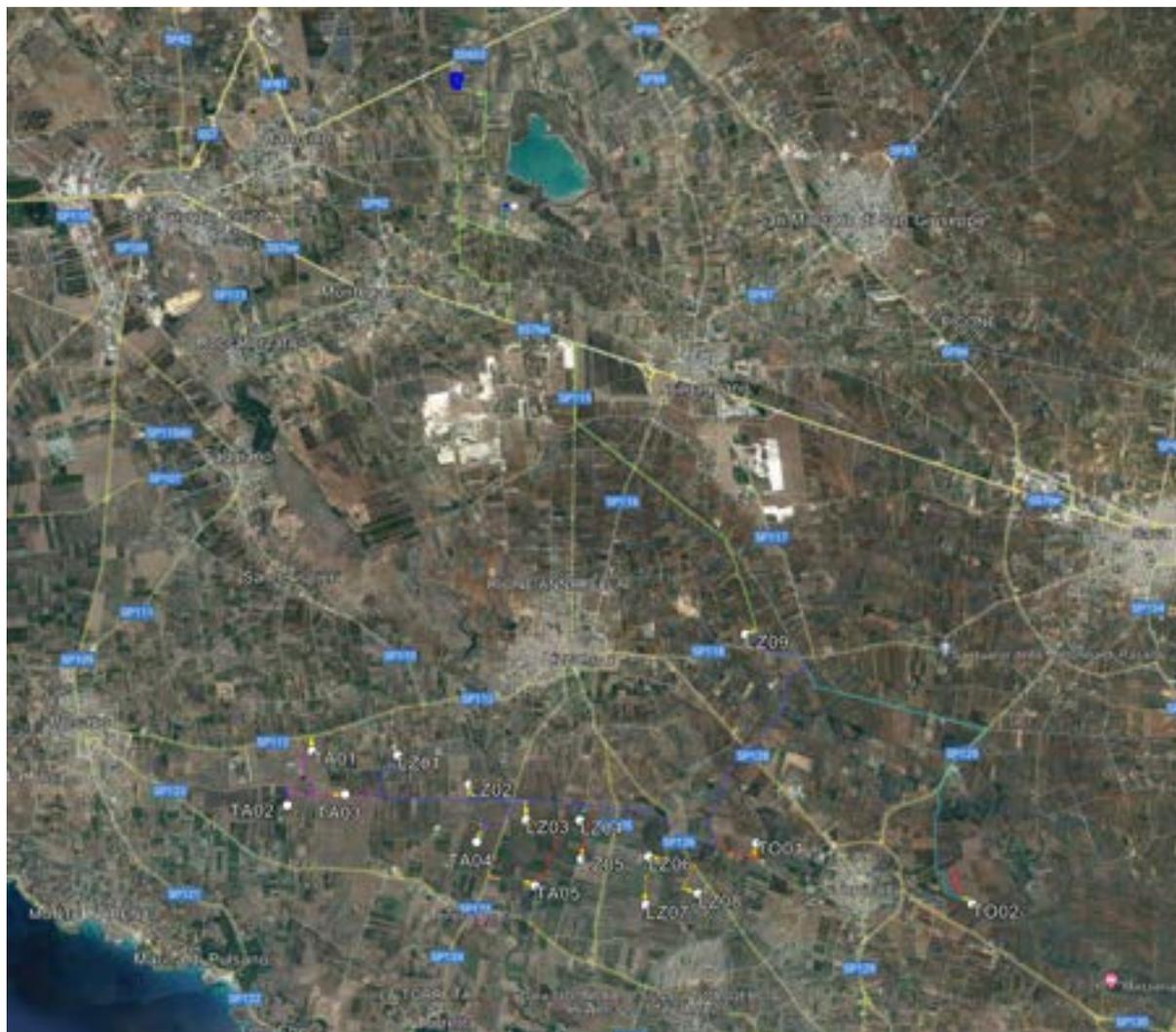
Si riportano di seguito le coordinate degli aerogeneratori di progetto nel sistema di riferimento UTM WGS84 Fuso 33:

WTG	COORDINATE UTM-WGS84	
	EST	NORD
LZ01	704936.99	4472444.22
LZ02	706060.16	4471947.31
LZ03	706954.84	4471363.31
LZ04	707813.04	4471331.53
LZ05	707822.29	4470708.72
LZ06	708896.38	4470723.52
LZ07	708831.23	4469951.70
LZ08	709670.11	4470111.95
LZ09	710523.39	4474250.03
TA01	703571.02	4472548.97
TA02	703151.70	4471685.65
TA03	704081.03	4471839.74
TA04	706156.03	4471024.52
TA05	707073.49	4470301.66
TO01	710619.14	4470896.72
TO02	714036.29	4469846.27
SSE	706177.00	4483183.00



Area impianto eolico su cartografia IGM



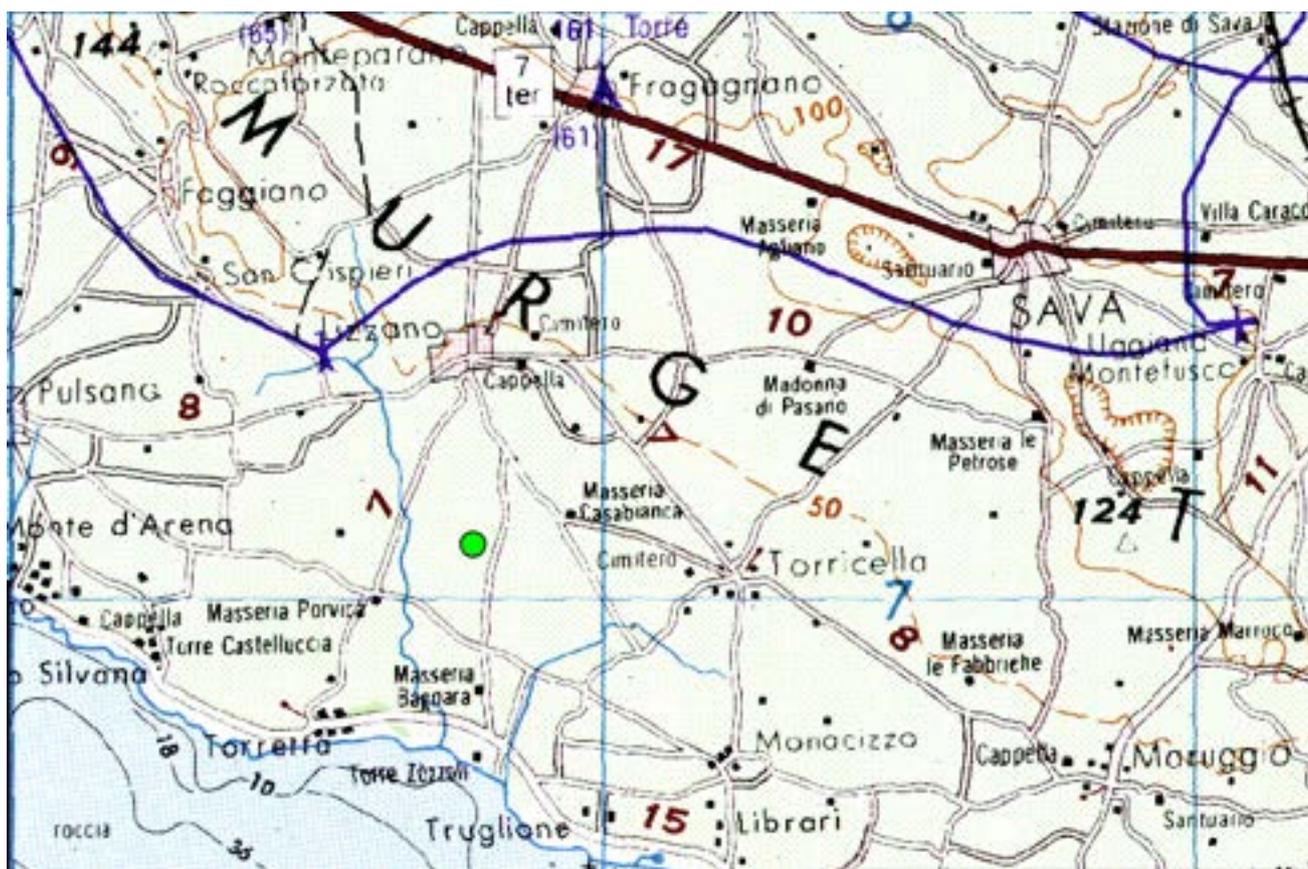


Area impianto eolico su ortofoto Area Aerogeneratori + Area Sottostazione Elettrica





Localizzazione Area Sottostazione Elettrica su base IGM 1:250.000

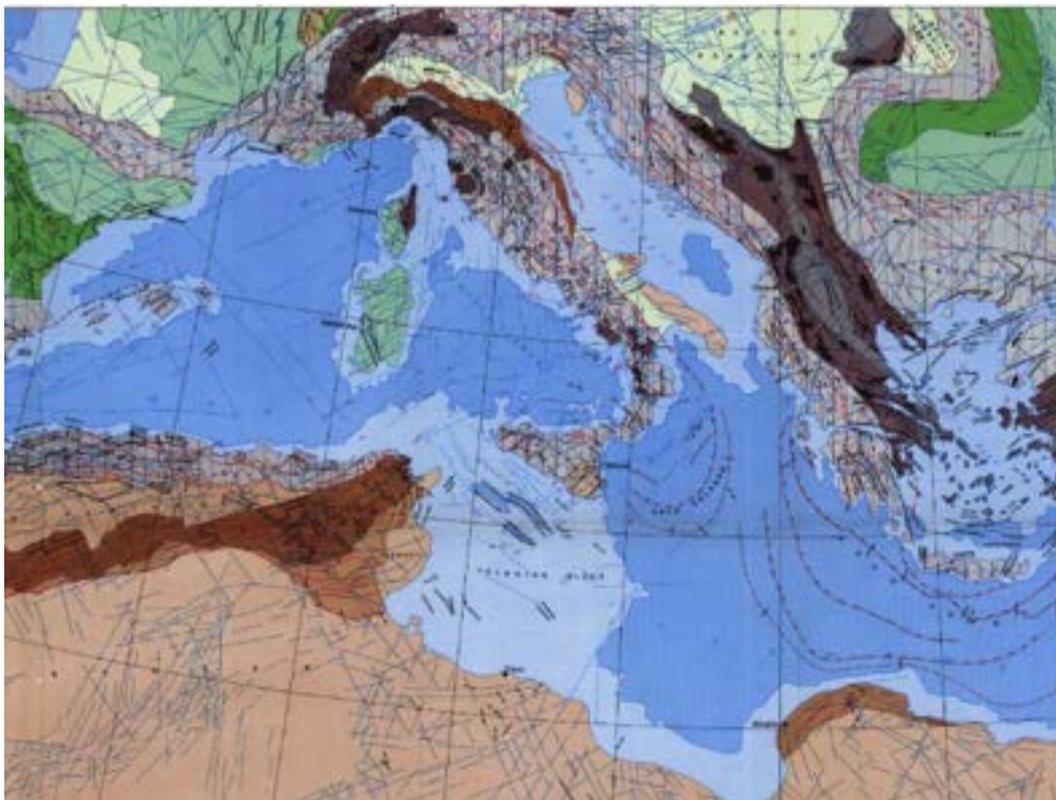


Localizzazione Area Aerogeneratori su base IGM 1:250.000

L'area di intervento propriamente detta si colloca al confine Nordorientale del comune di Taranto dove insiste la Sottostazione di Trasformazione Elettrica, al confine con il comune di Lizzano dove insistono 5 Aerogeneratori, nel comune di Lizzano dove insistono 9 Aerogeneratori e 2 Aerogeneratori nel comune di Torricella.



### 3 SCHEMA TETTONICO DELL'AREA MEDITERRANEA

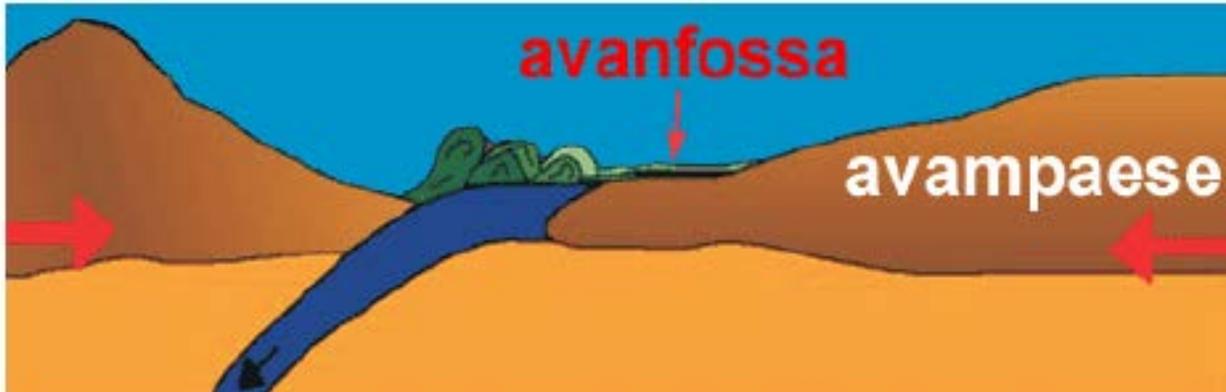


Schema Tettonico area Mediterranea da Boccaletti M. & Danieli P. 1982



Legenda Schema Tettonico Area Mediterranea da Boccaletti M. & Danieli P. 1982



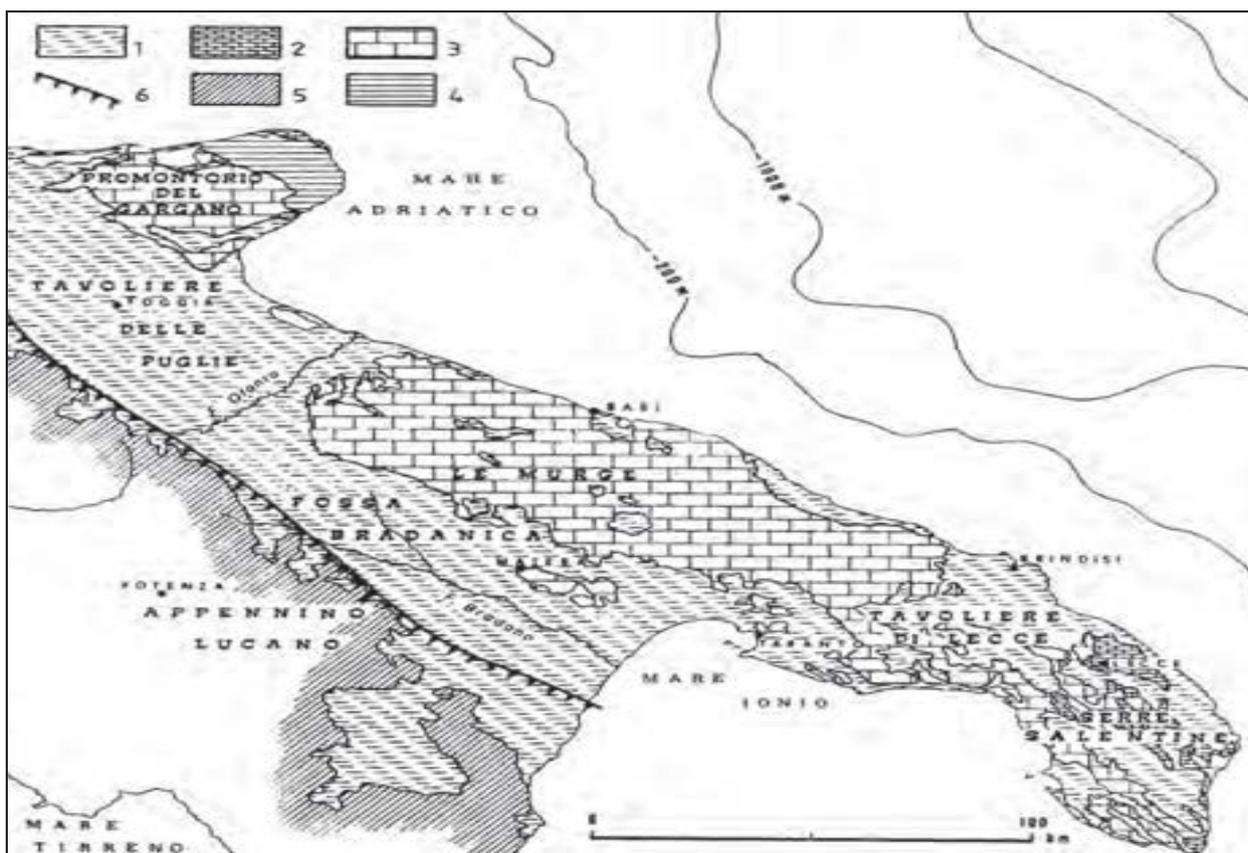


*Subduzione placca africana-placca europea*

La genesi della Catena dell'Appennino Meridionale inizia nell'Oligocene Superiore-Miocene e deriva dall'evoluzione del margine continentale passivo mesozoico e dalla sua inversione in margine attivo durante la subduzione della placca Adriatica verso ovest. La tettonica compressiva è stata quindi la causa dell'impilamento delle diverse unità di derivazione differente e della geometria a pieghe e sovrascorrimenti (fold-and-thrust belt) est-vergente che la catena possiede attualmente. La struttura profonda dell'Appennino meridionale è definita, come ben noto, da un sistema duplex sepolto di carbonati mesozoico-terziari derivanti dal margine interno della Piattaforma Apula ricoperto da un sistema di falde di provenienza occidentale. Il sistema di falde comprende unità di piattaforma, scarpata e bacino la cui ricostruzione palinspastica è tuttora oggetto di discussione. Un recente riprocessamento della linea CROP-04 mostra che la superficie di scorrimento basale del cuneo tettonico raggiunge una profondità superiore ai 20 chilometri in corrispondenza della costa tirrenica. L'assetto geometrico generale della catena è complicato da numerosi sovrascorrimenti fuori sequenza e dallo sviluppo di sistemi duplex all'interno delle coltri di tetto (in particolare potenti catoste antiformali di embrici lagonegresi). La propagazione della deformazione è avvenuta in maniera non cilindrica, per cui segmenti di catena adiacenti, deformati nello stesso intervallo temporale, possono mostrare geometrie fortemente diverse risultanti dalle diverse traiettorie delle superfici di scorrimento. Lo studio dei depositi pliocenico-quadernari discordanti sulle coltri di ricoprimento, lo studio dei coevi depositi di avanfossa nel sottosuolo bradanico e l'analisi delle strutture tettoniche in catena hanno portato alla costruzione di un nuovo modello sulle relazioni tra tettonica e sedimentazione che descrive l'evoluzione cinematica dell'Appennino meridionale come un processo di raccorciamento continuo e non come un susseguirsi di fasi di trasporto e fasi di quiescenza tettonica. L'attivazione di superfici di scorrimento fuori sequenza è stata responsabile sia di forti raccorciamenti all'interno del cuneo tettonico (es. generazione dei duplex all'interno delle unità di tetto) sia di cambiamenti della struttura (Patacca & Scandone 1998-StruttTett-PalermoSGI.doc generale della catena, con passaggio da sistemi ad embrici a sistemi di tipo duplex dove il cuneo delle falde occupa una vasta porzione della depressione di avanfossa). La propagazione delle superfici di scorrimento verso l'avampaese, invece, è stata responsabile sia di passaggi da sistemi duplex a sistemi ad embrici sia della progressiva deformazione dell'avampaese con conseguente incorporazione di nuove strutture nel duplex carbonatico profondo. La complessità dell'assetto geometrico e la complessità dell'evoluzione cinematica spiegano, almeno in parte, le diversità esistenti nelle ricostruzioni palinspastiche proposte in letteratura.



Con il procedere delle fasi collisionali tra le placche africana ed euroasiatica, la Piattaforma apula fu progressivamente sottoposta a un'ulteriore e più marcata flessione, con conseguente definitiva emersione. Tuttavia, la sedimentazione carbonatica perdurò per tutto il Paleogene e il Miocene sui suoi margini, dove si instaurarono episodicamente ambienti deposizionali di tipo "rampa carbonatica", per effetto di oscillazioni del livello marino di origine tettonica ed eustatica. Queste ulteriori fasi sedimentarie, continuarono anche durante il Miocene medio, allorchè la Piattaforma apula cominciò a svolgere il ruolo di avampaese (Avampaese apulo o adriatico) nei confronti delle nascenti catene appenninica a SO e dinarico-ellenica a NE. Nel contempo, l'Avampaese apulo fu interessato da una tettonica estensionale collegata all'inarcamento crostale prodotto dalle convergenti spinte tettonogenetiche, assumendo il generale assetto morfostrutturale di un pilastro tettonico asimmetrico con vergenza a NE, allungato in direzione NO - SE e scomposto da sistemi di faglie trasversali nei tre domini geologico- geografici del Promontorio del Gargano, delle Murge e delle Serre Salentine, delimitati dalle interposte depressioni tettoniche del Tavoliere delle Puglie, tra il Gargano e le Murge, della Fossa Bradanica, tra l'Appennino Lucano e le Murge e del Tavoliere di Lecce, tra le Murge e le Serre Salentine (fig. 4). In tale contesto geostrutturale, il territorio pugliese corrisponde a un tratto del settore meridionale del Promontorio africano e rappresenta la più estesa area dell'Avampaese apulo affiorante nell'ambito del bacino del Mediterraneo



*Territori geologico-geografici della Puglia (da Ricchetti, 1981)*

1. depositi terrigeni plio-pleistocenici dell'Avanfossa appenninico-dinarica;
2. coperture eocenico-mioceniche;
3. substrato carbonatico giura-cretaceo (retroscogliera);
4. substrato silico-carbonatico giura-cretaceo (avanscogliera);



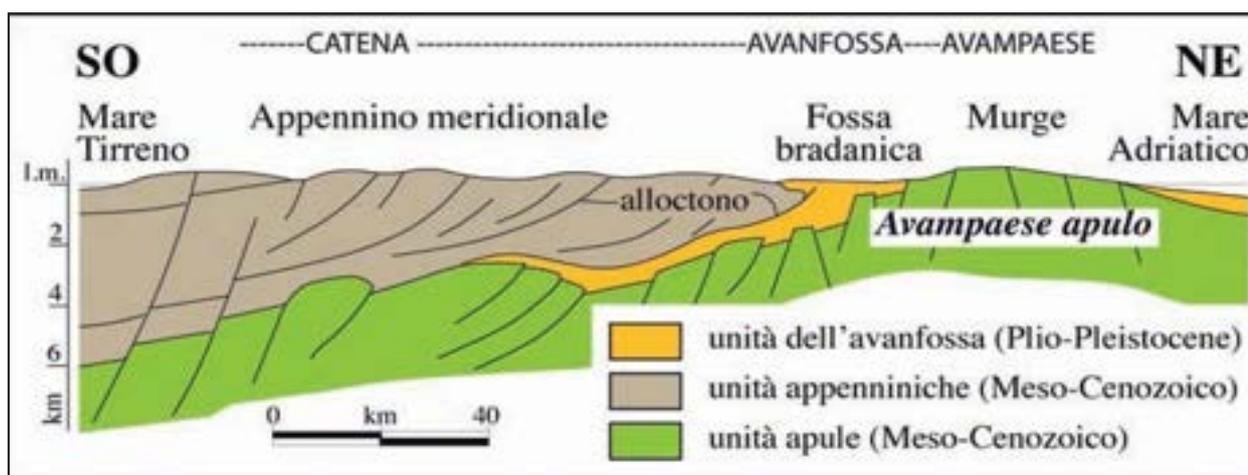
5. coltri arenaceo- argillose della Catena appenninica;
6. fronte sepolto delle coltri alloctone.

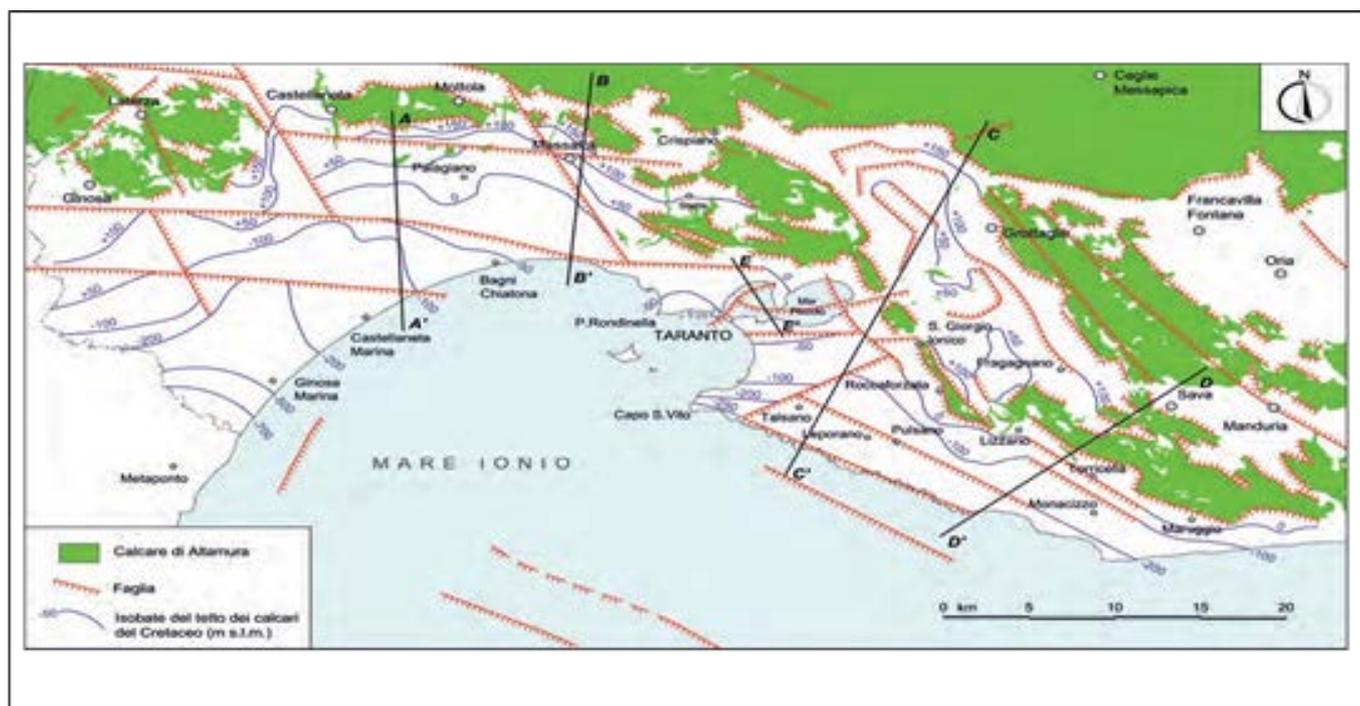
Gli eventi che hanno caratterizzato l'evoluzione geologica del territorio pugliese possono essere messi in relazione con la geodinamica di un esteso tratto crostale corrispondente con la parte settentrionale della Placca africana (Piastra apula sensu LORT, 1971 o Promontorio africano sensu CHANNEL et alii, 1979) a partire dal Paleozoico superiore. In particolare, a seguito delle fasi di rifting e di drifting del Permo-Mesozoico connesse con l'apertura dell'oceano della Neotetide, tale tratto crostale ha risentito degli effetti del progressivo block faulting che ha determinato la graduale strutturazione di un complesso sistema di piattaforme e bacini. Più in dettaglio, l'area pugliese presenta una struttura crostale uniforme con un basamento cristallino varisco ed una copertura sedimentaria spessa oltre 7 chilometri (RICCHETTI et alii, 1988). Tale successione è stratigraficamente contrassegnata da facies terrigene fluvio-deltizie (red beds) permo-triassiche (Verrucano), da evaporiti triassiche (Anidriti di Burano) e da una potente impalcatura carbonatica di piattaforma di età giurassico-cretacea. La successione carbonatica cretacea affiorante in corrispondenza del settore delle Murge faceva parte di un dominio di piattaforma carbonatica (Piattaforma apula sensu D'ARGENIO, 1974), soggetto a tassi di subsidenza sostanzialmente costanti in un contesto geodinamico di margine passivo. Durante il Cenomaniano superiore ed il Turoniano la propagazione degli stressintraplacca indotti dall'orogenesi alpina ha prodotto l'emersione temporanea di ampi settori della Piattaforma apula (MINDSZENTY et alii, 1995). Le aree emerse sono state sede di intensa attività carsica che localmente ha prodotto l'accumulo di terre rosse bauxitiche intercalate alla serie cretacea (CRESCENTI & VIGHI, 1964). Una significativa variazione del regime geodinamico ha riguardato la micro-placca adriatica in seguito alla collisione, a partire dall'Oligocene, tra la zolla africana e quella europea. In questo contesto ha avuto origine la tetto-genesi appenninico-dinarica nell'ambito della quale gran parte dell'attuale territorio pugliese (Gargano, Murge e Salento) ha svolto il ruolo di avampaese (Avampaese apulo) per le catene con opposta vergenza degli Appennini e delle Dinaridi-Albanidi-Ellenidi (e.g. RICCHETTI et alii, 1988; ARGNANI et alii, 1993; DE ALTERIIS & AIELLO, 1993). In particolare, l'Avampaese apulo è costituito in prevalenza da una regione carbonatica autoctona poco deformata, che si riconosce sia in aree emerse (unità stratigrafico-strutturale Murge-Gargano di D'ARGENIO et alii, 1973) che sommerse (*Apulian swell* di ROSSI & BORSETTI, 1974 e AUROUX et alii, 1985 verso SE e Rospo Mare di DOULCET et alii, 1990 verso NO). Fra il Miocene ed il Pleistocene inferiore la migrazione verso est del sistema sudappenninico produsse il progressivo inarcamento della placca adriatica che subì dei cedimenti sui margini appenninico e dinarico in relazione alla formazione di opposte gradinate di faglia (RICCHETTI & MONGELLI, 1980; RICCHETTI et alii, 1988). La migrazione verso est della catena coinvolse nella migrazione anche l'avanfossa appenninica plio-pleistocenica (CASNEDI et alii, 1982; CASNEDI, 1988) che, nel tratto pugliese, si differenzia rispetto alle restanti parti del bacino per essere delimitata ad ovest dai rilievi appenninici, e ad est da quelli dell'Avampaese apulo emerso (MIGLIORI-NI, 1937; SELLI, 1962b). Questo segmento dell'avanfossa plio-pleistocenica, noto come Fossa bradanica, ha una storia tettonica e sedimentaria alquanto differente dal resto dell'avanfossa adriatica. Infatti, questo bacino, che dal punto di vista strutturale è assimilabile ad un *foreland basin*, si è sviluppato in gran parte sulla rampa regionale dell'avampaese migrando verso est per effetto dell'arretramento della rampa stessa che si immerge a gradinata al di sotto della catena appenninica (PIERI et alii, 1994; 1996 Tropeano et alii 2002a;b)). Contestualmente, l'avanzamento delle strutture compressive appenniniche verso est consentì l'immissione nel bacino di enormi volumi di terreni alloctoni (CASNEDI et alii, 1982). Per tale ragione la Fossa bradanica mostra in sezione trasversale un profilo asimmetrico per avere un margine occidentale (appenninico) molto acclive, e un



marginale orientale (di avampaese) caratterizzato da bassi gradienti (PIERI *et alii*, 1994; 1996). In un quadro paleogeografico così articolato la sedimentazione si è necessariamente differenziata per ambienti, facies e spessori. Relativamente alle aree marginali prospicienti le porzioni più sollevate ed emerse dell'Avampaese apulo (rilievi del Gargano, delle Murge alte e delle Serre Salentine), la sedimentazione si è propagata su un substrato carbonatico subsidente, su cui si sono depositati sedimenti carbonatici costieri sia intrabacinali che terrigeni, questi ultimi rappresentati dal materiale clastico proveniente dall'erosione dei rilievi carbonatici mesozoici. In tali condizioni si è avuta la sedimentazione delle calcareniti e calciruditi di ambiente costiero (Calcarenite di Gravina), che rappresentano i depositi trasgressivi che marcano l'inizio del ciclo della Fossa bradanica in aree di avampaese; successivamente, con l'approfondimento del bacino, la sedimentazione carbonatica è stata sostituita da quella terrigena, per l'arrivo di abbondanti apporti silicoclastici di provenienza appenninica (argille subappennine) che coprono stratigraficamente in continuità di sedimentazione i carbonati della Calcarenite di Gravina (IANNONE & PIERI, 1979; Tropeano & Sabato, 2000; TROPEANO *et alii*, 2002a). A partire dal tardo Pleistocene inferiore, l'evoluzione dell'Avampaese apulo è stata caratterizzata da un drastico mutamento geodinamico: l'avampaese, unitamente all'avanfossa, da area subsidente ha incominciato un lento e continuo sollevamento (CIARANFI *et alii*, 1983; DOGLIONI *et alii*, 1994; 1996). Tale sollevamento regionale ha causato il graduale ritiro del mare in seguito al quale le aree di sedimentazione marina sono state sostituite da terre emerse. In tale contesto, l'interferenza tra il sollevamento regionale e le oscillazioni glacio-eustatiche avrebbe determinato la successione di numerose fasi sedimentarie, distinte nel tempo e nello spazio, ciascuna delle quali testimoniata da un deposito di ambiente costiero con *trend* regressivo (depositi marini terrazzati *sensu* CIARANFI *et alii*, 1988). Inoltre, tali depositi regressivi sono disposti in terrazzi a quote progressivamente più basse procedendo verso mare, in modo tale che i depositi posti a quote più elevate corrispondono a quelli più antichi, mentre quelli posti a quote più basse a quelli più recenti. In base a tali indicazioni, è possibile ipotizzare che l'età dei depositi regressivi sia verosimilmente compresa fra il Siciliano terminale ed il Tirreniano (PIERI, 1975; PIERI, 1980; CIARANFI *et alii*, 1988).







Carta tettonico-strutturale schematica dell'Arco Ionico Tarantino con indicazione delle isobate del tetto dei calcari cretacei.

L'attuale configurazione strutturale dell'Arco Ionico è il risultato di diverse fasi tettoniche distensive post cretacee, durante le quali il basamento calcareo, localmente anche con i sovrastanti depositi plio quaternari, è stato ribassato gradualmente dall'Altopiano murgiano verso il Mare Ionio. Le stesse dislocazioni non sono sempre facilmente riscontrabili nei depositi plio quaternari, data la loro natura "plastica", l'Arco Ionico è caratterizzato da ripiani derivati da antiche piattaforme d'erosione e/o di sedimentazione marina e da scarpate delle relative paleolinee di riva, createsi a più riprese a partire dal Pleistocene medio, a seguito di un progressivo ma discontinuo ritiro del mare verso l'attuale linea di costa, indotto anche da un irregolare sollevamento neotettonico dell'intero territorio regionale. Questi elementi geomorfologici hanno consentito, nei limiti del possibile, di ricostruire la storia locale delle oscillazioni del livello marino e l'entità dei movimenti in senso altimetrico delle terre (MASTRONuzzi & SANSò, 1999; 2000).

Le prime indicazioni sulle peculiarità tettonico-strutturali dell'area tarantina sono state fornite da ZORZI & REINA (1962), che riconobbero nell'area la presenza di fratture con allungamento NO-SE, considerate successivamente da CARISSIMO et alii, (1963) come prosecuzione di faglie di importanza regionale .

L'Altopiano murgiano, settore topograficamente e strutturalmente più elevato del territorio che si esamina, occupa la parte settentrionale dell'Arco Ionico Tarantino. un succedersi di depressioni tettoniche lo separa dai rilievi carbonatici delle Murge tarantine, posti più a Sud. In particolare, gli ammassi carbonatici murgiani posti a Nord di Taranto, si presenterebbero intensamente disarticolati, fagliati e fratturati, condizionando in tal modo il reticolo idrografico del territorio che s'impone in corrispondenza delle zone e delle lineazioni tettoniche, la gran parte orientate E-O e ENE-OSO e caratterizzate da debole carattere di trascorrenza destra.

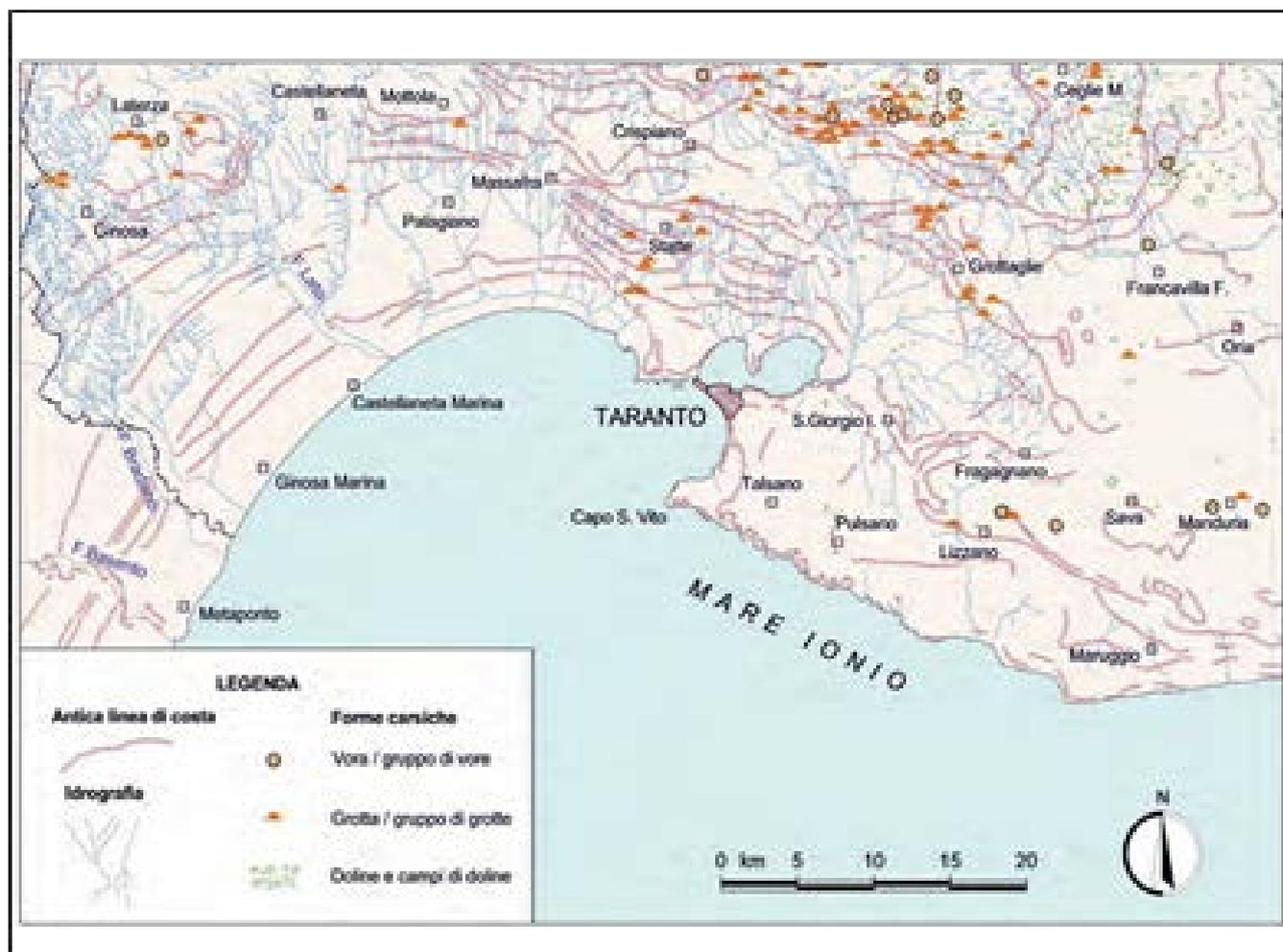
Secondo gli studi svolti da GUERRICCHIO & MELIDORO (1986) e da GUERRICCHIO & SIMEONE (2001), rotazioni strutturali e movimenti trascorrenti avrebbero coinvolto i diversi blocchi carbonatici della piattaforma carbonatica apula, definendo degli alti strutturali (alto di Ginoso-Laterza, alto di Castellaneta-Mottola ecc.). Il tetto del basamento carbonatico cretaceo degrada verso il mare con modalità che dipendono dalle



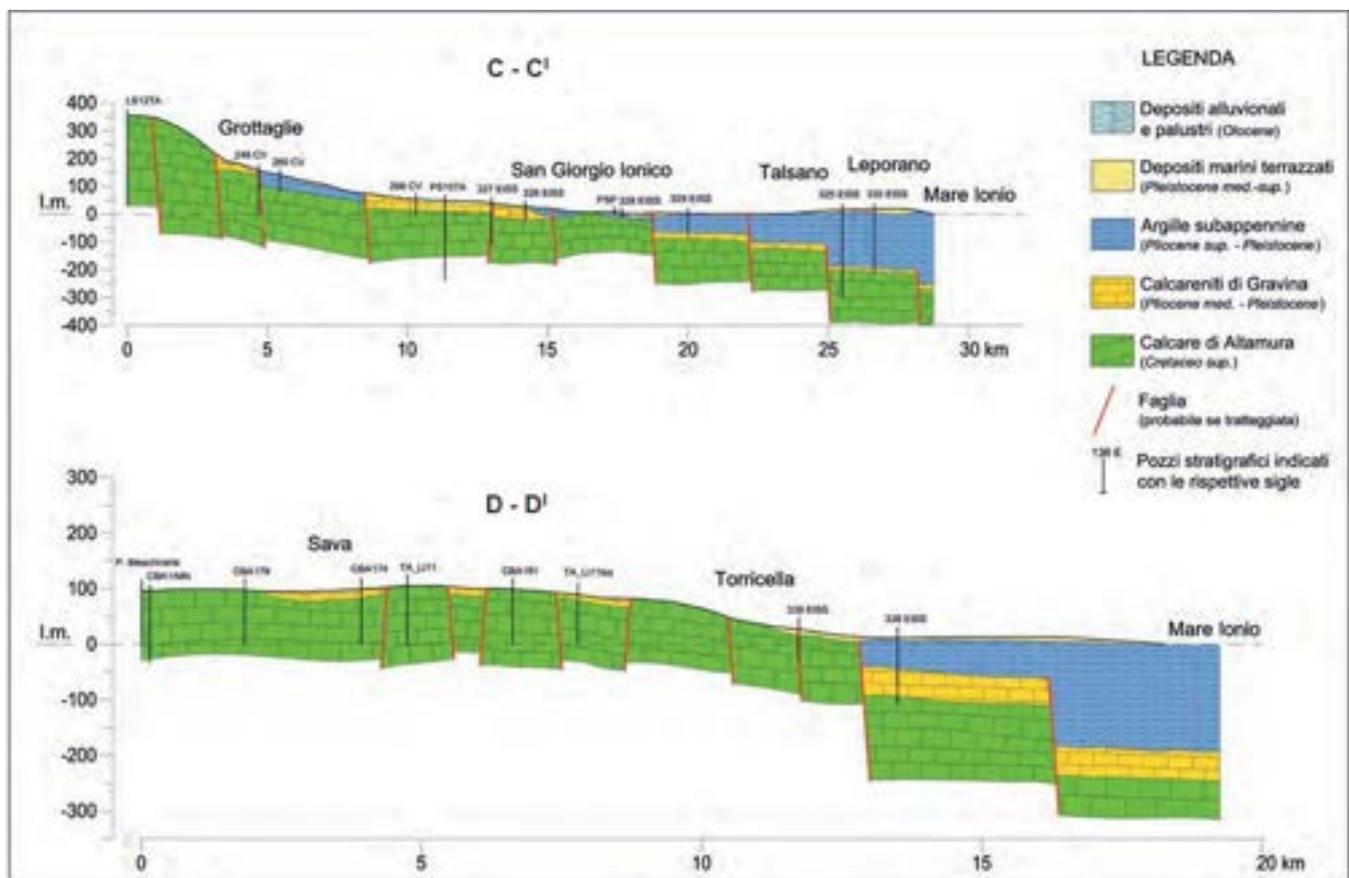
diverse vicissitudini tettoniche che hanno determinato l'attuale assetto strutturale. Com'è noto, laddove il substrato non affiora, esso è ricoperto da depositi plio pleistocenici, con maggiori spessori per i depositi di copertura appartenenti alle Argille subappennine, i quali, essendo nel loro complesso impermeabili, costituiscono una barriera al deflusso delle acque della falda profonda.

Dal punto di vista geomorfologico l'Arco Ionico Tarantino è contraddistinto da evidenze geomorfologiche ben distinguibili, sia laddove affiora il basamento carbonatico cretacico sia dove lo stesso è coperto da depositi plio-quadernari, con elementi morfologici elementari che variamente associati concorrono a definire paesaggi differenti fra loro variamente interconnessi: il paesaggio carsico, l'idrografia superficiale e le gravine, i terrazzi marini.

Il passaggio morfologico della zona settentrionale, ove affiorano rocce carbonatiche mesozoiche, permeabili a grande scala per fessurazione ed intensamente carsificate, è quello caratteristico di un rilievo carsico, brullo e segnato da estese forme tettono-carsiche e fluvio-carsiche. Al contrario, il settore meridionale, ove affiorano essenzialmente i depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi plio-quadernari, è contraddistinto da molteplici superfici sub orizzontali debolmente inclinate verso mare. Queste superfici sono separate da scarpate, la cui morfologia dipende dai litotipi in cui sono modellate. Infatti, a blande rotture di pendenza appena percettibili, dove la scarpata è modellata in formazioni argillose e sabbiose, si alternano scarpate piuttosto ripide, a gradoni alte qualche metro, dove la roccia in posto è calcarea o calcarenitica, disposte parallelamente all'attuale linea di riva, prodottesi a seguito delle oscillazioni glacioeustatiche del livello del mare e dei sollevamenti neotettonici.



## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE



Sulla base di dati stratigrafici di perforazioni eseguite nell'area di interesse, essenzialmente a scopo irriguo, integrati dalle conoscenze riguardanti l'assetto strutturale dell'area, è stato ricostruito il presunto andamento del tetto del substrato calcareo cretaceo. Nel complesso, per la presenza di un sistema di faglie ad orientazione appenninica, il tetto del substrato calcareo scende, abbastanza dolcemente, da NE a SO, partendo da quote prossime ai 150 m s.l.m. nell'area di Crispiano e Martina Franca e raggiungendo profondità di 50-100 m sotto il livello del mare in prossimità della costa tarantina. In particolare, nell'area urbana di Taranto il tetto della successione carbonatica cretacea è stato rilevato a profondità variabili dai 15 ai 50 m sotto il livello del mare (SPILOTRO, 1983). Al di là dalla linea di costa, proseguendo verso il largo, il tetto si approfondirebbe sino a 200-250 m sotto il livello del mare a Sud di Taranto ed oltre i 700 m a Nord di Metaponto. Ad una faglia antiappenninica sembra potersi attribuire la stessa apertura del Mar Piccolo, in corrispondenza del quale il tetto del substrato mesozoico è posizionato a quote variabili tra una decina di metri sino a circa 50-60 m sotto il livello del mare. La successione carbonatica cretacea si rinviene in affioramento, secondo direttrici E-O, nell'area compresa tra Ginosa e Mottola, mentre con direttrici NO-SE nel settore orientale del territorio esaminato. La continuità degli affioramenti cretacei è interrotta da discontinuità strutturali ad andamento appenninico ed antiappenninico, che, come descritto nel precedente paragrafo, definiscono diverse depressioni tettoniche tra cui la struttura di sprofondamento che si estende dall'abitato di Crispiano fino a quello di Fragagnano.

L'Arco Ionico Tarantino, settore meridionale della Fossa Premurgiana, si estende dal Fiume Bradano, ad Ovest, fino alle propaggini delle Murge tarantine ad Est, e confina a Nord con le pendici dell'altopiano murgiano (Murge di Matera-Castellaneta; tav. Esso presenta una configurazione morfologica ad anfiteatro e a gradinata, definita da una successione di ripiani e di scarpate (terrazzamenti marini) che si articolano a partire da circa 400 metri s.l.m. fino all'attuale linea di costa. Detti terrazzi marini sono il risultato dell'interazione tra il sollevamento tettonico della piattaforma apula e le variazioni glacio-eustatiche del livello del mare avvenute durante il Pleistocene. Estendendosi per lo più con uno sviluppo longitudinale parallelo alla costa, essi sono caratterizzati da superfici di abrasione, con margini interni corrispondenti a linee di riva riferibili a stazionamenti di livelli marini posti a quote maggiori rispetto a quelle attuali. La configurazione geologico-strutturale dell'Arco Ionico Tarantino è definita da un'impalcatura di rocce calcareo-dolomitiche del Cretaceo superiore, ascrivibile alla formazione del Calcare di Altamura, quindi a successioni carbonatiche di piattaforma interna, su cui poggiano in trasgressione, con lieve discordanza angolare, lembi discontinui e di diverso spessore sia di unità marine plio-pleistoceniche (Calcareni di Gravina ed Argille Subappennine), sia di unità marine terrazzate pleistoceniche. Localmente affiorano anche sedimenti alluvionali e costieri olocenici. I calcari del Cretaceo (Calcare di Altamura, Cretaceo sup.) affiorano in modo più o meno continuo a NE di Taranto lungo l'asse Crispiano-Grottaglie-Manduria. Nell'area in esame, questa formazione è rappresentata da una sequenza stratificata di calcari compatti, ceroidi, grigio nocciola talvolta rosati, calcari cristallini, vacuolari e localmente calcari dolomitici. In generale, sono presenti calcari micritici in cui sono immersi intraclasti e resti fossili di Rudiste e di grossi foraminiferi. Localmente, la successione carbonatica si presenta fessurata con evidenti fenomeni di erosione per dissoluzione carsica; le superfici di frattura sono sempre incrostate da una patina rossastra e, localmente, giallastra a composizione limonitica.

Sui calcari del Cretaceo, a valle della scarpata murgiana, si conservano le testimonianze di un'avanzata del mare sulle terre, emerse per buona parte del Cenozoico. La trasgressione plio-pleistocenica consentì l'accumulo in ambiente costiero delle Calcareni di Gravina e in quello epipelagico delle Argille subappennine. Nel loro



complesso, questi depositi di copertura sono costituiti da litotipi meno cementati rispetto alle rocce del substrato sottostante.

Nell'area in esame le Calcareniti di Gravina (Pliocene sup-Pleistocene inferiore), spesse al massimo una cinquantina di metri, sono costituite da calcareniti bioclastiche, di colore bianco-giallastro, con un tenore dei carbonati molto elevato (80-99%). L'assortimento granulometrico ed il grado di diagenesi dei suddetti litotipi sono molto variabili: da una granulometria medio grossolana si passa ad una medio-fine, da un litotipo a consistenza lapidea ad una sorta di sabbione debolmente cementato, talora facilmente frantumabile. Le Calcareniti di Gravina sono presenti nella zona pedemurgiana, raggiungendo i maggiori spessori nella zona fra Massafra e Crispiano e nell'area fra Francavilla Fontana e Manduria. Talora si ritrovano solo nel sottosuolo, interposte fra i calcari cretacei e le Argille subappennine, mentre all'intorno del Mar Piccolo sono spesso assenti anche in profondità, e nel caso in cui sono presenti hanno spessori ridotti. Come noto, le Calcareniti di Gravina passano in continuità stratigrafica verso l'alto e lateralmente alle Argille subappennine (Pliocene sup-Pleistocene medio), definite da argille fortemente consistenti, a frattura concoide, marne argillose, argille marnose e siltose grigio-azzurrognole, fossilifere e con un abbondante tenore di carbonati. Lo spessore della formazione è molto variabile da pochi metri si passa a 250 m a NE di Taranto e ad oltre i 700÷800 m approssimandosi verso la Fossa Bradanica.

I Depositi marini terrazzati, ascrivibili ai Supersintemi marini del Pleistocene medio-superiore, poggiano in discordanza su superfici di abrasione, poste a quote diverse degradanti verso il Mare Ionio, incise nel substrato mesozoico o nei depositi plio-pleistocenici.

In affioramento nella città di Taranto e su tutta la fascia costiera orientale e nel relativo entroterra, i Depositi marini terrazzati sono costituiti da calcareniti grossolane organogene di colore grigio-biancastro o giallastro, massicce e in facies tipo panchina, nonché da conglomerati e sabbie a stratificazione in prevalenza sub-orizzontale, ma a luoghi incrociata/laminata, con un grado di diagenesi variabile da luogo a luogo.

Inoltre, localmente sono presenti croste fortemente diagenizzate per effetto dei fenomeni di evapotraspirazione che danno luogo a livelli superficiali caratterizzati da elevatissime resistenze meccaniche. I Depositi marini terrazzati sono costituite da sabbie e ghiaie poligeniche con ciottoli ben arrotondati. In generale, hanno uno spessore di pochi metri, ma in alcuni casi possono raggiungere spessori pari ad una decina di metri. I depositi di copertura quaternari recenti (Olocene recente e attuale) sono costituiti sia dai sedimenti alluvionali presenti nel fondovalle delle incisioni morfologiche, sia dai depositi lagunari e palustri nelle zone retrodunari e dei bacini chiusi, nonché dai depositi delle dune costiere attuali e recenti che costituiscono zone topograficamente più elevate rispetto alle aree retrostanti.

I depositi alluvionali sono formati da elementi eterometrici di varia natura comprendenti limi, sabbie e ciottoli derivanti dalla disgregazione del substrato e dei terreni di copertura, con l'ulteriore apporto di materiale fine residuale (le terre rosse). I depositi dei sistemi di spiaggia sono rappresentati da una serie di cordoni dunari riconoscibili tanto a Nord quanto a Sud del capoluogo ionico, attribuibili a tre distinte fasi di morfogenesi costiera manifestatesi circa 6000÷2500.

Le caratteristiche geologiche generali della zona oggetto di studio si inquadrano completamente nel panorama della regione pugliese che costituisce una unità ben definita, con ruolo di avampaese e caratterizzata da una potente e piuttosto monotona successione calcarea mesozoica che si estende verso occidente, oltre le Murge e Taranto, a costituire il substrato della Fossa Bradanica.

L'area in studio si estende a cavallo di 2 fogli geologici della carta geologica d'Italia 1:100.000 nelle loro parti più meridionali e precisamente il Foglio 202 "TARANTO" e il Foglio 203 "BRINDISI".



# FOGLIO 202

della Carta 1:100.000 dell'I.G.M.

Altamura 189	Monopoli 190	Ostuni 191
Matera 201	<b>TARANTO</b> 202	Brindisi 203
Montebano Linceo 212		Maruggio 213

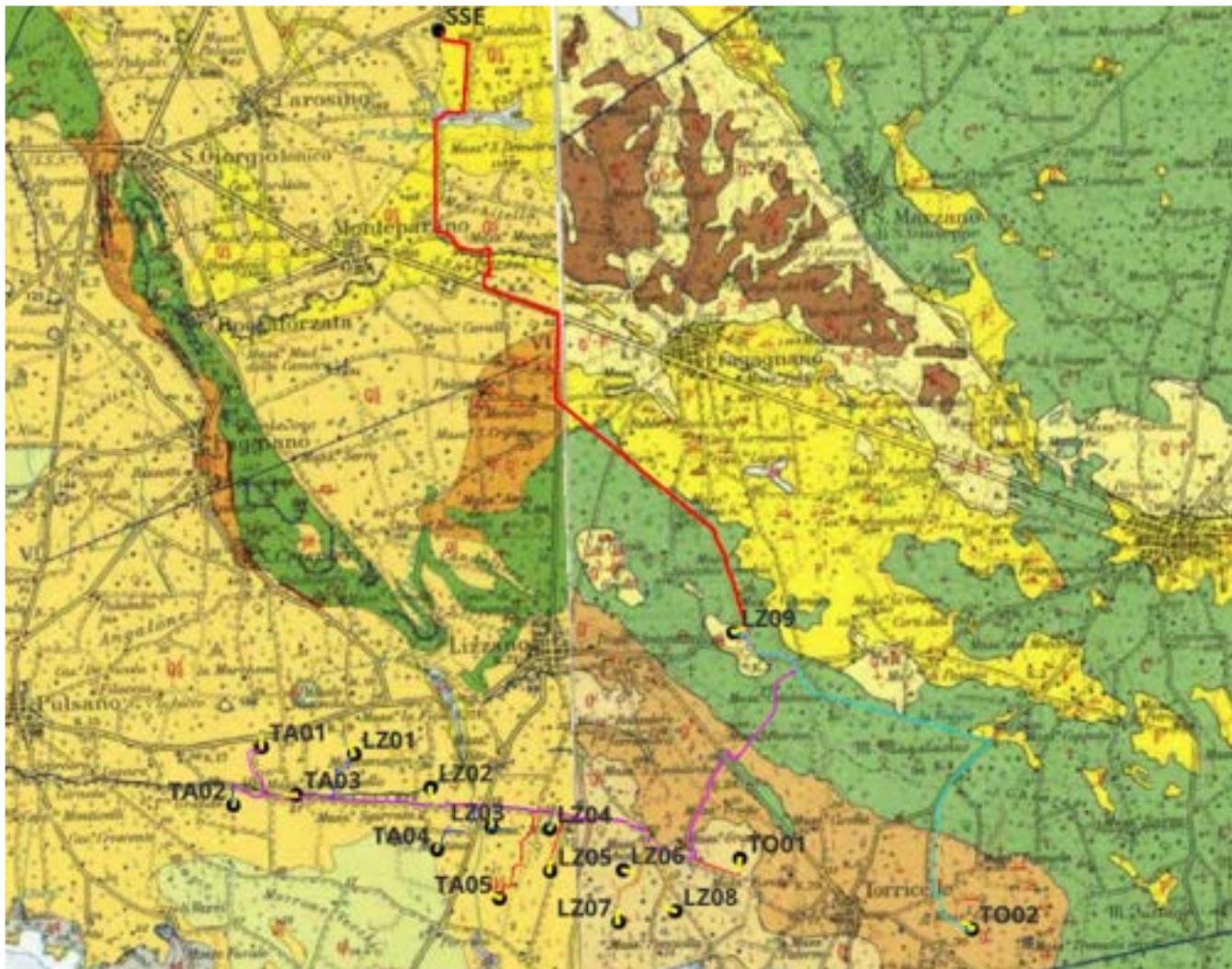
# FOGLIO 203

della Carta 1:100.000 dell'I.G.M.

Monopoli 190	191 Ostuni	
Taranto 202	<b>BRINDISI</b> 203	Lecce 204
	Maruggio 213	Gallipoli 214

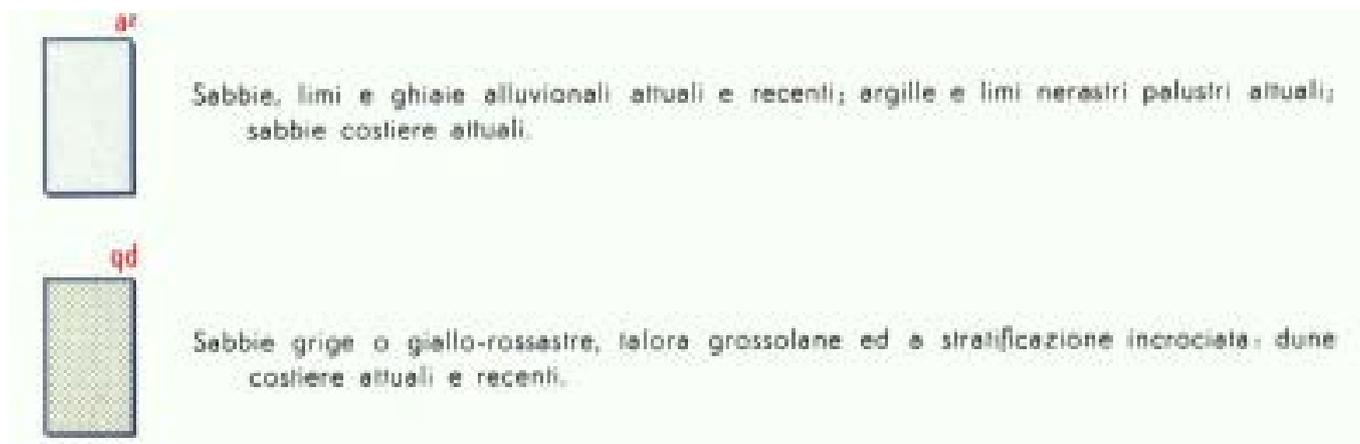
La zona oggetto di studio, dove insistono gli Aerogeneratori TA01, TA02, TA03, TA04, TA05 e la Sottostazione di Trasformazione Elettrica è sita nel comune di Taranto e ricade nella parte sudorientale del **Foglio 202** "TARANTO" della Carta Geologica 1:100.000, la zona oggetto di studio, dove insistono gli Aerogeneratori LZ01, LZ02, LZ03, LZ04 e LZ05 è sita in agro dei comuni di Lizzano (TA) e ricade nella parte sud occidentale del **Foglio 203** "BRINDISI" della Carta Geologica 1:100.000. La zona oggetto di studio, dove insistono gli Aerogeneratori LZ06, LZ07, LZ08 e LZ04 è sita in agro del comune di Lizzano (TA) e ricade nella parte sudoccidentale del **Foglio 203** "BRINDISI" della Carta Geologica 1:100.000, infine la zona oggetto di studio, dove insistono gli Aerogeneratori TO01 e TO02, è sita in agro del comune di Torricella (TA) e ricade sempre nella parte sudoccidentale del **Foglio 203** "BRINDISI"

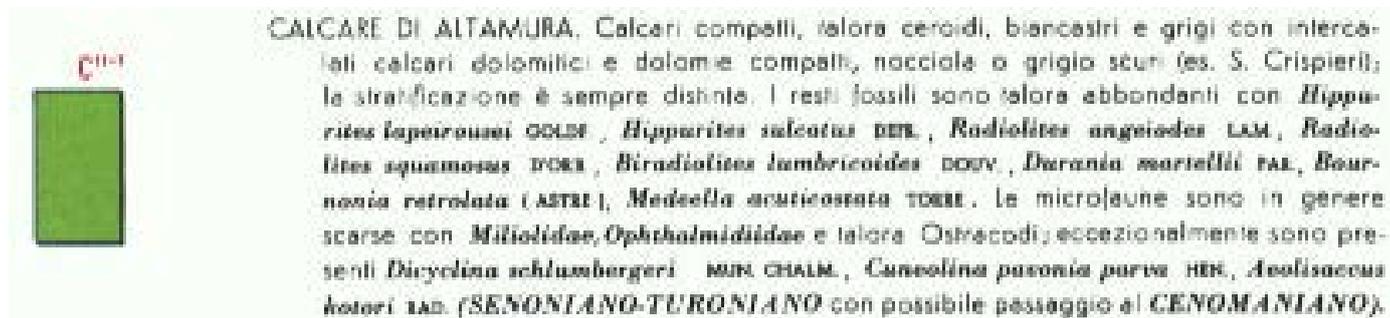
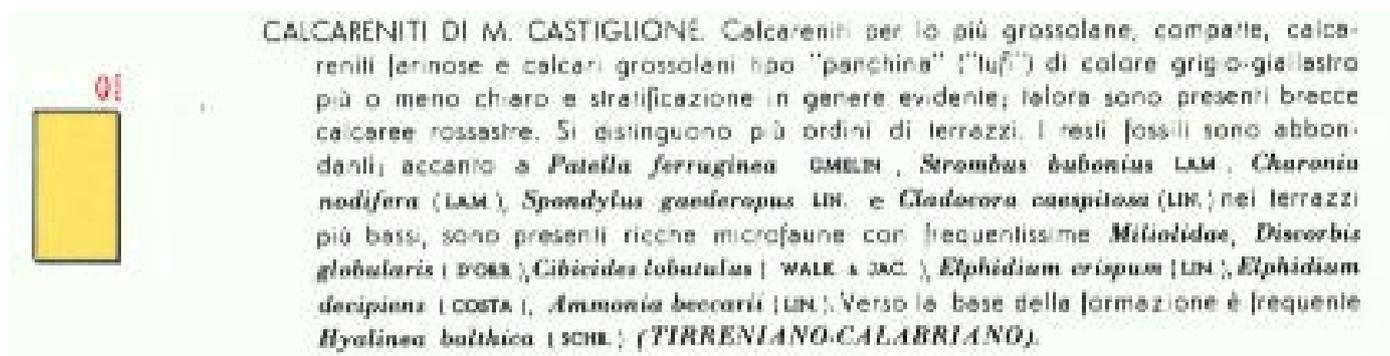
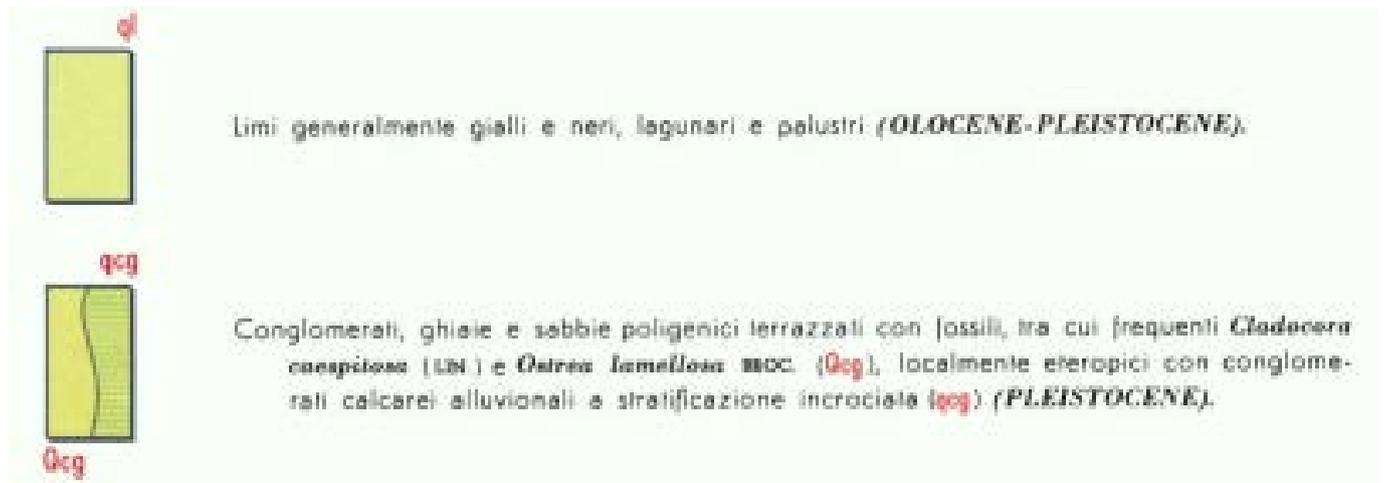




Inquadramento carta geologica 1:100.000 Foglio 202 "TARANTO" WTG TA01 TA02, TA03, TA04, TA05, LZ01, LZ02, LZ03, LZ04, LZ05 e SSE  
 Inquadramento carta geologica 1:100.000 Foglio "203 "BRINDISI" WTG LZ06, LZ07, LZ08, LZ09, TO01 e TO02

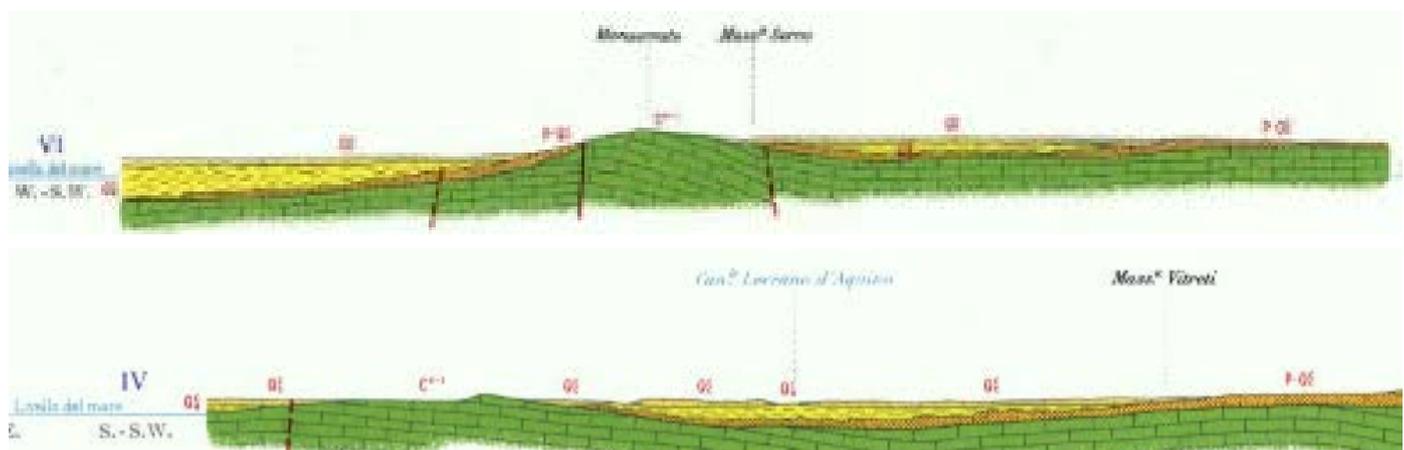
LEGENDA carta geologica Foglio 202 (TARANTO)





Legenda carta geologica Foglio 202

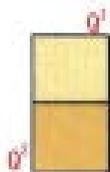
SEZIONI



LEGENDA carta geologica Foglio 203 (BRINDISI)

**Q<sup>1</sup>** Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa a *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaeroidina bulloides* D'ORB., *Cibicides boueanus* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH.)

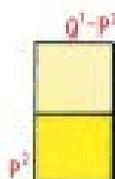
In trasgressione su **Q<sup>2</sup>**, oppure sulle formazioni cretatiche. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.



**Q<sup>2</sup>** Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi; *Elphidium complanatum* (D'ORB.), *E. crispum* (LIN.), *Discorbis orbicularis* (TERO.), *Ammonia beccarii* (LIN.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su **P<sup>1</sup>** oppure sul Cretaceo. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

**Q<sup>1</sup>-P<sup>1</sup>** Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchine; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabriana: *Hyalina balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.)

(**CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?**) In trasgressione sulle formazioni più antiche.



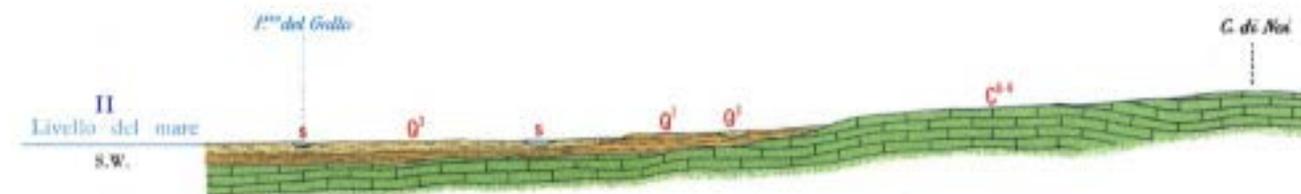
**P<sup>1</sup>** Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer simondayi* MEY. var. *antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERO.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. succulifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hostigerina aequilateralis* (BRADY) (**PLIOCENE SUP.-MEDIO?**). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiaro. Microfossili non molto frequenti: *Thaumatoporella* sp., *Praglobotruncana stephani stephani* (GAND.), *P. stephani turbinata* (REICH.), *Rotalipora appenninica appenninica* (RENZ), *R. c. reicheli* (MORN.), *Nummoloculina* sp. (**GENOMANIANO SUP.** e forse **TURONIANO**).

**DOLOMIE DI GALATINA** con passaggio graduale al **CALCARE DI ALTAMURA** (verso Nord e verso Ovest).



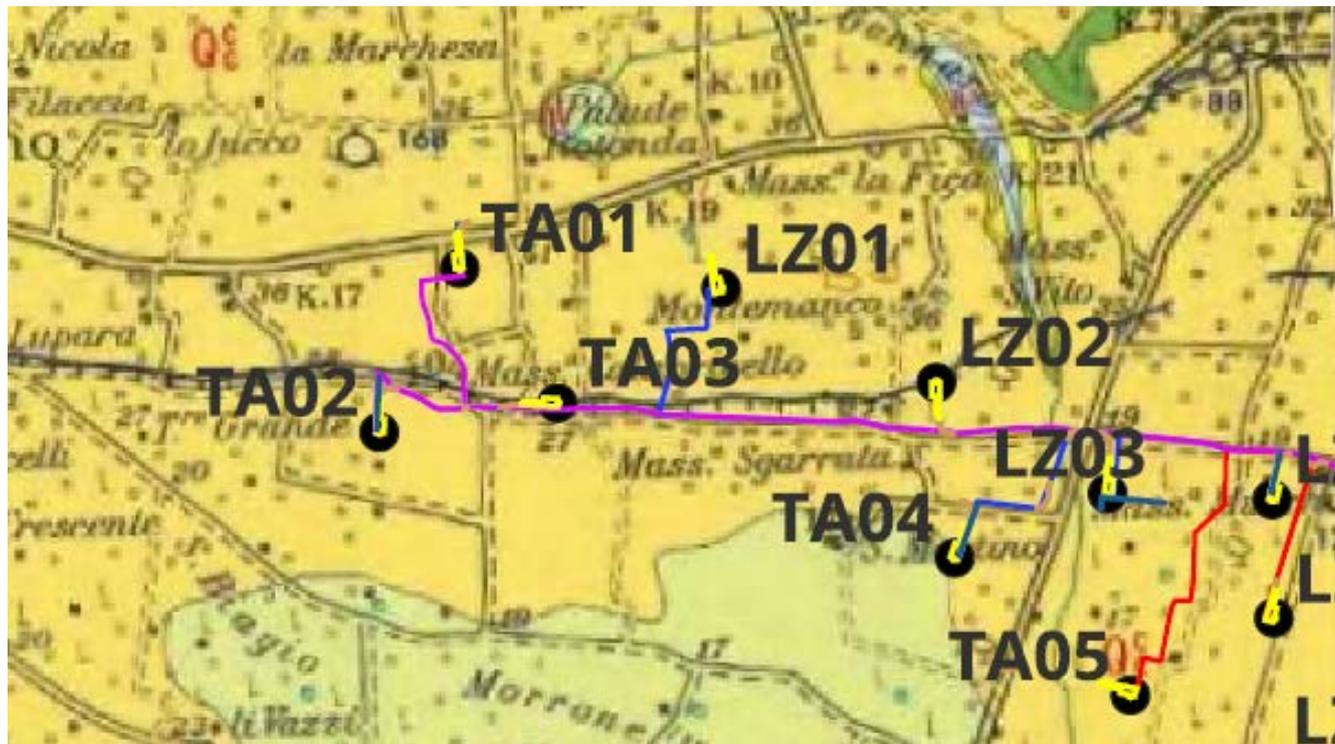
SEZIONE



L'area in studio ricade nelle **Murge Tarantine**.



## 5 GEOLOGIA PARTICOLAREGGIATA DELLA ZONA OGGETTO DI STUDIO



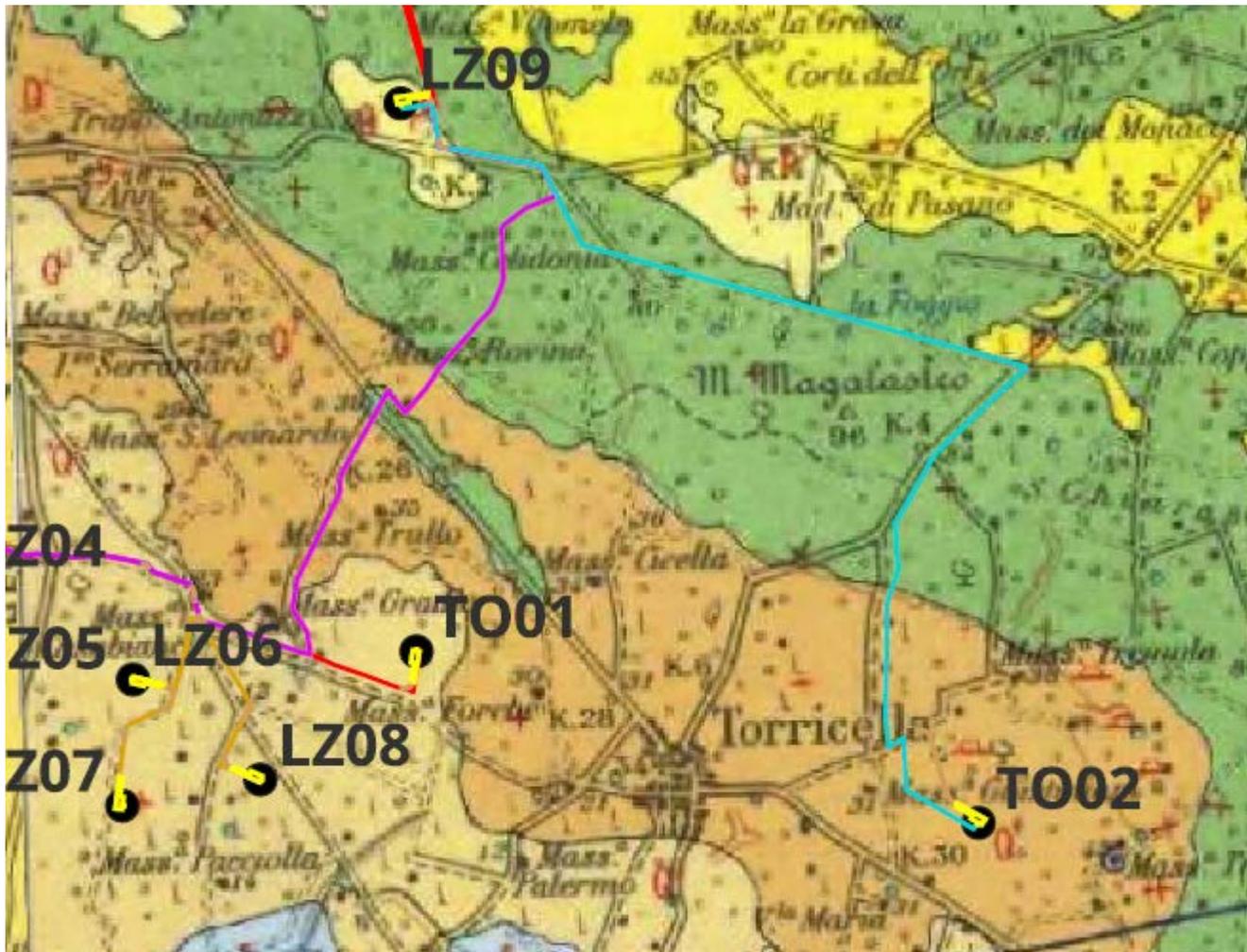
Inquadramento geologico di dettaglio Area Aerogeneratori (Foglio 202 TARANTO) Carta Geologica 1:100.000



Inquadramento geologico di dettaglio Area Sottostazione Elettrica (Foglio 202 TARANTO) Carta Geologica 1:100.000

Gli Aerogeneratori TA01 - TA02 - TA03 - TA04 - TA05 - LZ01 - LZ02 - LZ03 - LZ04 - LZ05 e SSE ricadono sui terreni appartenenti alle **Calcareniti di Castiglione**, calcareniti per lo più grossolane compatte, calcareniti farinose e calcari grossolani tipo "panchina" "tufi" di colore grigio giallastro.





Inquadramento geologico di dettaglio Area SSE (Foglio 189 Carta Geologica 1:100.000)

L'Area della SSE ricade sui terreni appartenenti alla successione **Calcarenite di Gravina** che affiora in lembi più o meno estesi sia nella fascia costiera che nelle zone più elevate del foglio. Lo spessore massimo affiorante è molto variabile, da pochi decimetri fino ad un massimo di circa 20 m nei pressi dell'abitato di Carbonara di Bari e del quartiere San Paolo della città di Bari. Questo dato è confermato anche dai numerosi sondaggi geognostici che sono stati effettuati da privati e da enti pubblici. Il termine Calcarenite di Gravina, formalizzato da AZZAROLI (1968) per i depositi calcarenitici di età calabriana affioranti lungo il bordo bradanico delle Murge, è stato successivamente esteso da IANNONE & PIERI (1979) ai depositi calcarenitici del tutto simili per posizione stratigrafica, età e significato paleoambientale, presenti sul versante adriatico delle Murge. A tale proposito si ricorda che nelle carte geologiche della precedente edizione della Carta Geologica d'Italia (F°177 "Bari", F°178 "Mola di Bari", F°189 "Altamura" e F°190 "Monopoli") relative all'area compresa nel F° 438 "Bari", questa formazione è riportata con i termini "tufi delle Murge" (p.p.) o "tufo" (p.p.) (fig. 7). Le facies tipiche della Calcarenite di Gravina sono costituite da calcareniti e calciruditi lito-bioclastiche che, tranne eccezioni rappresentate da sedimenti siltoso-sabbiosi a luoghi presenti alla base, poggiano direttamente sui calcari cretaci. In questo caso il contatto è rappresentato da una superficie di abrasione marina, frequentemente marcata da discordanza angolare (fig. 20), interpretata come una superficie di *ravinement* di lungo periodo



(TROPEANO & SABATO, 2000) e più genericamente come una superficie di trasgressione diacrona a livello regionale (PIERI, 1980). Tale superficie di abrasione è caratterizzata dalla presenza di abbondanti tracce di bioerosione che, in base ad uno studio condotto in aree esterne ma limitrofe al Foglio Bari, rappresentano la testimonianza di colonizzazione da parte di una fauna endolitica poco differenziata (*Trypanites ichnofacies*) (D'ALESSANDRO & IANNONE, 1983).

Questa unità formazionale fu introdotta da AZZAROLI *et alii* (1968a,b) a seguito dell'aggiornamento dei fogli 188 "GRAVINA IN PUGLIA" e 189 "ALTAMURA" della Carta Geologica d'Italia, per indicare il termine basale del ciclo sedimentario di età pleistocenica inferiore (Calabriano) dell'Avanfossa appenninica, trasgressivo lungo i margini dell'altopiano delle Murge.



## 6 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



## UBICAZIONE POZZI ISPRA



## POZZO ISPRA n. 1

**Codice:** 205479  
**Regione:** PUGLIA  
**Provincia:** TARANTO  
**Comune:** LIZZANO  
**Tipologia:** PERFORAZIONE  
**Opera:** POZZO PER ACQUA  
**Profondità (m):** 52,00  
**Quota pc slm (m):** 28,00  
**Anno realizzazione:** 1988  
**Numero diametri:** 1  
**Presenza acqua:** SI  
**Portata massima (l/s):** 20,000  
**Portata esercizio (l/s):** 20,000  
**Numero falde:** 1  
**Numero filtri:** 0  
**Numero piezometrie:** 1  
**Stratigrafia:** SI  
**Certificazione(\*):** NO  
**Numero strati:** 4  
**Longitudine WGS84 (dd):** 17,457900  
**Latitudine WGS84 (dd):** 40,381219  
**Longitudine WGS84 (dms):** 17° 27' 28,44" E  
**Latitudine WGS84 (dms):** 40° 22' 52,40" N



### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	52,00	52,00	300

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	25,00	25,00	0,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1988	25,00	25,50	0,50	20,000

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO AGRARIO
2	2,00	17,00	15,00		ARGILLA
3	17,00	25,00	8,00		ROCCIA TUFACEA
4	25,00	52,00	27,00		ROCCIA CALCAREA BIANCA



## Pozzo Ispra n. 2

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205104 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: FAGGIANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 85,00 Quota pc slm (m): 35,00 Anno realizzazione: 1994 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,700 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 17,389011 Latitudine WGS84 (dd): 40,405111 Longitudine WGS84 (dms): 17° 23' 20,44" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 24' 18,41" N	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	85,00	85,00	311

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	66,00	85,00	19,00

### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	70,00	85,00	15,00	ND

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1994	30,00	30,00	0,00	3,700

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,70	0,70		TERRENO VEGETALE
2	0,70	5,50	4,80		BIOCALCARENITI GROSSOLANE, MARRONCINO-ROSATE E GIALLASTRE, DISFATTE
3	5,50	52,00	46,50	PLIOCENE SUP- PLEISTOCEN	LIMI ARGILLOSI GIALLASTRI, AL TETTO, E GRIGIO-VERDE-AZZURRASTRI IN BASSO.
4	52,00	68,00	16,00	PLIOCENE SUP- PLEISTOCENE	CALCARENITI BIANCASTRE A GRANA MEDIO-FINE E A BASSO GRADO DI CEMENTAZIONE
5	68,00	85,00	17,00	CRETACICO	CALCARI MICRITICI BIANCO-GRIGIASTRI E NOCCIOLA, A FRATTURAZIONE DIFFUSA



### Pozzo Ispra n.3

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205113 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: FAGGIANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 40,00 Quota pc s.l.m. (m): 40,00 Anno realizzazione: 1993 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,300 Portata esercizio (l/s): 0,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 4 Longitudine WGS84 (dd): 17,390950 Latitudine WGS84 (dd): 40,405111 Longitudine WGS84 (dms): 17° 23' 27.43" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 24' 18.41" N	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	40,00	40,00	300

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	33,00	33,00	0,00

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1993	33,00	33,00	0,00	3,300

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,60	0,60		TERRENO VEGETALE
2	0,60	6,00	5,40	CALABRIANO	BIOCALCARENITI GROSSOLANE MARRONCINO-ROSATE
3	6,00	18,00	12,00	PLIOC. SUP.	CALCARENITI BIANCASTRE A GRANA FINE E MEDIA
4	18,00	40,00	22,00	CRETACICO	CALCARI BIANCASTRI FRATTURATI E VACUOLARI.



### Pozzo Ispra n. 4

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205106 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: FAGGIANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 64,00 Quota pc slm (m): 30,00 Anno realizzazione: 1999 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 2,500 Portata esercizio (l/s): 0,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 17,381231 Latitudine WGS84 (dd): 40,414281 Longitudine WGS84 (dms): 17° 22' 52.44" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 24' 51.42" N	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	64,00	64,00	300

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	58,00	64,00	6,00

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1999	23,00	23,00	0,00	2,500

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,20	0,20		TERRENO VEGETALE
2	0,20	5,00	4,80		SABBIE CALCAREE CON INTERCALAZIONI DI ARENARIE
3	5,00	15,00	10,00		ARGILLA GRIGIO AZZURRA
4	15,00	20,00	5,00		CALCARENITE FOSSILIFERA GRIGIASTRA
5	20,00	64,00	44,00		CALCARE MICRITICO FRATTURATO E STRATIFICATO



## Pozzo Ispra n. 5

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 209150 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: TARANTO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 120,00 Quota pc slm (m): 18,00 Anno realizzazione: 1993 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 15,000 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 17,317619 Latitudine WGS84 (dd): 40,416781 Longitudine WGS84 (dms): 17° 19' 03.43" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 25' 00.41" N	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	120,00	120,00	300

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	120,00	120,00	0,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1993	15,00	19,00	4,00	15,000

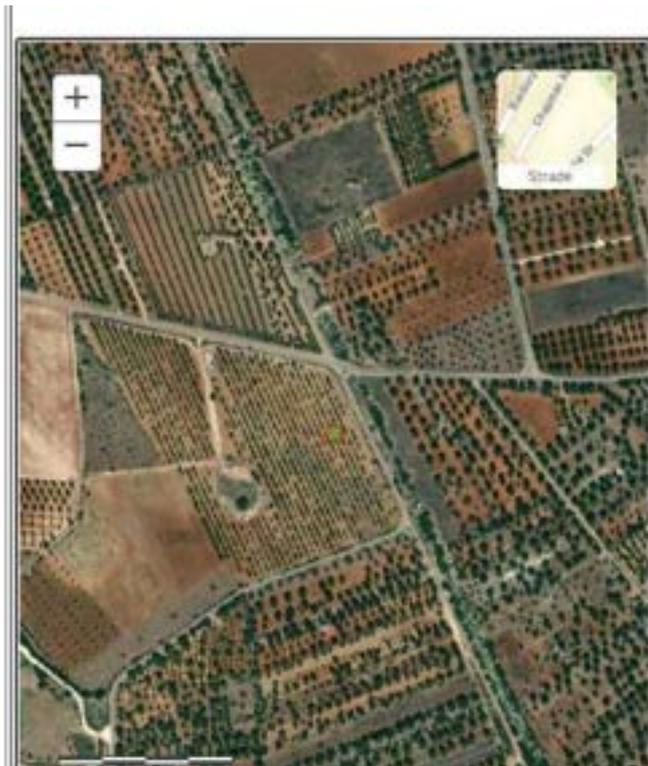
### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,30	0,30		TERRENO VEGETALE
2	0,30	1,30	1,00		CALCARENITI BIOCLASTICHE ROSATE A GRANA GROSSOLANA
3	1,30	5,50	4,20		SABBIE CALCARENICHE GROSSOLANE CEMENTATE DEBOLMENTE IN BASSO
4	5,50	115,50	110,00		LIMI ARGILLOSI GRIGIO-VERDASTRI E GRIGIO-AZZURRI
5	115,50	118,00	2,50		ARENARIE CALCAREE A GRANA MEDIO-FINE
6	118,00	120,00	2,00		CALCARI BIANCASTRI, A FRATTURAZIONE DIFFUSA



### Pozzo Ispra n. 6

**Codice:** 205475  
**Regione:** PUGLIA  
**Provincia:** TARANTO  
**Comune:** LIZZANO  
**Tipologia:** PERFORAZIONE  
**Opera:** POZZO PER ACQUA  
**Profondità (m):** 160,00  
**Quota pc slm (m):** ND  
**Anno realizzazione:** ND  
**Numero diametri:** 0  
**Presenza acqua:** SI  
**Portata massima (l/s):** ND  
**Portata esercizio (l/s):** ND  
**Numero falde:** 0  
**Numero filtri:** 0  
**Numero piezometrie:** 1  
**Stratigrafia:** SI  
**Certificazione(\*):** NO  
**Numero strati:** 3  
**Longitudine WGS84 (dd):** 17,490400  
**Latitudine WGS84 (dd):** 40,387889  
**Longitudine WGS84 (dms):** 17° 29' 25,45" E  
**Latitudine WGS84 (dms):** 40° 23' 16,40" N



### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ago/1984	90,00	95,00	5,00	ND

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	149,00	148,00		ROCCIA CALCAREA MISTA A TERRICCIO. ROCCIA CON TERRA ROSSA
3	149,00	160,00	11,00		ROCCIA CALCAREA FESSURATA



## Pozzo Ispra n. 7

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205478 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: LIZZANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 105,00 Quota pc slm (m): 85,00 Anno realizzazione: 1998 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 6,800 Portata esercizio (l/s): 6,800 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 2 Longitudine WGS84 (dd): 17,482339 Latitudine WGS84 (dd): 40,388450 Longitudine WGS84 (dms): 17° 28' 56.42" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 23' 18.42" N	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	105,00	105,00	220

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	85,00	105,00	20,00

### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	85,00	105,00	20,00	ND

### MISURE PIEZOMETRICHE

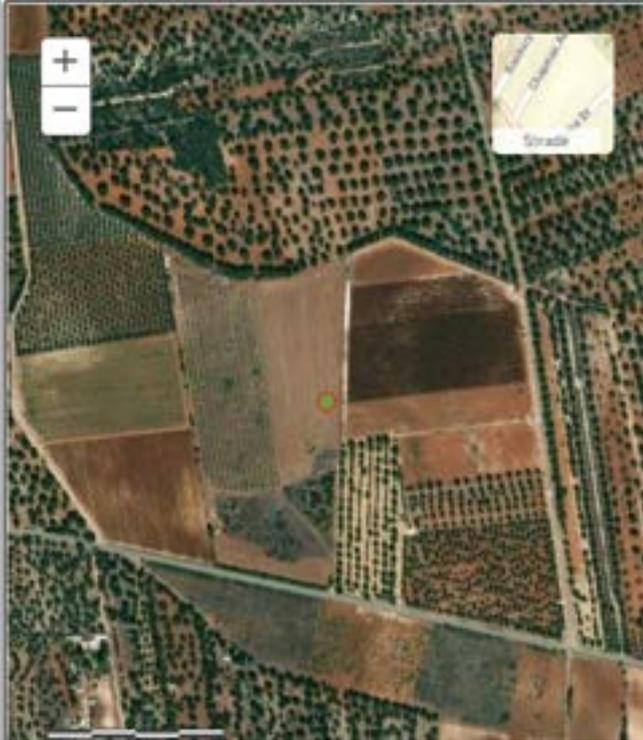
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
feb/1998	85,00	85,80	0,80	6,800

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,30	0,30		TERRENO VEGETALE
2	0,30	105,00	104,70		CALCARI E CALCARI DOLOMITICI BIANCO GRIGIASTRI A FRATTURAZIONE E CARSIFICAZIONE DIFFUSA



## Pozzo Ispra n. 8

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p><b>Codice:</b> 205472  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> TARANTO  <b>Comune:</b> LIZZANO  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 100,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 86,00  <b>Anno realizzazione:</b> 2000  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> ND  <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND  <b>Numero falde:</b> 1  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 3  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 17,479839  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 40,392331  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 17° 28' 47.42" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 40° 23' 32.39" N</p>	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	100,00	100,00	300

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	80,00	100,00	20,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

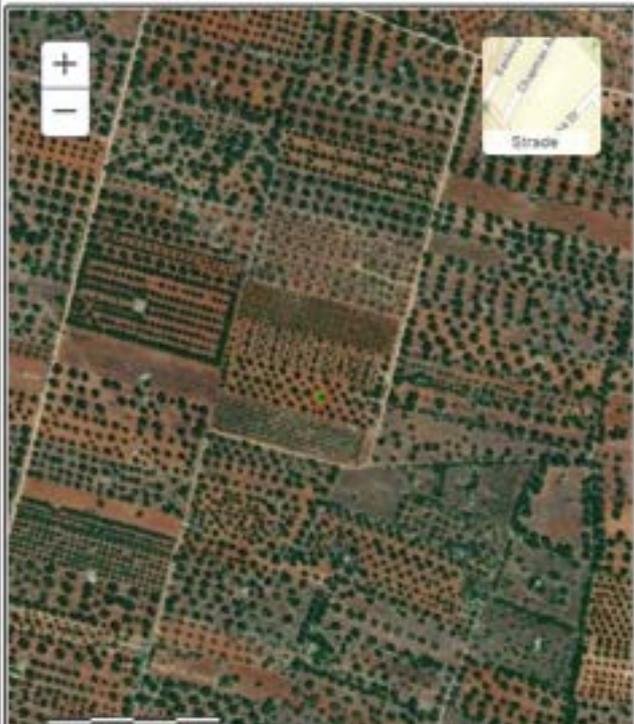
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
apr/2000	80,00	81,70	1,70	ND

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	80,00	78,00		ROCCIA BIANCA
3	80,00	100,00	20,00		falda acqua



## Pozzo Ispra n. 9

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 206166 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: MARUGGIO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 100,00 Quota pc slm (m): 70,00 Anno realizzazione: 1995 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 3 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 17,553731 Latitudine WGS84 (dd): 40,347611 Longitudine WGS84 (dms): 17° 33' 13.44" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 20' 51.41" N	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	100,00	100,00	165

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	62,00	62,00	0,00
2	70,00	70,00	0,00
3	90,00	90,00	0,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/1995	62,00	62,00	0,00	1,500

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,50	0,50		TERRENO VEGETALE
2	0,50	90,00	89,50		CALCARI MICRITICI MESOZOICI BIANCO-CEROIDI COMPATTI. CALCARI MICRITICI MESOZOICI CON ALTERNANZE DI LIVELLI RESIDUALI DI TERRA ROSSA
3	90,00	100,00	10,00		CALCARI E CALCARI DOLOMITICI MESOZOICI, FRATTURATI CON VARI PASSAGGI DI ACQUA



## Pozzo Ispra n. 10

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p><b>Codice:</b> 204560  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> TARANTO  <b>Comune:</b> CAROSINO  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 120,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 85,00  <b>Anno realizzazione:</b> ND  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 0,500  <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND  <b>Numero falde:</b> 0  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 3  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> SI  <b>Numero strati:</b> 5  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 17,411511  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 40,459839  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 17° 24' 41,44" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 40° 27' 35,43" N</p>	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	120,00	120,00	150

### MISURE PIEZOMETRICHE

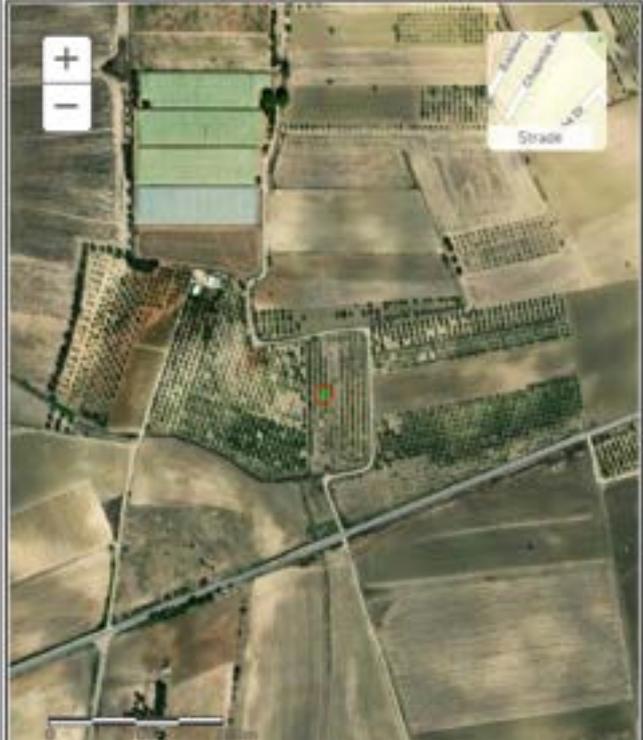
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ago/1984	80,20	80,25	0,05	0,200
ago/1984	80,20	80,30	0,10	0,350
ago/1984	80,20	80,35	0,15	0,500

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO AGRARIO
2	1,00	5,00	4,00		SABBIE GIALLASTRE
3	5,00	21,00	16,00		ARGILLE DI COLORE GRIGIO AZZURRO, GIALLASTRE NELLA PORZIONE ALTERATA
4	21,00	52,00	31,00		CALCARENITI GIALLASTRE DIAGENIZZATE
5	52,00	120,00	68,00		CALCARI BIANCASTRI STRATIFICATI E VARIAMENTE CARSIFICATI



## Pozzo Ispra n.11

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p><b>Codice:</b> 205374  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> TARANTO  <b>Comune:</b> GROTTAGLIE  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 155,00  <b>Quota pc slm (m):</b> ND  <b>Anno realizzazione:</b> 2006  <b>Numero diametri:</b> 2  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 3,000  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 0,500  <b>Numero falde:</b> 0  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 3  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 17,440950  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 40,481219  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 17° 26' 27.43" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 40° 28' 52.40" N</p>	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	40,00	40,00	250
2	40,00	155,00	115,00	200

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2006	80,00	80,00	0,00	0,500

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRA VEGETALE
2	2,00	38,00	36,00		ARGILLA
3	38,00	155,00	117,00		ROCCIA CARSIKA



## Pozzo Ispra n.12

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205272 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: GROTTAGLIE Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 120,00 Quota pc slm (m): 77,00 Anno realizzazione: 1993 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 7,400 Portata esercizio (l/s): 2,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 17,433169 Latitudine WGS84 (dd): 40,483719 Longitudine WGS84 (dms): 17° 25' 59.42" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 29' 01.40" N	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	120,00	120,00	300

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	70,00	70,00	0,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

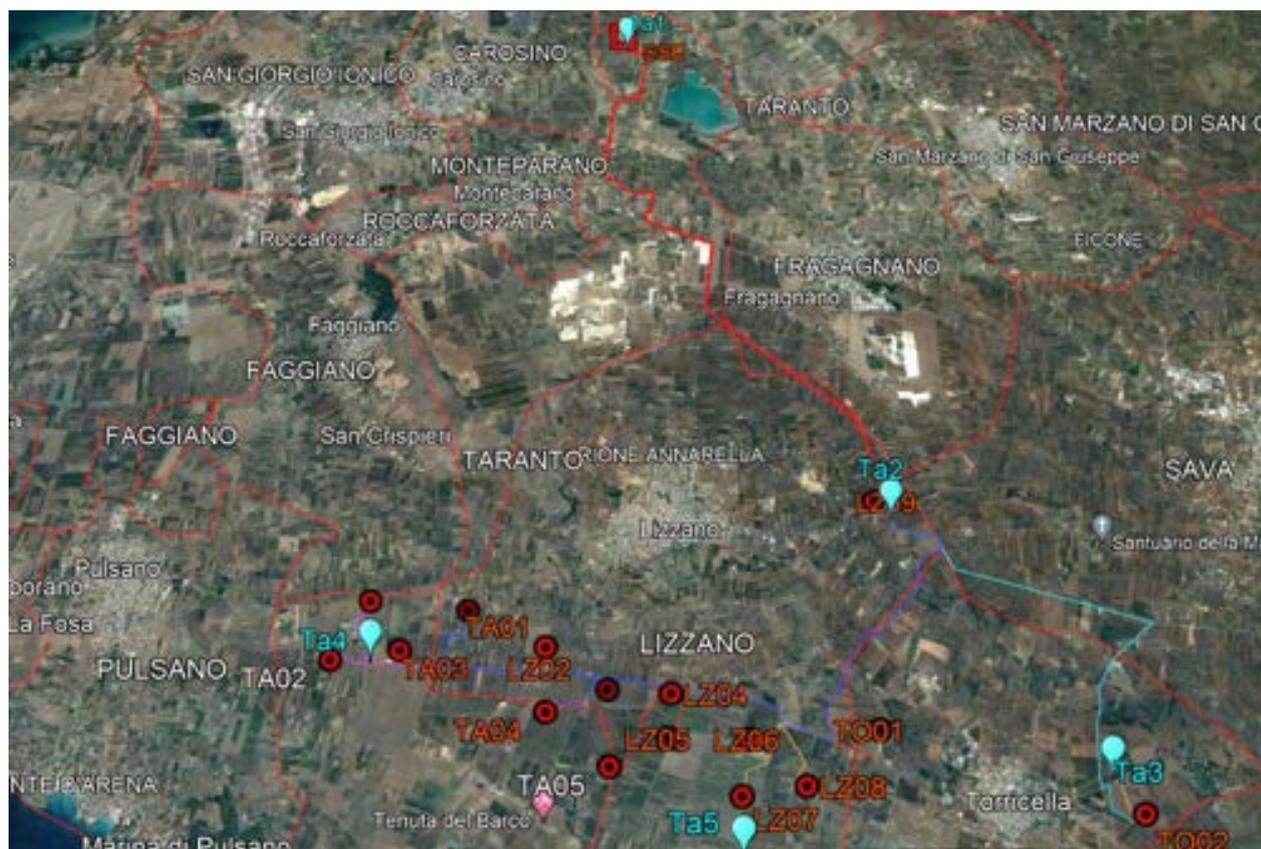
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1993	70,00	70,00	0,00	7,400

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	4,50	3,50		BIOCALCARENITI MARRONCINO-ROSATE
3	4,50	32,00	27,50		LIMI ARGILLOSI GRIGIO-AZZURRI E GRIGIO-VERDI
4	32,00	40,50	8,50		CALCARENITI A GRANA MEDIO-FINE
5	40,50	120,00	79,50		CALCARI MICRITICI BIANCASTRI FRATTURATI E CARSIFICATI, CON ALTERNANZE DI LIVELLI DOLOMITIZZATI GRIGIASTRI.

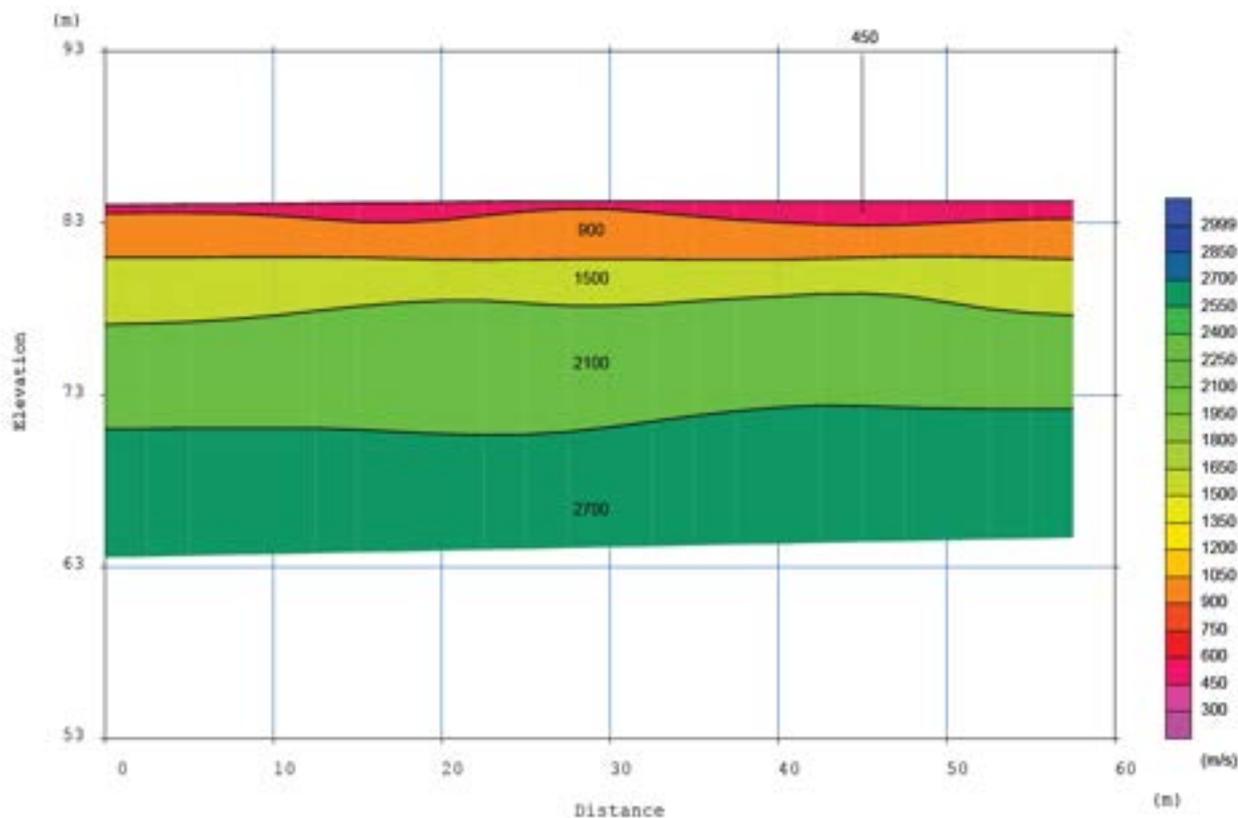


**UBICAZIONE TOMOGRAFIE SISMICHE**

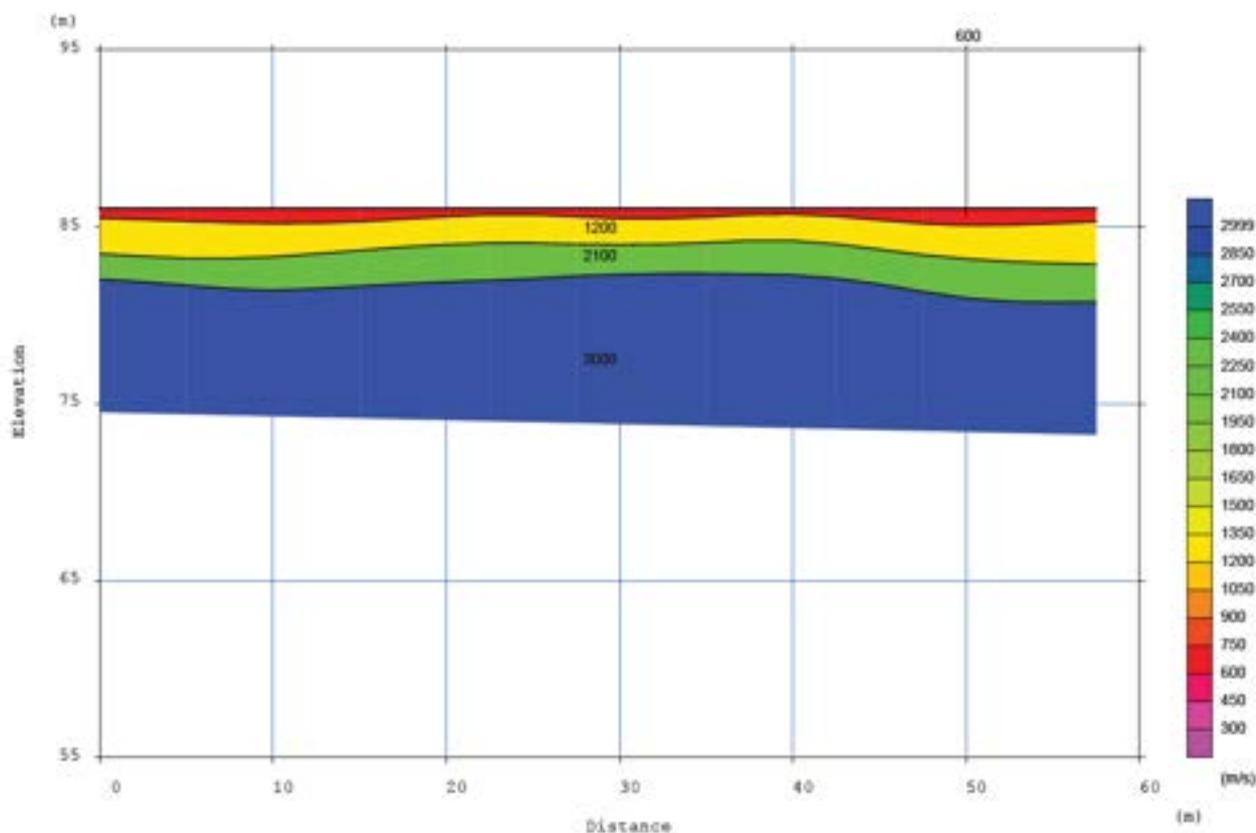


Ubicazione indagini sismiche

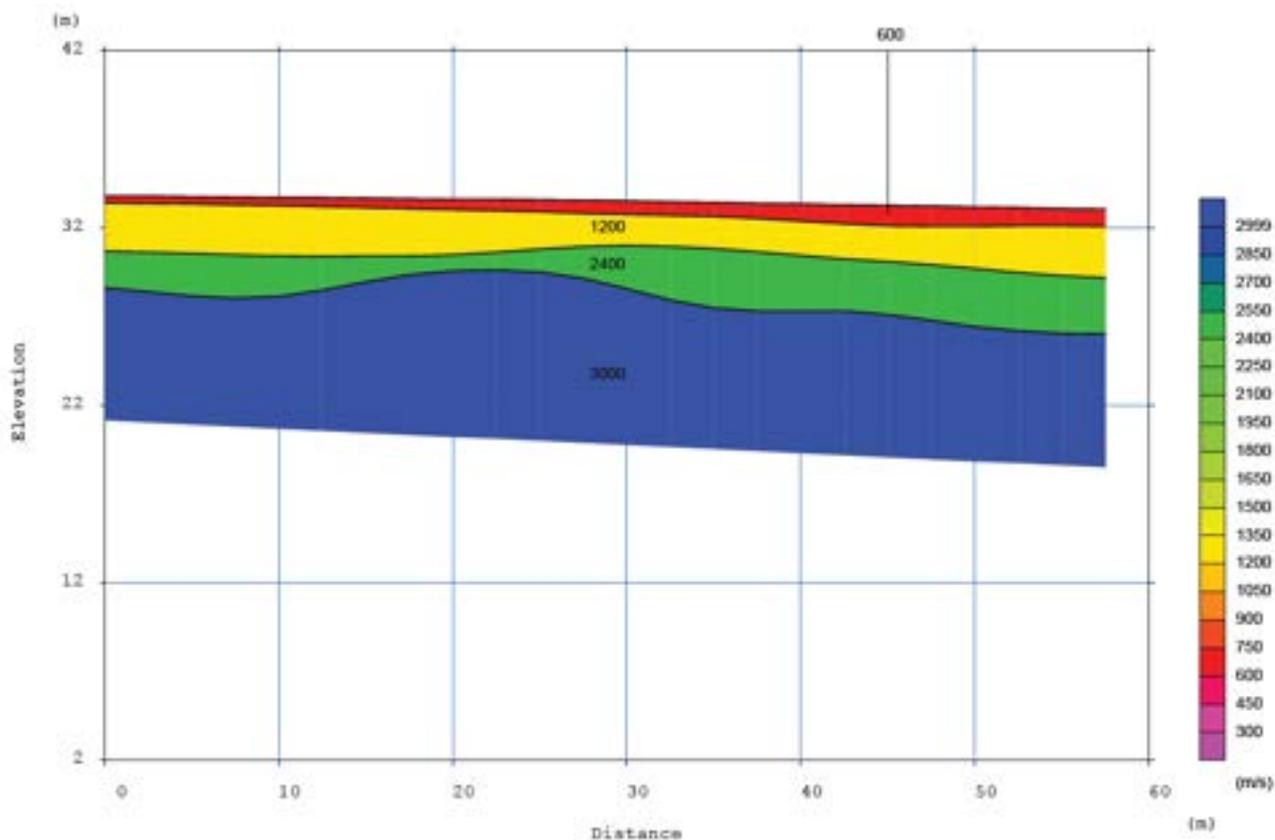
**TOMOGRAFIA N. 1**



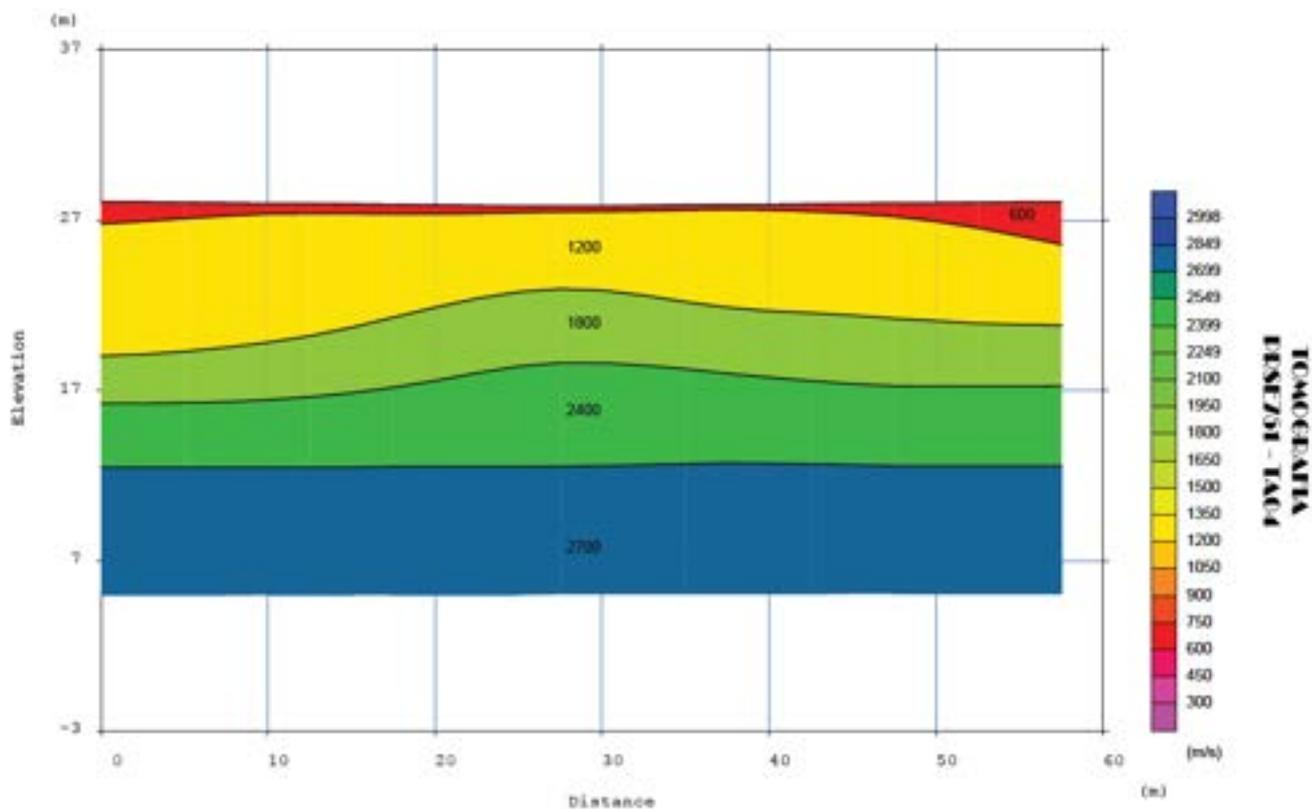
### TOMOGRAFIA N. 2



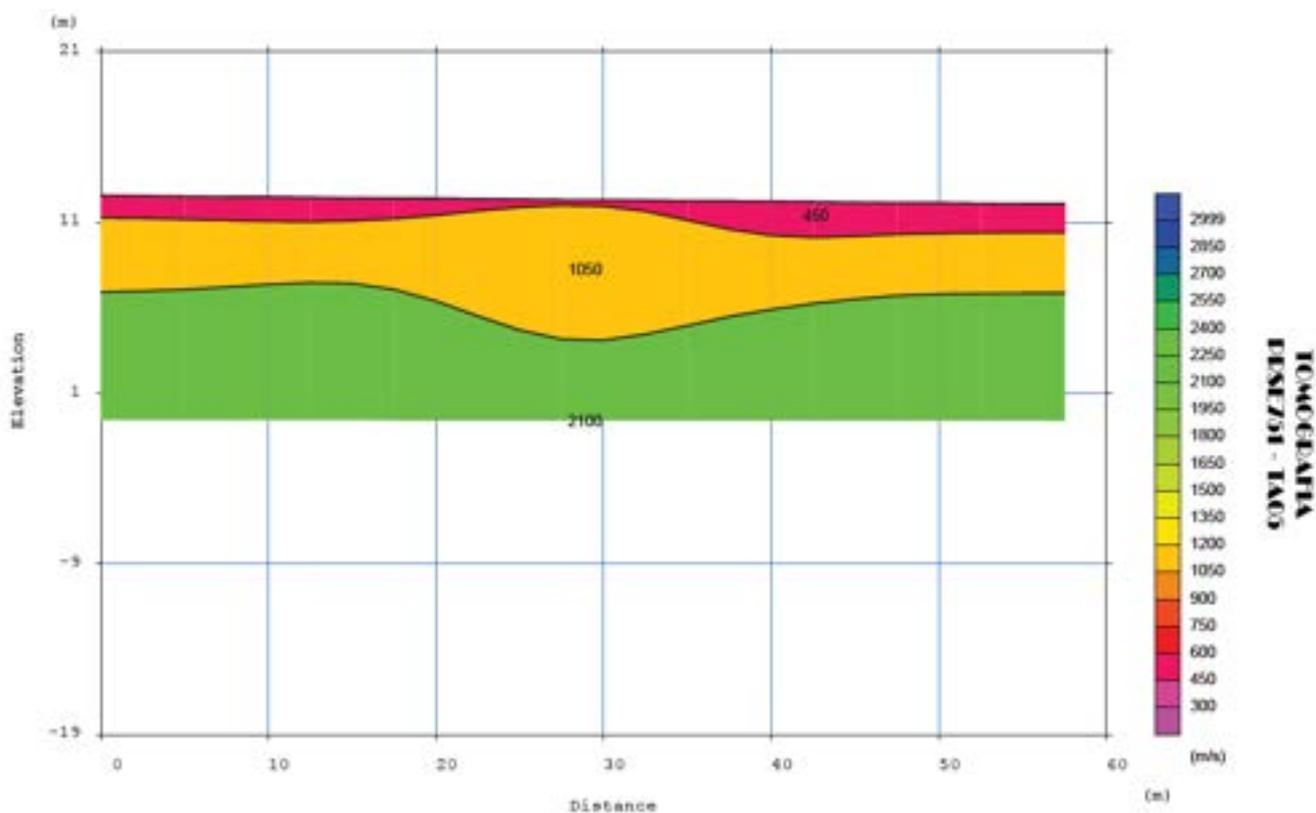
### TOMOGRAFIA N. 3



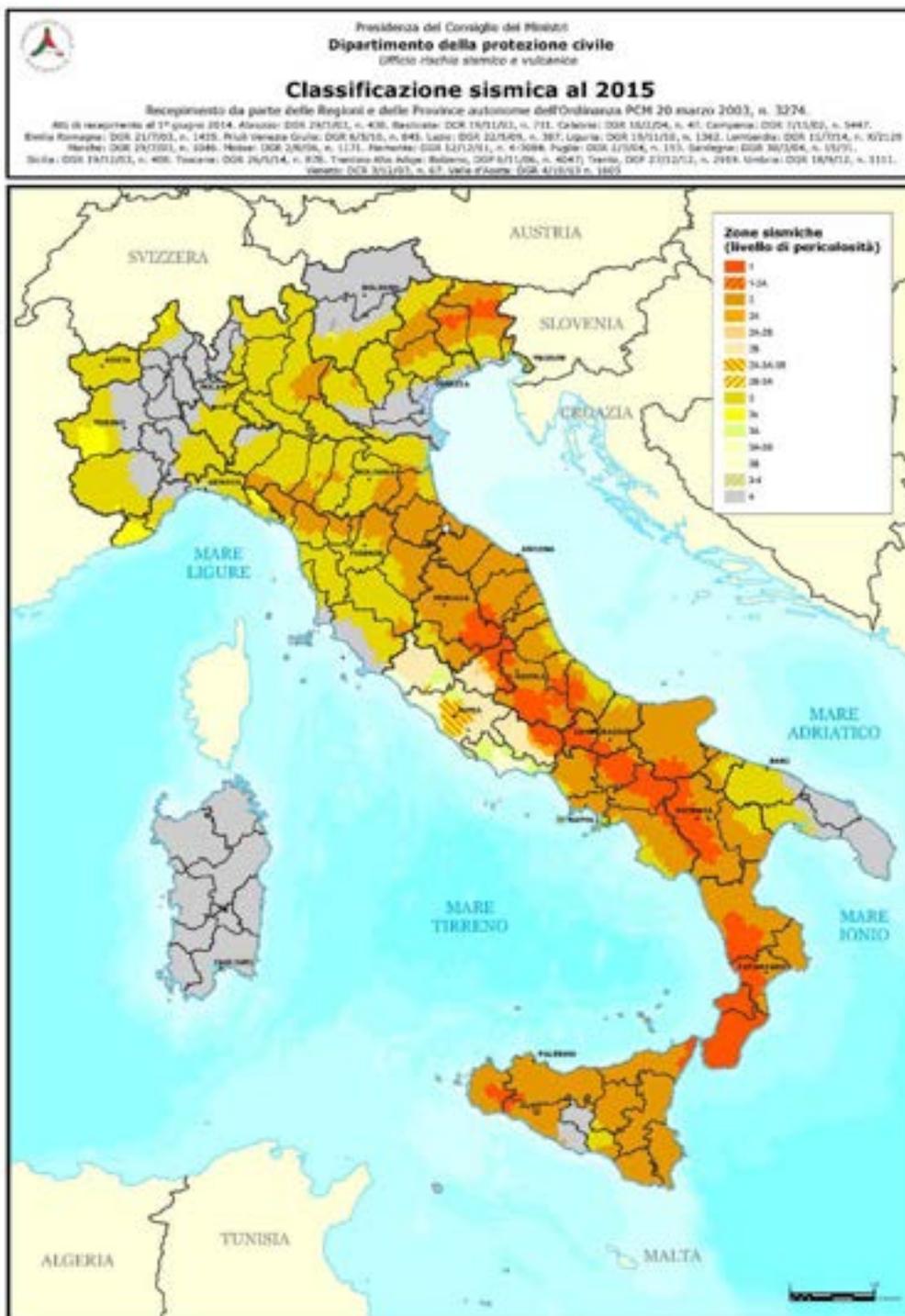
**TOMOGRAFIA N. 4**



**TOMOGRAFIA N. 5**



## 7 CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO



I territori comunali di TARANTO, LIZZANO (TA) e TORRICELLA (TA) ricadono in un distretto geografico sismico. Nei territori in oggetto, infatti, si risentono i terremoti con epicentri garganici, molisani, sanniti, irpini e lucani.

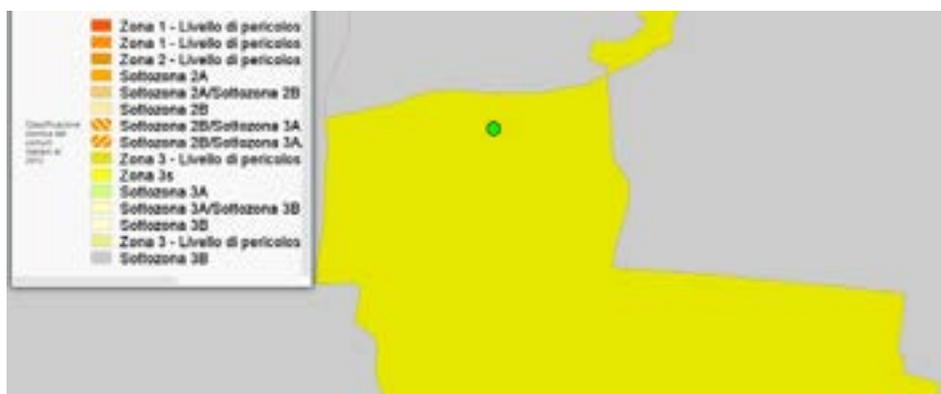


## 8 CLASSIFICAZIONE SISMICA

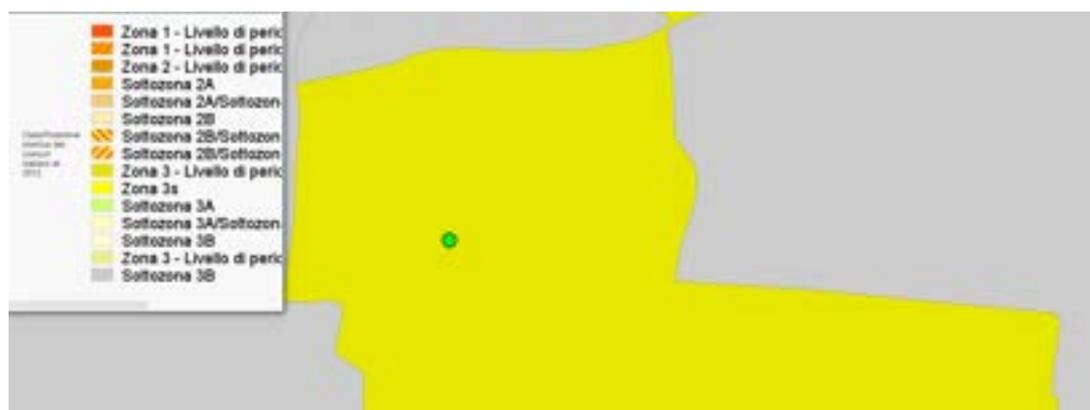
Si illustra di seguito la Classificazione sismica dei comuni di TARANTO, LIZZANO e TORRICELLA secondo l'O.P.C.M 3274 del 30.03-2003 aggiornata al 2004



Individuazione Area Sostazione Elettrica nel comune di Taranto in funzione della classificazione sismica



Individuazione WTG TA01 in funzione della classificazione sismica



Individuazione WTG TA02 in funzione della classificazione sismica



Individuazione WTG TA03 in funzione della classificazione sismica



Individuazione WTG TA04 in funzione della classificazione sismica

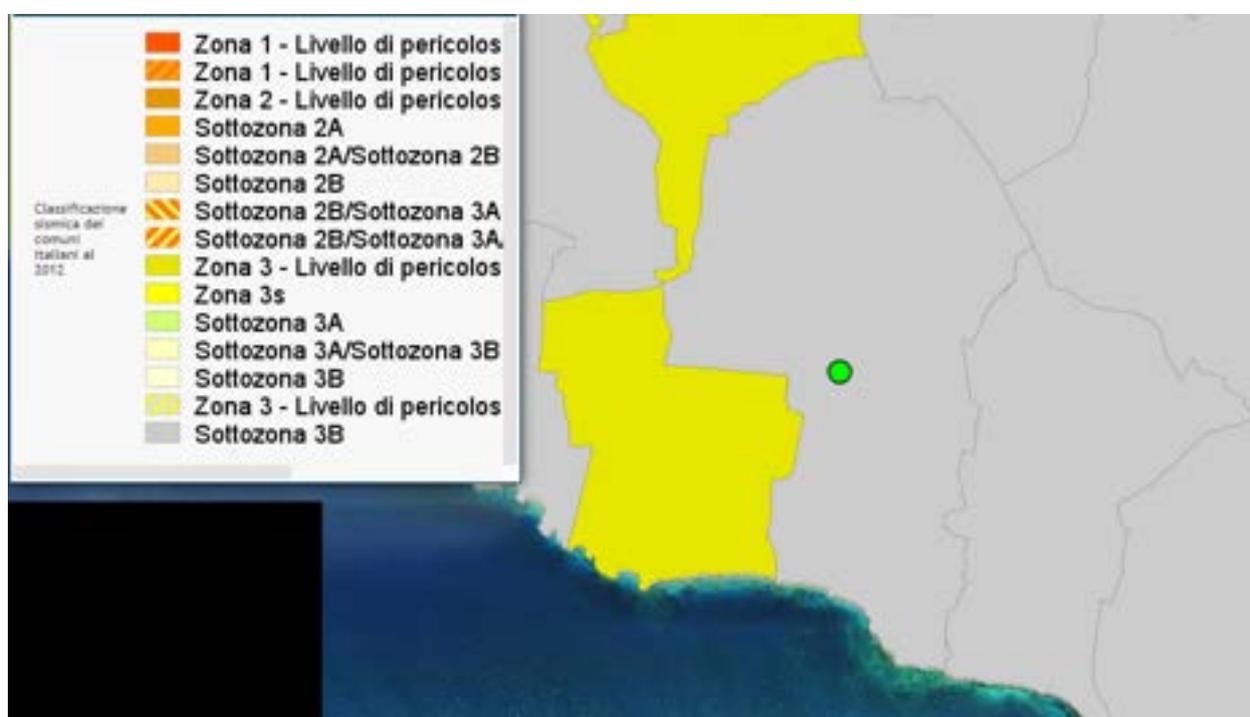


Individuazione WTG TA05 in funzione della classificazione sismica



Comune di <b>TARANTO</b>	Classificazione 2003 Agg. 2006	PGA (g)
	<b>Zona sismica 3</b>	0.05 g < PGA < 0.15 g

E' stato dichiarato sismico con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 rilasciata il 20 marzo 2003 sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, aggiornata con la Delibera Regione Puglia n. 153 del 02.02.2004 con il grado sismico 3

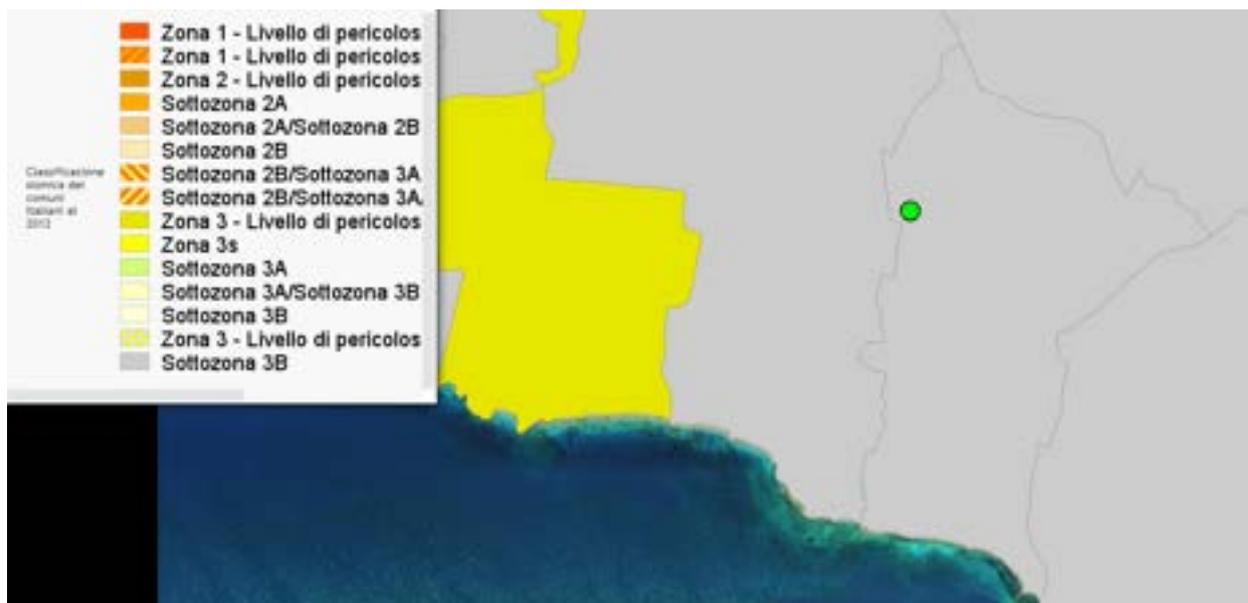


Individuazione WTG LZ01-LZ02-LZ03-LZ04-LZ05-LZ06-LZ07-LZ08-LZ09 siti nel comune di Lizzano in funzione della classificazione sismica

Comune di <b>LIZZANO</b>	Classificazione 2003 Agg. 2006	PGA (g)
	<b>Sottozona sismica 3B</b>	0.05 g < PGA < 0.10 g

E' stato dichiarato sismico con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 rilasciata il 20 marzo 2003 sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, aggiornata con la Delibera Regione Puglia n. 153 del 02.02.2004 con il **grado sismico 3B**





Individuazione WTG TO01-TO02 siti nel comune di Torricella in funzione della classificazione sismica

Comune di <b>TORRICELLA</b>	Classificazione 2003 Agg. 2004	PGA (g)
	<b>Sottozona sismica 3B</b>	0.05 g < PGA < 0.10 g

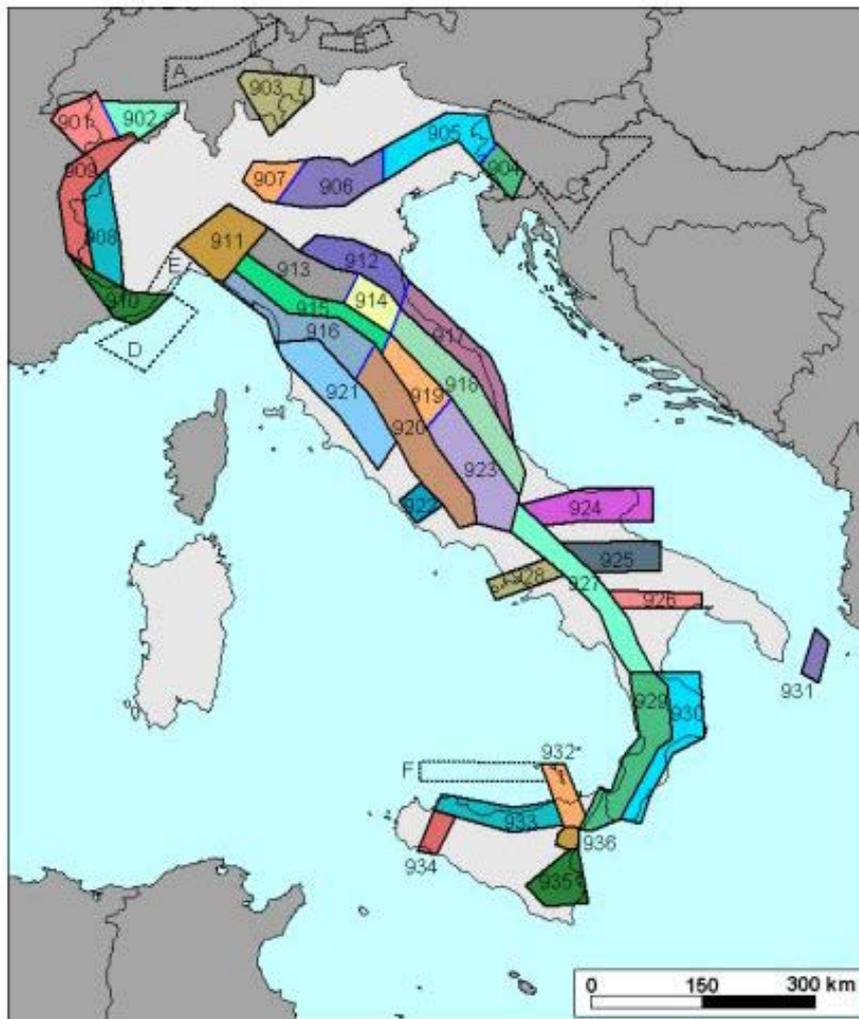
E' stato dichiarato sismico con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 rilasciata il 20 marzo 2003 sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, aggiornata con la Delibera Regione Puglia n. 153 del 02.02.2004 con il **grado sismico 3B**



## 9 ZONIZZAZIONE SISMOGENETICA

Negli ultimi anni e fino al 2002, il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (*Scandone et altri 1996*).

Gli sviluppi più recenti in materia di sismogenesi (*Galadini et alii 2000*, DISS Catalogo sorgenti sismogenetiche *Valensise e Pantosti 2001*) hanno però evidenziato alcune incoerenze con il catalogo CTPI. Per tale motivo, al fine di ottenere un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, è stata sviluppata una nuova zonazione denominata ZS9.

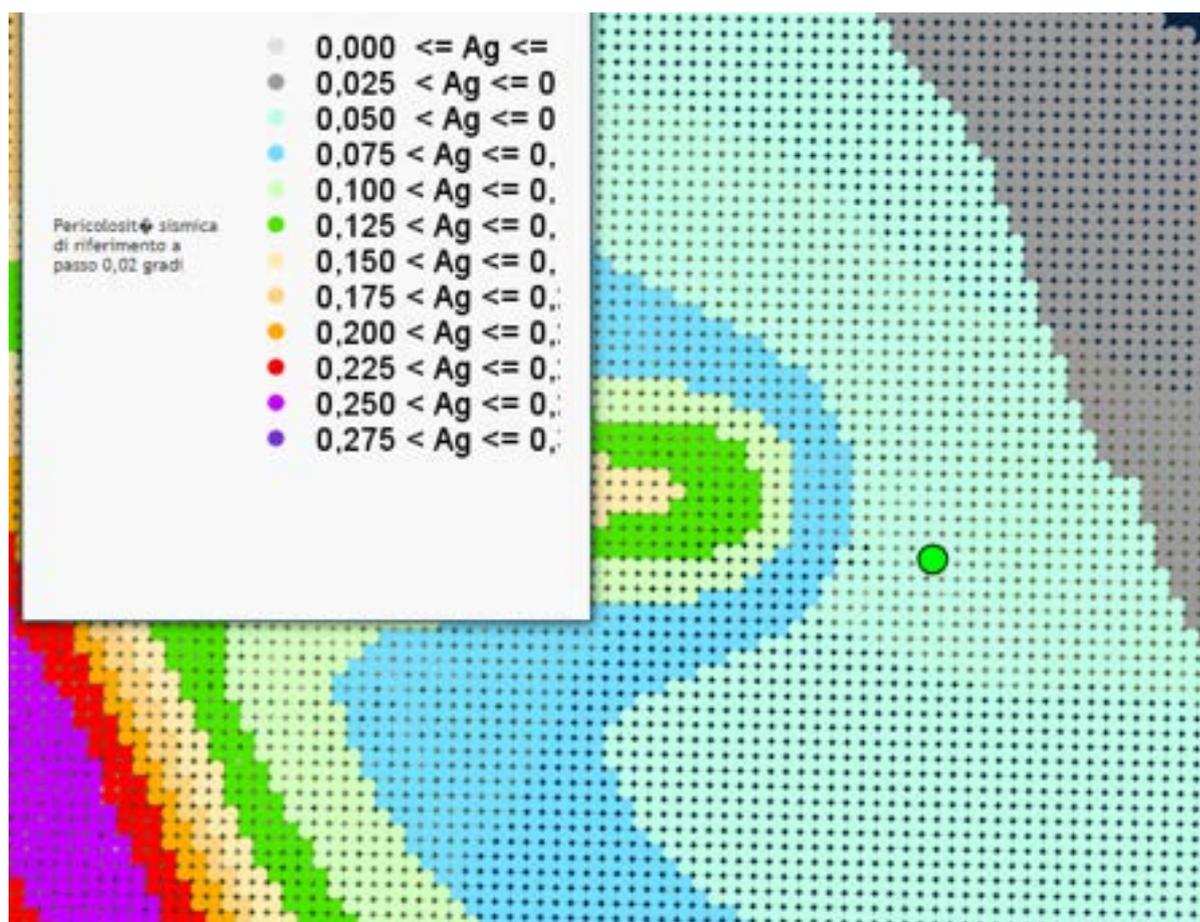


*Zonizzazione sismogenetica dell'Italia*

La ZS9 propone la suddivisione del territorio nazionale in fasce che presentano al loro interno requisiti di omogeneità in relazione alle caratteristiche geo-strutturali, cinematiche e sismiche. Una base essenziale per la zonazione del territorio è rappresentata dal modello sismotettonico dell'area italiana, e contributi rilevanti per la definizione delle singole zone sono forniti dai cataloghi sismici disponibili. In particolare ZS9 è costruita facendo riferimento al modello sismotettonico di *Meletti et al. (2000)*, rivisto ed integrato negli anni successivi alla sua formulazione. Inoltre ZS9 è definita sulla scorta delle informazioni disponibili dai cataloghi CPTI2 (catalogo parametrico dei terremoti italiani) e DISS (database delle sorgenti sismogenetiche). La ZS9 non introduce drastici

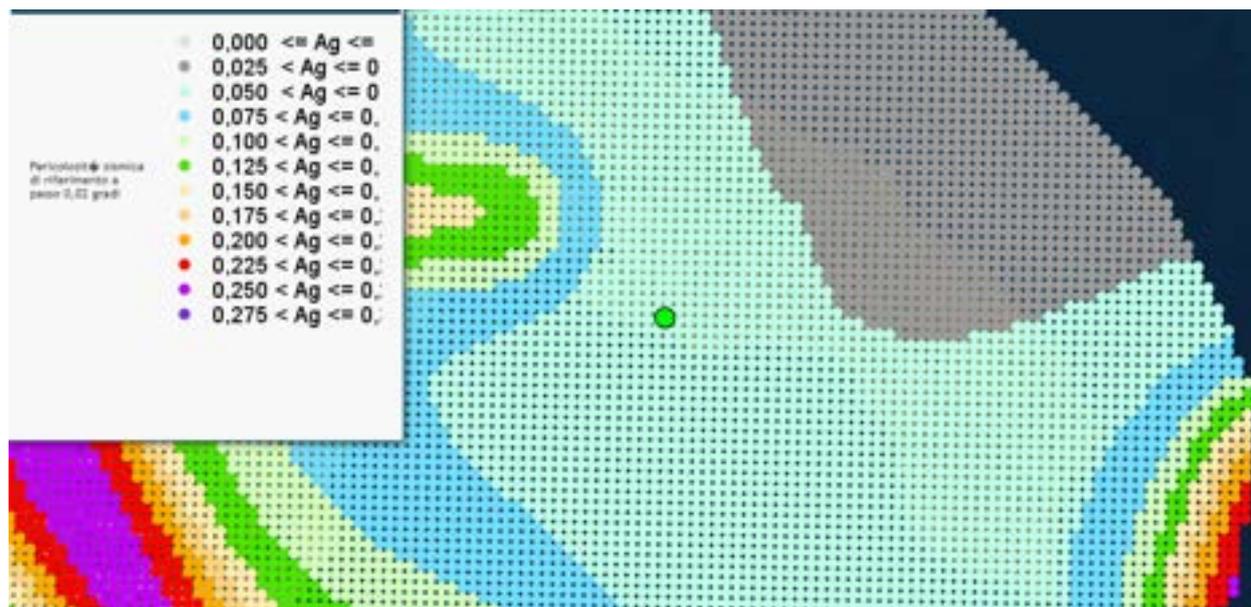


elementi di novità rispetto alle precedenti zonazioni, in modo particolare rispetto a ZS4 che rappresenta una sorta di caposaldo nell'evoluzione del processo di zonazione. L'elemento di novità è rappresentato dall'impiego di un catalogo sismico più aggiornato (CPTI2) e dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche (database DISS). Negli ultimi anni, infatti, la quantità di informazioni sulla sismogenesi del territorio italiano (sia per quanto riguarda gli aspetti geometrici delle sorgenti che per quanto attiene al loro comportamento atteso) è notevolmente aumentata rispetto a quella disponibile nel periodo in cui i ricercatori procedevano alla realizzazione di ZS4. Tali conoscenze rappresentano uno degli elementi chiave per il tracciamento delle nuove zone. Un altro elemento di novità rispetto al passato è rappresentato dall'utilizzo del database delle soluzioni dei meccanismi focali dei terremoti italiani (EMMA; *Vannucci e Gasperini*, 2003). Tale database contiene meccanismi tratti da cataloghi on-line (come il catalogo CMT dell'Università di Harvard, il catalogo dell'ETH di Zurigo e il catalogo RCMT dell'INGV) o dalla letteratura cartacea pubblicata. Tra tutti i meccanismi contenuti nel database sono stati selezionati quelli che ricadono all'interno delle zone sorgente di ZS9: si tratta di 1051 records relativi a terremoti avvenuti tra il 1905 ed il 2003, con magnitudo  $M_w$  compresa tra 1.9 e 6.6. Utilizzando tutti i dati disponibili e avendo cura di scegliere il meccanismo più affidabile nel caso di soluzioni multiple per lo stesso evento.

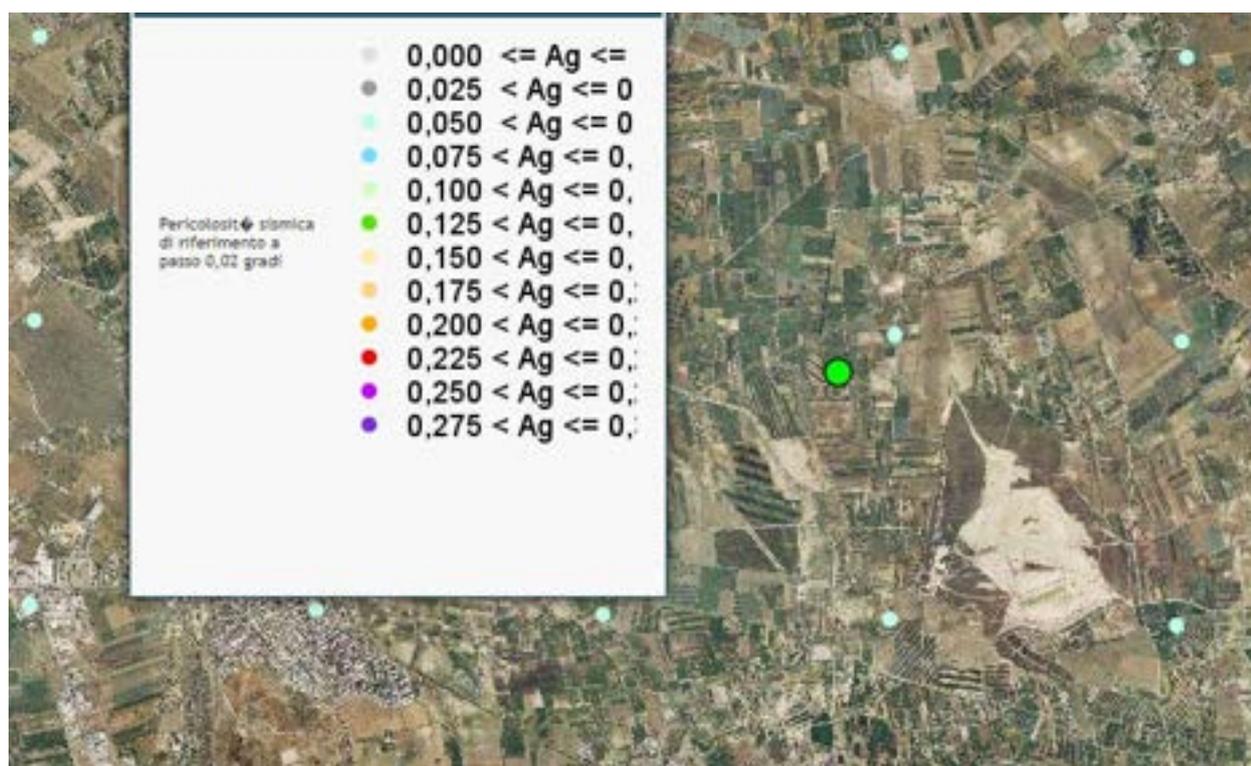


Dettaglio pericolosità sismica dell'area Sottostazione di Trasformazione Elettrica





Dettaglio pericolosità sismica area Aerogeneratori



Dettaglio pericolosità sismica area Sottostazione Elettrica





Dettaglio pericolosità sismica area Aerogeneratori

Gli Aerogeneratori e la sottostazione SSE ricadono in un'area avente tutti la massima accelerazione orizzontale del suolo compresa tra  $0.050 < g < 0.075$

### 9.1. RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'ultimo episodio importante in ordine cronologico è stato il sisma di S. Giuliano di Puglia (CB), del 30.10.2002 e con replica intensa il giorno successivo, la magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli. L'INGV ha assegnato a Foggia, per questo sisma un'intensità macrosismica pari a V°-VI° della scala Mercalli

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il "Catalogo dei terremoti italiani dal 1000 al 1980", edito nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del Centro Nazionale per le Ricerche o il "Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980, edito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma, per rendersi conto dei terremoti che hanno avuto come epicentro le zone nord-occidentali della Puglia, in particolare quello di Ascoli Satriano del 17 luglio 1361, di Barletta dell'11 maggio 1560 e della Capitanata del luglio 1627, di Foggia del 20 marzo 1731, di Mattinata del 10 agosto 1893, giusto per citare i più disastrosi con intensità superiore all'VIII°-IX° della scala Mercalli-Cancani-Sieber (MCS).

Anche il sisma del 1930, con epicentro nell'area di Scampitella (AV), al confine tra la Puglia e l'avellinese, fu risentito a Foggia con intensità sismica del VII°- VIII° Mercalli circa.

Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali

L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture similari possano subire danni notevolmente diversi. È ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità. Osservazioni ormai innumerevoli provano che



la variabilità spaziale dei danni e degli effetti prodotti da un terremoto è sempre molto elevata, e che in molti casi una causa importante è l'esistenza di condizioni locali sfavorevoli dei siti e dei terreni che possono mettere in crisi anche strutture molto resistenti e progettate per resistere a forti terremoti. E' il caso dei pendii franosi, dei depositi argillosi soffici, dei terreni liquefacibili, dove possono aversi **effetti locali** di instabilità, consistenti in veri e propri collassi e talora in movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture. Alcuni scenari tipici: movimenti franosi nei pendii, scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie, scivolamenti e rotture nel terreno, fenomeni di liquefazione nei terreni granulari fini, fenomeni di subsidenza in corrispondenza di cavità, ecc.

Ma vi sono anche altre condizioni, meno spettacolari e meno facilmente riconoscibili, che possono essere molto gravose per le sovrastanti strutture e infrastrutture. Sono quelle in cui, a causa di particolari **condizioni locali**, le caratteristiche vibratorie dei movimenti sismici possono subire modificazioni ed esaltazioni locali. Tali effetti vengono indicati nella terminologia sismica come **effetti di sito**; con il termine 'condizioni locali' si intende, invece, l'insieme dei fattori geomorfologici e geotecnici che interagendo con le onde sismiche possono modificare, rispetto allo scuotimento che si avrebbe sulla roccia sottostante (bedrock), le caratteristiche vibratorie del moto sismico in superficie. Tali fattori comprendono principalmente: la morfologia superficiale e sepolta, le caratteristiche stratigrafiche, le proprietà geotecniche dei terreni in campo statico e dinamico. Gli effetti di sito sono spesso all'origine di molti fenomeni di instabilità delle strutture, sia per l'esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, sia perché possono aversi anche fenomeni di 'doppia risonanza' fra modi di vibrare del terreno e della struttura.

Per quanto riguarda l'aspetto sismotettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Le strutture sismogenetiche dell'Appennino Dauno e più in generale dell'Appennino Campano hanno infatti fatto registrare eventi sismici i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

Barletta dell'11 maggio 1560 e della Capitanata del luglio 1627, di Foggia del 20 marzo 1731, di Mattinata del 10 agosto 1893, giusto per citare i più disastrosi con intensità superiore all'VIII°IX° della scala Mercalli Cancani - Sieber (MCS). Anche il sisma del 1930, con epicentro nell'area di Scampitella (AV), al confine tra la Puglia e l'avellinese, fu risentito a Foggia con intensità sismica del VII°VIII° Mercalli circa. Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi. E' ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità.

La differenza nel danno è imputabile, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (circa i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità



dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato la considerazione che territori anche molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi.

La "pericolosità sismica di base" deve essere verificata in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta nelle condizioni di sito di riferimento rigido, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) per diverse probabilità di superamento in diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 475 anni.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri,  $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno,  $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,  $T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il "Catalogo dei terremoti italiani.

Per quanto riguarda l'aspetto sismotettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Le strutture sismogenetiche appenniniche garganiche hanno infatti fatto registrare eventi sismici i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici. Di seguito si ricordano i più importanti.

- 10 settembre 1087 (Magnitudo 4.86 scala Richter)  
Epicentro nei Bari
- Anno 1223 (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Vico del Gargano. Danni ingenti in tutto il Gargano e la Capitanata. Distrutta Siponto che, ricostruita per volere di re Manfredi, diverrà l'attuale Manfredonia, Colpita duramente anche Vieste, la Foresta Umbra e per l'appunto Vico.
- Anno 1361 (Magnitudo 6 scala Richter)  
Epicentro tra Bovino ed Ascoli Satriano, colpita anche la città di Canosa e Sant'Agata di Puglia
- Anno 1414 (Magnitudo 5.8 scala Richter)  
Epicentro tra Bovino ed Ascoli Satriano, colpita anche la città di Canosa e Sant'Agata di Puglia
- maggio 1560 (Magnitudo 5.6 scala Richter)  
Epicentro prossimo alla costa, a nord-ovest di Bisceglie dove si verificano numerosi crolli come a Barletta. Circa 300 vittime segnalate
- 26 ottobre 1626 (Magnitudo 5.22 scala Richter)  
Epicentro Salento
- 31 maggio 1627 (Magnitudo 7.1 scala Richter)  
Forte terremoto (XI scala Mercalli) tra Puglia e Campania. Rase al suolo le cittadine di San Severo, Torremaggiore e diversi centri limitrofi del Foggiano. La scossa provocò un maremoto sulle coste del Gargano, soprattutto presso il Lago di Lesina. Persero la vita oltre 4500 persone.
- 30 Luglio 1646 (Magnitudo 6.6 scala Richter)



Epicentro a sud di Vico. La più colpita è Vieste dove si registrano 132 vittime. Danni a anche a Peschici, Ischitella, Rodi, Vico, Carpino, San Giovanni Rotondo, Monte S. Angelo. Lesioni anche a Foggia. Tsumani nel lago di Varano.

- 29 gennaio 1657 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Sisma tra i più dimenticati della storia, recentemente rivalutato grazie a ricerche annalistiche. Scossa principale notturna. Distrutta Lesina, gravi danni per tutto il Gargano in particolare a Vico, S. Severo, Torremaggiore, Apricena e Monte S. Angelo. Ignoto il numero delle vittime
- 21 settembre 1689 (Magnitudo 4.8 scala Richter)  
Epicentro costa pugliese centrale
- 20 marzo 1731 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Epicentro a sud-ovest di Canosa. Gravi danni a Cerignola, dove crolla parzialmente il castello, a Foggia e nella sua intera provincia. Crolli anche a Barletta , Molfetta, Ascoli Satriano e Canosa. Circa 2500 vittime. Leggero Tsumani a Manfredonia e Barletta..
- 20 febbraio 1743 (Magnitudo 7.0 scala Richter)  
Epicentro nel canale d'Otranto. Scossa serale, poco prima della mezzanotte. Semidistrutti Nardò (dove muoiono 100 persone) e Francavilla Fontana. Danni rilevanti a Lecce ed in tutto il Salento. A Brindisi crollano diversi edifici e la cattedrale rimane seriamente lesionata. Effetti anche sull'altra sponda dello Jonio, crolli pure a Corfù, circa 250 vittime.
- 4 agosto 1851 (Magnitudo 6.3 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Barile. Colpita l'area circostante il massiccio del Vulture e la val d'Agri. Distrutta Melfi dove ci sono stati almeno 400 morti. Altri paesi semidistrutti : Rapolla, Barile, Atella, Lavello, Venosa, Rionero. Avvertito nelle regioni confinanti Campania e Puglia. Numero di vittime certamente superiore a 700, forse un migliaio. Il sisma ebbe vasta risonanza, anche per la visita del Re Ferdinando II a Melfi e nei luoghi colpiti.
- 6 dicembre 1875 (Magnitudo 6.0 scala Richter)  
Sisma notturno . Epicentro tra S. Marco in Lamis e S. Giovanni Rotondo che risulta il paese più colpito con crollo di 300 case ed abitanti costretti a rifugiarsi in tende e baracche. Avvertito in tutto il Gargano e il Tavoliere.
- agosto 1893 (Magnitudo 5.4 scala Richter)  
Il terremoto del Gargano del 1893 è stato un evento sismico che colpì la costa meridionale del Gargano con epicentro localizzato all'altezza del porto di Mattinata, all'epoca semplice frazione rurale di Monte Sant'Angelo. La scossa principale si verificò nella serata del 10 agosto, dopo una giornata caratterizzata da un continuo susseguirsi di altre scosse relativamente meno intense, all'interno di una sequenza sismica che perdurava fin dal 27 giugno ed esauritasi solo nel gennaio dell'anno successivo, dopo che a novembre si era registrata una tregua poi rivelatasi momentanea. Durante l'intera sequenza vennero registrate non meno di 400 scosse.
- 23 Novembre 1980 (Magnitudo 6.9 scala Richter)  
Il più terribile terremoto in Italia, dopo la Seconda Guerra Mondiale, con epicentro in Irpinia, furono devastate diverse zone tra la Campania e la Basilicata e Puglia, con danni ingentissimi, soprattutto nell'area del Vulture. Vennero distrutti numerosi paesi. A Napoli, nel quartiere di Poggioreale, crollò un palazzo di diversi piani,



provocando 52 morti. Danni ingenti nelle province di Avellino, Salerno, Benevento, Matera e Potenza e Foggia. In totale vi furono circa 8000 feriti, 2914 morti, oltre 250 mila senzatetto.

- 23 settembre 2001 (Magnitudo 4.96 scala Richter)  
Epicentro Golfo di Taranto
- 31 ottobre 2002 (Magnitudo 5.7 scala Richter)  
Epicentro nei pressi di Bonefro (CB). Danni principali a S. Giuliano di Puglia dove nel crollo di una scuola morirono 27 bambini ed una maestra. Lesione anche in provincia di Foggia. 30 le vittime totali, 5000 senzatetto.

Dopo questa lunga carrellata di date di terremoti, solo per citare i più nefasti, possiamo asserire con certezza che nessuna zona dell'Italia viene risparmiata. Tutto ciò al solo scopo per non dimenticare che viviamo in un territorio altamente sismico, e, dal punto di vista geologico, molto fragile. Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è **la prevenzione**, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture similari possano subire danni notevolmente diversi. E' ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità.



## 10 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

L'ordinanza sismica n. 3274 del 20.03.2003 ha introdotto, tra l'altro, la necessità di considerare, per le costruzioni sui pendii o in loro prossimità, un coefficiente di amplificazione topografica  $St$ .

Tale coefficiente è direttamente proporzionale alla pendenza del versante,

$St = 1$  (assenza di amplificazione) per acclività minori di  $15^\circ$  (pendenze inferiori al 26.8%).

$St = 1,2$  per acclività comprese tra  $15^\circ$  e  $30^\circ$  (pendenze superiori al 26.8% ed inferiori al 57%)

$St = 1,4$  per acclività maggiori di  $30^\circ$ .

### 10.1. CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Sono state contraddistinte quattro categorie Topografiche così come segue:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

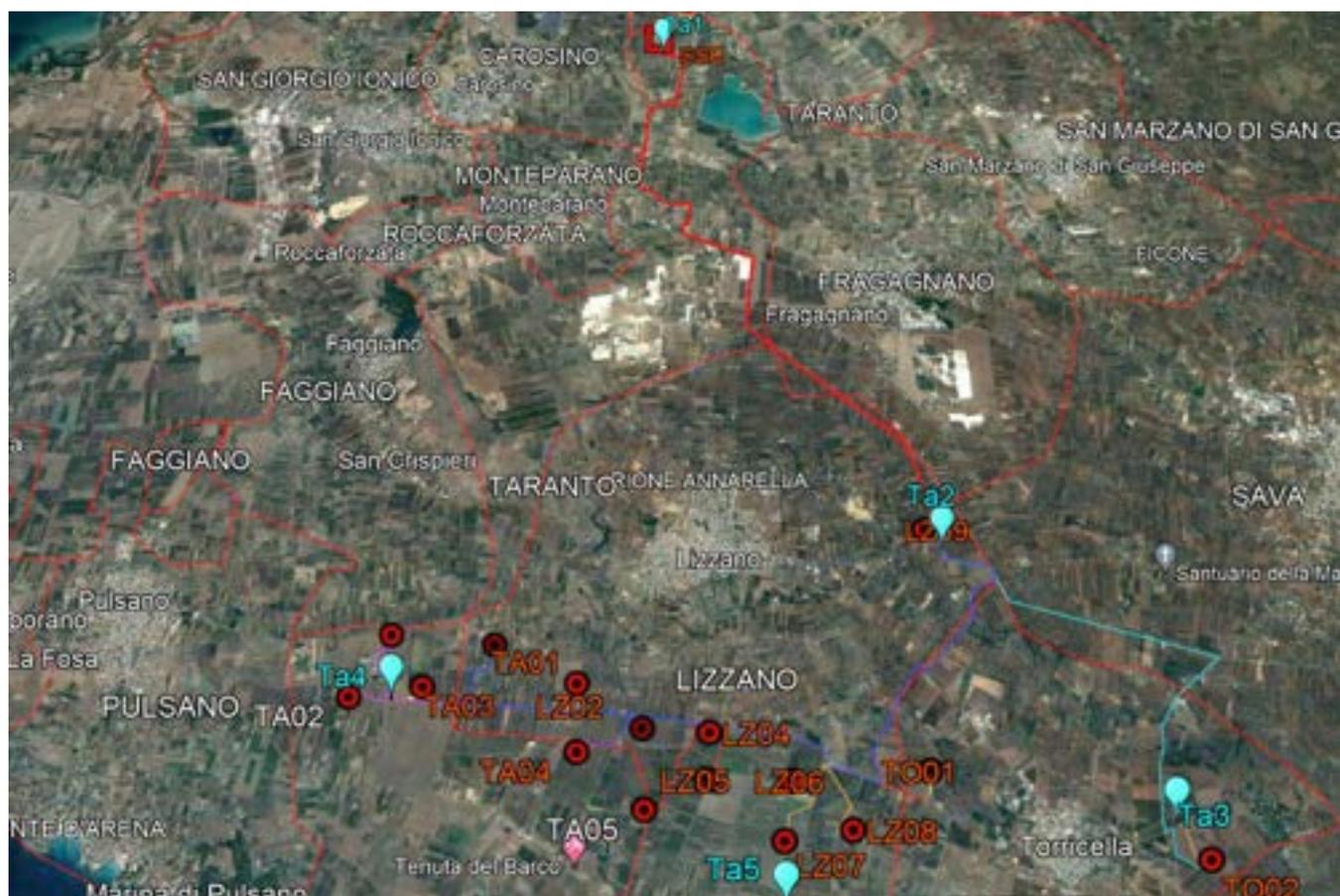
Nel nostro caso specifico, essendo l'acclività  $< 15^\circ$ , il coefficiente di amplificazione sismica topografica  $St$  risulta pari a 1.0 e categoria topografica T1 per tutti gli Aerogeneratori e la Sottostazione di Trasformazione Elettrica (SSE)



## 11 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi con $Vs_{30} > 800$ m/s
B	Ghiaie e sabbie molto addensate o argille molto consistenti con $360 < Vs_{30} < 800$ m/s
C	Ghiaie e sabbie mediamente addensate o argille mediamente consistenti con $180 < Vs_{30} < 360$ m/s
D	Terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con $Vs_{30} < 180$ m/s
E	Terreni con sottosuoli di tipo <b>C</b> o <b>D</b> per spessori non superiori a 20 metri, posti su substrato con $Vs > 800$ m/s
S1	Terreni caratterizzati da valori di $Vs_{30} < 100$ m/s
S2	Terreni suscettibili di liquefazione o di argille sensitive

Per caratterizzare la **Categoria dei suoli di Fondazione** sono state eseguite N. 3 MASW.



Ubicazione MASW

Nel seguito verranno esplicitate i risultati ottenuti.



MASW1

## PRSE 761 - MASW - TA01

PRSE 761 - TA01

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	2.5	174.88	350.31	17.85	0.33	2.00	56	149
2	2.5	3.5	184.62	369.92	17.93	0.33	2.00	62	166
3	6.0	4.5	381.68	752.94	18.26	0.33	1.97	271	720
4	10.5	5.5	363.38	730.13	18.57	0.34	2.01	250	668
5	16.0	6.5	529.26	1047.58	18.86	0.33	1.98	539	1432
6	22.5	7.5	702.45	1399.53	18.91	0.33	1.99	951	2534
7	30.0 -		702.45	1399.53	18.91	0.33	1.99	951	2534
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m  
**Vs,eq :** 360.8 (m/s)  
**Categoria suolo :** 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 e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



MASW2

**PRSE 761 - MASW - TA02**

PRSE 761 - TA01

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	3.8	10.0	1394.37	2769.37	21.28	0.33	1.99	4219	11225
2	10.0	8.8	1322.69	2649.68	21.28	0.33	2.00	3797	10129
3	18.8	11.2	1256.73	2513.60	21.28	0.33	2.00	3427	9140
4	30.0 -		1400.12	2783.06	21.28	0.33	1.99	4254	11321
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H = 30 m**  
**Vs,eq : 1319.3 (m/s)**  
**Categoria suolo : 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.



MASW 3

**PRSE 761 - MASW - TA03**

PRSE 761 - TA03

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	800.79	1636.34	20.58	0.34	2.04	1346	3614
2	5.0	10.0	929.32	1853.23	20.73	0.33	1.99	1826	4864
3	15.0	15.0	1316.91	2621.53	20.96	0.33	1.99	3706	9868
4	30.0 -		1323.39	2623.87	20.96	0.33	1.98	3743	9951
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H = 30 m**

**Vs,eq : 1056.5 (m/s)**

**Categoria suolo : 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.



**MASW 4**

**PRSE 761 - MASW - TA04**

PRSE 761 - TA04

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	2.1	323.84	1649.46	18.35	0.48	5.09	196	581
2	2.1	2.9	348.45	1676.78	18.44	0.48	4.81	228	675
3	5.0	3.6	287.87	1609.54	18.23	0.48	5.59	154	457
4	8.6	4.3	258.20	1576.60	18.12	0.49	6.11	123	366
5	12.9	5.0	355.34	1684.43	18.46	0.48	4.74	238	702
6	17.9	5.7	423.68	1760.28	18.70	0.47	4.15	342	1006
7	23.6	6.4	482.35	1825.41	18.90	0.46	3.78	448	1311
8	30.0 -		482.35	1825.41	18.90	0.46	3.78	448	1311
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m

**Vs,eq :** 354.2 (m/s)

**Categoria suolo :** 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



**MASW 5**

**PRSE 761 - MASW - TA05**

PRSE 761 - TA05

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	343.46	1671.24	18.42	0.48	4.87	222	655
2	5.0	10.0	296.52	1619.13	18.26	0.48	5.46	164	485
3	15.0	15.0	407.82	1742.68	18.64	0.47	4.27	316	930
4	30.0	-	411.79	1747.09	18.66	0.47	4.24	323	949
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m  
**Vs,eq :** 352.7 (m/s)  
**Categoria suolo :** 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

Per tutti gli aerogeneratori ivi compresa la Sottostazione di Trasformazione Elettrica (**SSE**) l'area in studio è classificata come **Categoria "A" Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s con Vs30 compreso tra 1248 m/s e 1535 m/s.**



## 12 CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL SUBSTRATO FONDAZIONALE

Sono ben note le ottime caratteristiche fisico-meccaniche delle rocce carbonatiche, siano esse costituite da calcare o da calcare dolomitico. La roccia integra è, infatti, un materiale lapideo con elevata compattezza e resistenza media (secondo la classifica di Deere e Miller). Prove geotecniche di laboratorio effettuate su campioni di roccia integra su affioramento del Calcare di Bari e dei Tufi delle Murge, hanno fornito i seguenti valori dei principali parametri geotecnici, relativi rispettivamente a campioni di roccia compatta e di roccia porosa:

	Calcare compatto	Calcare poroso	Calcareniti
peso-volume totale	2,6-2,7 t/m <sup>3</sup>	2,4-2,6 t/m <sup>3</sup>	1,7-1,9 t/m <sup>3</sup>
Porosità	= 26-27 kN/m <sup>3</sup> 2-4 %	= 24-26 kN/m <sup>3</sup> 6-8 %	= 17-19 kN/m <sup>3</sup> 20-30%
resistenza a compressione	500-600 Kg/cm <sup>2</sup> + = 50-60 MPa	300-400 Kg/cm <sup>2</sup> = 50-60 MPa	30-100 Kg/cm <sup>2</sup> = 3-10 MPa

Non altrettanto può dirsi della “qualità” dell’ammasso roccioso calcareo che risulta notoriamente affetto da una serie di imperfezioni, singenetiche e non, e di alterazioni che riducono, talora grandemente, le caratteristiche geomeccaniche dell’ammasso stesso: le più importanti da questo punto di vista sono i giunti di stratificazione, il grado di apertura e di alterazione delle pareti dei giunti stessi, il grado di fessurazione e/o di carsificazione, la presenza o meno di materiale coerente (terra rossa, argilla) o incoerente (sabbia, ecc.) all’interno dei giunti e delle fessure. Con riferimento alla nota espressione di Manev che correla la resistenza dell’ammasso alla resistenza della roccia intatta e al grado di fatturazione dell’ammasso, ipotizzando un numero di giunti per metro pari a 10, la resistenza dell’ammasso è pari a circa un decimo di quella della roccia intatta:

$$C_m = 0,10 C_o = 40-50 \text{ Kg/cm}^2 = 4-5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ 4-5 MPa.}$$

Valori non dissimili sono riscontrabili per le calcareniti, che pur presentando una minore resistenza meccanica del Calcare, sono però dei materiali massicci, quasi privi di discontinuità.

Per quanto riguarda le caratteristiche elastiche dell’ammasso calcareo è possibile dedurle dai risultati delle prospezioni sismiche, in relazione ai valori misurati della velocità delle onde sismiche.

Come è noto il modulo di taglio dinamico di un terreno o roccia si può assumere pari a:

$$G' \approx \rho V_s^2$$

essendo  $\rho$  la densità del terreno/roccia e  $V_s$  la velocità delle onde sismiche.

Il modulo elastico dinamico è poi correlato al modulo di taglio e al modulo di Poisson

$\nu$  (nel caso in esame assunto pari a 0,25):

$$E' \approx 2 (1 + \nu) G'.$$

Infine il modulo elastico statico è generalmente assunto pari a 1/10 del modulo dinamico:

$$E \approx 0,10 E'.$$

Con riferimento ai valori misurati in altre zone di affioramento del Calcare di Bari nei primi metri a partire dal piano campagna, assunto:



$$V_s = 1000-1200 \text{ m/s}$$

$$\rho = \gamma / g = 2200 / 9,81 = 220 \text{ kg s}^2 / \text{m}^4$$

segue:

$$G' \approx 220.000.000-316.800.000 \text{ kg/m}^2 = 22.000-31.680 \text{ kg/cm}^2 = 2.200-3.168 \text{ MPa. } E' \approx 2,50 G' = 55.000-79.200$$
$$\text{kg/cm}^2 = 5.500-7.920 \text{ MPa.}$$

$$E \approx 0,10 E' = 5.500-7.920 \text{ kg/cm}^2 = 550-792 \text{ MPa.}$$

Per quanto riguarda, infine, il modulo di reazione del terreno, con Vesic si può utilizzare la relazione:

$$k \approx E / B (1 - \nu^2).$$

A riguardo dei valori su esposti, è importante osservare che, trattandosi di valori calcolati e non misurati, essi risentono delle approssimazioni insite nelle formule teoriche, comprese nel caso in esame fra il 10% e il 20%.

**Si illustrano di seguito i modelli geologico-geotecnici**



**Modello geologico-geotecnico Aerogeneratori TA01,TA02, TA03, Ta04 e TA05 siti nel comune di Taranto, LZ01, LZ02, LZ01, LZ02, LZ01, LZ02, LZ01, LZ02, LZ01 nel comune di Lizzano, TO01 nel comune di Torricella**

**Comuni di LIZZANO, TARANTO e TORRICELLA**  
**PARCO EOLICO della Società Santa CHIARA S.r.l.**  
**MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO TA01, TA02, TA03, TA04, TA05, LZ01, LZ02, LZ03, LZ04, LZ05, LZ06, LZ07, LZ8 e TO01**

<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 1% verso Sud, non vi sono segni manifesti di impaludamenti
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	Unità tettonica della Fossa Bradanica - Argille Subappennine (ASP), Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, i caratteri di facies sono indicativi di ambienti di piattaforma con spessore variabile tra i 50 e 150 metri che si appoggiano sui sottostanti Calcari di Alamura, le argille subappennine sono ricoperte da sedimenti appartenenti alle calcareniti di Gravina (4-5 metri di spessore)
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b>	ZONA 3 (Sismicità 0.05<PGA<0.15 g) per il comune di Taranto ZONA 3B (Sismicità 0.05<PGA<0.10 g) per il comune di Lizzano e Torricella <b>PERICOLOSITA' DEL SITO = 0.05 &lt; g &lt; 0.10</b>
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	CATEGORIA "C" Depositi di sabbie e ghiaia mediamente addensate o di argille mediamente consistenti <b>Vs30 uguale compreso tra 352.7 m/s e 354,2 m/s</b>
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	T1

p. 1/1

**CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE**

**1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO**

<b>LITOLOGIA da 1,00 a 4.50 metri</b>  Calcarenite di Castiglione o tufo delle murge Il contatto è rappresentato da una superficie di abrasione marina, frequentemente marcata da una discordanza angolare.	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	<b>Y</b> =	19-20	KN/m <sup>3</sup>
		Peso dell'unità di volume Saturo	<b>Y<sub>sat</sub></b> =	19.4-20.4	KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	<b>φ'</b> =	30.00	°
		Coesione drenata	<b>c'</b> =	5.00	KPa
		Resistenza alla compressione	<b>R<sub>c</sub></b> =	2-3	MPa
		E dinamico	<b>E<sub>dn</sub></b> =	11 063.00	MPa
		Velocità onde S	<b>V</b> =	252	m/s
		Coefficiente di Poisson	<b>ν</b> =	0.48	-
		Coefficiente di Winkler	<b>K</b> =	48 554	KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	<b>K<sub>τ</sub></b> =	39 987	KN/m <sup>3</sup>
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	<b>K<sub>d</sub></b> =	41 125	KN/m <sup>3</sup>		

**2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO**

<b>LITOLOGIA da 4.50 a 10.00 metri</b>  Argille siltose grigiastre con venature azzurrastre	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	<b>Y</b> =	19.50	KN/m <sup>3</sup>
		Peso dell'unità di volume Saturo	<b>Y<sub>sat</sub></b> =	20.20	KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	<b>φ'</b> =	24.00	°
		Coesione drenata	<b>c'</b> =	15.00	KPa
		Coesione non drenata	<b>C<sub>u</sub></b> =	150.00	KPa
		Modulo Edometrico	<b>E<sub>ed</sub></b> =	8.00	MPa
		Velocità onde S	<b>V</b> =	250	m/s
		Coefficiente di Poisson	<b>ν</b> =	0.49	-
		Coefficiente di Winkler	<b>K</b> =	30 124	KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	<b>K<sub>τ</sub></b> =	28 452	KN/m <sup>3</sup>
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	<b>K<sub>d</sub></b> =	26 326	KN/m <sup>3</sup>		

**3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO**

<b>LITOLOGIA da 10 a 35.00 metri</b>  Argille grigio-azzurre scure	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	<b>Y</b> =	21.20	KN/m <sup>3</sup>
		Peso dell'unità di volume Saturo	<b>Y<sub>sat</sub></b> =	21.65	KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	<b>φ'</b> =	26.00	°
		Coesione drenata	<b>c'</b> =	25.00	KPa
		Coesione non drenata	<b>C<sub>u</sub></b> =	250.00	KPa
		Modulo Edometrico	<b>E<sub>ed</sub></b> =	11.00	MPa
		Velocità onde S	<b>V</b> =	482	m/s
		Coefficiente di Poisson	<b>ν</b> =	0.46	-
		Coefficiente di Winkler	<b>K</b> =	61 300	KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	<b>K<sub>τ</sub></b> =	37 200	KN/m <sup>3</sup>
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	<b>K<sub>d</sub></b> =	43 024	KN/m <sup>3</sup>		

**TIPO di fondazioni consigliate**  
 Pali diametro 1200 mm, lunghezza 20 metri - numero di pali e loro disposizione e per ogni altra ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista



**Modello geologico-geotecnico Aerogeneratori LZ9 nel comune di Lizzano e TO02 ne comune di Torricella**

<b>Comuni di LIZZANO e TORRICELLA</b> <b>PARCO EOLICO della Società Santa Chiara S.r.l.</b> <b>MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO AEROGENERATORI</b> <b>LZ9 e TO02</b>																							
<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area stabile con pendenza media del 1% verso Sud- Sudovest, non vi sono segni manifesti di ristagni d'acqua e impaludamenti.																						
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	Unità della piattaforma carbonatica apula (Murge Tarantine) CALCARI di Altamura: una successione di calcari compatti grigi e biancastri con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatte, nella zona in studio rappresenta il substrato su cui poggiano tutte le altre																						
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b>	ZONA 3 (Sismicità 0.05<PGA< 0.10 g) PERICOLOSITA' DEL SITO = 0,050 <g< 0,075g																						
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	CATEGORIA "A " Ammassi rocciosi affioranti, terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio molto alte superiori a 800 m/s VS30 <b>compreso tra 1056.5 m/s e 1319.3 m/s</b>																						
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	T1																						
p. 1/1																							
<b>CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE</b>																							
<b>1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO</b>																							
<b>LITOLOGIA da 0,90 a 30,00 metri</b>  Il Calcere di Altamura è costituito da calcari calcari compatti grigi e biancastri con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatte	<table border="1"> <tr> <td rowspan="6" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>CARATTERISTICHE GEO</b></td> <td>Peso dell'unità di volume</td> <td>Y = 23.00</td> <td>KN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Peso dell'unità di volume Saturo</td> <td>Y<sub>sat</sub> = 23.10</td> <td>KN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Resistenza alla compressione dei calcari trattati</td> <td>R<sub>c</sub> = 8-10</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>E dinamico</td> <td>E<sub>dm</sub> = 18 000.00</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Velocità onde S</td> <td>V = 1 322</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Poisson</td> <td>ν = 0.33</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Modulo di taglio</td> <td>G = 3 797</td> <td>Mpa</td> </tr> </table>	<b>CARATTERISTICHE GEO</b>	Peso dell'unità di volume	Y = 23.00	KN/m <sup>3</sup>	Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub> = 23.10	KN/m <sup>3</sup>	Resistenza alla compressione dei calcari trattati	R <sub>c</sub> = 8-10	MPa	E dinamico	E <sub>dm</sub> = 18 000.00	MPa	Velocità onde S	V = 1 322	m/s	Coefficiente di Poisson	ν = 0.33	-	Modulo di taglio	G = 3 797	Mpa
<b>CARATTERISTICHE GEO</b>	Peso dell'unità di volume		Y = 23.00	KN/m <sup>3</sup>																			
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y <sub>sat</sub> = 23.10	KN/m <sup>3</sup>																			
	Resistenza alla compressione dei calcari trattati		R <sub>c</sub> = 8-10	MPa																			
	E dinamico		E <sub>dm</sub> = 18 000.00	MPa																			
	Velocità onde S		V = 1 322	m/s																			
	Coefficiente di Poisson	ν = 0.33	-																				
Modulo di taglio	G = 3 797	Mpa																					
<b>TIPO di fondazioni consigliate</b>	<b>Pali diametro 1000 mm, lunghezza 15 metri - numero di pali e loro disposizione e per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista</b>																						



## Modello geologico-geotecnico SSE

<b>Comune di TARANTO</b>																																																									
<b>PARCO EOLICO della Società Santa CHIARA S.r.l.</b>																																																									
<b>MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO SSE</b>																																																									
<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 1% verso Sud, non vi sono segni manifesti di impaludamenti																																																								
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	Unità tettonica della Fossa Bradanica - Argille Subappennine (ASP), Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, i caratteri di facies sono indicativi di ambienti di piattaforma con spessore variabile tra i 50 e 150 metri che si appoggiano sui sottostanti Calcari di Atamura, <b>ZONA 3</b> (Dismicità $0,05 < PGA < 0,15 g$ ) per il comune di Taranto <b>PERICOLOSITA' DEL SITO</b> = $0,05 < q < 0,75$ <b>CATEGORIA "B"</b> Depositi di sabbie e ghiaie addensate o di argille molto consistenti <b>Vs30 uguale = 360.8 m/s</b>																																																								
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>																																																									
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	T1																																																								
p. 4/4																																																									
CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE																																																									
1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO																																																									
<b>LITOLOGIA da 1,00 a 5,00 metri</b> Sabbie argille sabbiose giallastre	<table border="1"> <tr><td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b></td><td>Peso dell'unità di volume</td><td>Y</td><td>=</td><td>19-20</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Peso dell'unità di volume Saturo</td><td>Y<sub>sat</sub></td><td>=</td><td>19.4-20.4</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Angolo di attrito</td><td>φ'</td><td>=</td><td>28.00</td><td>°</td></tr> <tr><td>Coesione drenata</td><td>c'</td><td>=</td><td>5.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Velocità onde S</td><td>V</td><td>=</td><td>184</td><td>m/s</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Poisson</td><td>ν</td><td>=</td><td>0.33</td><td>-</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Winkler</td><td>K</td><td>=</td><td>21 158</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente tangenziale</td><td>K<sub>τ</sub></td><td>=</td><td>18 446</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente di rigidità verticale dinamico</td><td>K<sub>d</sub></td><td>=</td><td>20 554</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> </table>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y	=	19-20	KN/m <sup>3</sup>	Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub>	=	19.4-20.4	KN/m <sup>3</sup>	Angolo di attrito	φ'	=	28.00	°	Coesione drenata	c'	=	5.00	KPa	Velocità onde S	V	=	184	m/s	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	21 158	KN/m <sup>3</sup>	Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	18 446	KN/m <sup>3</sup>	Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	20 554	KN/m <sup>3</sup>										
<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume		Y	=	19-20	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y <sub>sat</sub>	=	19.4-20.4	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Angolo di attrito		φ'	=	28.00	°																																																			
	Coesione drenata		c'	=	5.00	KPa																																																			
	Velocità onde S		V	=	184	m/s																																																			
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																			
	Coefficiente di Winkler		K	=	21 158	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Coefficiente tangenziale		K <sub>τ</sub>	=	18 446	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Coefficiente di rigidità verticale dinamico		K <sub>d</sub>	=	20 554	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO																																																								
<b>LITOLOGIA da 5,00 a 16,00 metri</b> Argille siltose grigiastre con venature azzurrastre	<table border="1"> <tr><td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b></td><td>Peso dell'unità di volume</td><td>Y</td><td>=</td><td>19.50</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Peso dell'unità di volume Saturo</td><td>Y<sub>sat</sub></td><td>=</td><td>20.20</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Angolo di attrito</td><td>φ'</td><td>=</td><td>24.00</td><td>°</td></tr> <tr><td>Coesione drenata</td><td>c'</td><td>=</td><td>15.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Coesione non drenata</td><td>C<sub>u</sub></td><td>=</td><td>150.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Modulo Edometrico</td><td>E<sub>ed</sub></td><td>=</td><td>8.00</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Velocità onde S</td><td>V</td><td>=</td><td>529</td><td>m/s</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Poisson</td><td>ν</td><td>=</td><td>0.33</td><td>-</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Winkler</td><td>K</td><td>=</td><td>30 124</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente tangenziale</td><td>K<sub>τ</sub></td><td>=</td><td>28 452</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente di rigidità verticale dinamico</td><td>K<sub>d</sub></td><td>=</td><td>26 326</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> </table>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y	=	19.50	KN/m <sup>3</sup>	Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub>	=	20.20	KN/m <sup>3</sup>	Angolo di attrito	φ'	=	24.00	°	Coesione drenata	c'	=	15.00	KPa	Coesione non drenata	C <sub>u</sub>	=	150.00	KPa	Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub>	=	8.00	MPa	Velocità onde S	V	=	529	m/s	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	30 124	KN/m <sup>3</sup>	Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	28 452	KN/m <sup>3</sup>	Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	26 326	KN/m <sup>3</sup>
<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume		Y	=	19.50	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y <sub>sat</sub>	=	20.20	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Angolo di attrito		φ'	=	24.00	°																																																			
	Coesione drenata		c'	=	15.00	KPa																																																			
	Coesione non drenata		C <sub>u</sub>	=	150.00	KPa																																																			
	Modulo Edometrico		E <sub>ed</sub>	=	8.00	MPa																																																			
	Velocità onde S		V	=	529	m/s																																																			
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																			
	Coefficiente di Winkler		K	=	30 124	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	28 452	KN/m <sup>3</sup>																																																				
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	26 326	KN/m <sup>3</sup>																																																					
3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO																																																									
<b>LITOLOGIA da 16 a 35,00 metri</b> Argille grigio-azzurre scure	<table border="1"> <tr><td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b></td><td>Peso dell'unità di volume</td><td>Y</td><td>=</td><td>21.20</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Peso dell'unità di volume Saturo</td><td>Y<sub>sat</sub></td><td>=</td><td>21.65</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Angolo di attrito</td><td>φ'</td><td>=</td><td>26.00</td><td>°</td></tr> <tr><td>WTG</td><td>c'</td><td>=</td><td>25.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Coesione non drenata</td><td>C<sub>u</sub></td><td>=</td><td>250.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Modulo Edometrico</td><td>E<sub>ed</sub></td><td>=</td><td>11.00</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Velocità onde S</td><td>V</td><td>=</td><td>702</td><td>m/s</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Poisson</td><td>ν</td><td>=</td><td>0.33</td><td>-</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Winkler</td><td>K</td><td>=</td><td>70 125</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente tangenziale</td><td>K<sub>τ</sub></td><td>=</td><td>55 542</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente di rigidità verticale dinamico</td><td>K<sub>d</sub></td><td>=</td><td>61 225</td><td>KN/m<sup>3</sup></td></tr> </table>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y	=	21.20	KN/m <sup>3</sup>	Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub>	=	21.65	KN/m <sup>3</sup>	Angolo di attrito	φ'	=	26.00	°	WTG	c'	=	25.00	KPa	Coesione non drenata	C <sub>u</sub>	=	250.00	KPa	Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub>	=	11.00	MPa	Velocità onde S	V	=	702	m/s	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	70 125	KN/m <sup>3</sup>	Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	55 542	KN/m <sup>3</sup>	Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	61 225	KN/m <sup>3</sup>
<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume		Y	=	21.20	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y <sub>sat</sub>	=	21.65	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Angolo di attrito		φ'	=	26.00	°																																																			
	WTG		c'	=	25.00	KPa																																																			
	Coesione non drenata		C <sub>u</sub>	=	250.00	KPa																																																			
	Modulo Edometrico		E <sub>ed</sub>	=	11.00	MPa																																																			
	Velocità onde S		V	=	702	m/s																																																			
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																			
	Coefficiente di Winkler		K	=	70 125	KN/m <sup>3</sup>																																																			
	Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	55 542	KN/m <sup>3</sup>																																																				
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	61 225	KN/m <sup>3</sup>																																																					
<b>TIPO di fondazioni consigliate</b>	<b>fondazione diretta a - 1.50 metri p.c.</b> per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista																																																								



### 13 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROLOGICO GENERALE

L'Arco Ionico Tarantino presenta una configurazione morfologica ad anfiteatro e a gradinata, definita da una successione di ripiani e di scarpate (terrazzamenti marini) che si articolano a partire da circa 400 metri s.l.m. fino all'attuale linea di costa. Detti terrazzi marini sono il risultato dell'interazione tra il sollevamento tettonico della piattaforma apula e le variazioni glacio-eustatiche del livello del mare avvenute durante il Pleistocene. Estendendosi per lo più con uno sviluppo longitudinale parallelo alla costa, essi sono caratterizzati da superfici di abrasione, con margini interni corrispondenti a linee di riva riferibili a stazionamenti di livelli marini posti a quote maggiori rispetto a quelle attuali.

Le ripetute oscillazioni del livello di base, prodotte dalle fluttuazioni eustatiche pleistoceniche, hanno lasciato tracce evidenti sia nell'idrografia di superficie (terrazzamenti marini e fluviali, valli epigenetiche, sovraincisioni sia nel sottosuolo (morfologie fossili di falde superficiali e profonde), condizionando così la circolazione idrica sotterranea attuale. In particolare, gli assetti strutturali acquisiti dalle formazioni geologiche ivi affioranti, e la notevole variabilità delle permeabilità che le caratterizzano, hanno causato l'instaurarsi di modalità di deflusso delle acque di falda notevolmente articolate, dando luogo a numerose manifestazioni sorgentizie, subaeree e sottomarine, e influenzando in maniera determinante i rapporti tra acqua dolce e acqua di mare.

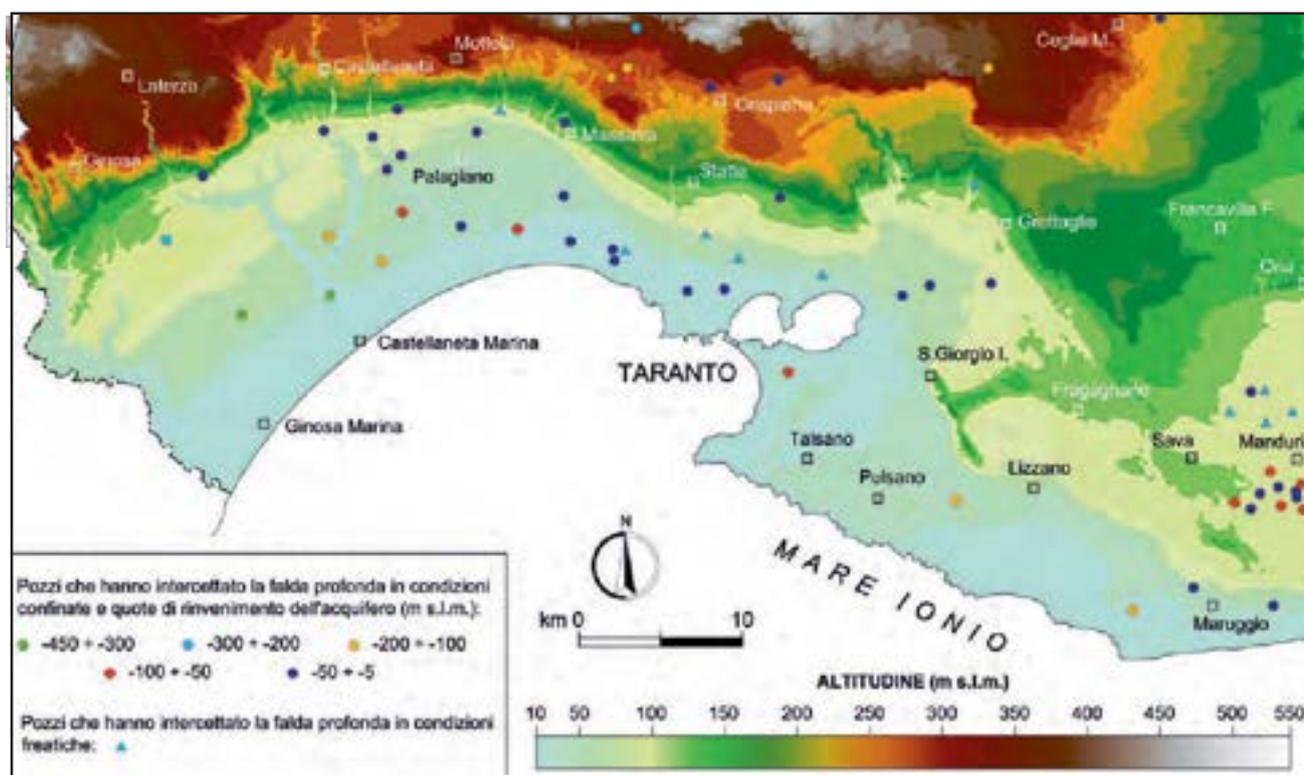
Gran parte delle acque circolanti nell'ammasso carbonatico mesozoico murgiano trovano recapito nel Mar Piccolo (circa  $2 \div 2,5$  m<sup>3</sup>/s), attraverso efflussi subacquei, o in canali alimentati dalle acque venute a giorno da sorgenti subaeree di trabocco. Fra le sorgenti subacquee, la principale manifestazione sorgentizia è rappresentata dal Citro Galeso, che eroga una portata di picco di circa 800 l/s con concentrazione salina dell'ordine di 4 g/l. Il grande efflusso idrico subaereo è quello delle Sorgenti del Tara (con punte di 4 m<sup>3</sup>/s), le cui acque si riversano nel Mare Ionio.

Il Mar Piccolo di Taranto rappresenta, per la sua conformazione morfologico-strutturale, una sorta di anomalia del paesaggio fisico pugliese che ha richiamato l'attenzione di più studiosi (DE GIORGI, 1913; VERRI & DE ANGELIS D'OSSAT, 1899; PARENZAN, 1960; 1984; PAGLIARULO & BRUNO, 1990). Diverse sono state le ipotesi sulla sua genesi, addebitata tanto a processi carsici, quanto a processi tettonici; nell'Atlante dei tipi geografici è inserito fra le forme costiere (MARINELLI, 1922). L'attribuzione delle forme del Mar Piccolo a modellamento marino non è, però, né così immediata, né così chiara, né così esclusiva. Nel suo modellamento, sino al raggiungimento della sua configurazione attuale, sono intervenuti diversi fattori, tra cui l'assetto strutturale preesistente del basamento carbonatico, l'erosione fluviale, il sollevamento regionale e le variazioni glacio-eustatiche (MASTRONUZZI, 1996), circostanze che hanno condizionato anche la struttura idrogeologica dell'Arco Ionico Tarantino, in cui il Mar Piccolo si inserisce. Pertanto, per la comprensione delle dinamiche che coinvolgono le acque sotterranee circolanti nel sottosuolo dell'Arco Ionico Tarantino, unitamente alla definizione dei rapporti stratigrafici delle formazioni ivi esistenti, si ritiene indispensabile premettere una dettagliata ricostruzione delle caratteristiche morfologico-strutturali dell'area stessa, considerando sia l'andamento del tetto del basamento carbonatico, all'interno del quale la falda acquifera profonda circola, sia gli assetti dei depositi Plio-Pleistocenici ivi affioranti, aventi funzioni ove di sostegno, ove di tamponamento della falda acquifera profonda. Saranno poi approfonditi i caratteri idrogeologici ed idrochimici delle falde idriche ivi circolanti, scaturiti dai risultati dei molteplici rilievi, indagini e accertamenti svoltisi nell'ultimo sessantennio.



Il particolare assetto geologico-strutturale dell'Arco Ionico Tarantino, descritto nei paragrafi precedenti, condiziona la modalità con cui si svolge la circolazione idrica sotterranea, l'efflusso a mare e l'intrusione marina nel continente, e quindi, in definitiva, lo stato quantitativo e qualitativo delle acque sotterranee e la relativa possibilità di utilizzo. L'acquifero carbonatico profondo, come nel resto della regione pugliese, ha sede nell'impalcatura calcarea fratturata e carsificata del Cretacico, fornendo acque che rappresentano una risorsa fondamentale per la zona tarantina, determinanti per l'economia agricola ed industriale del territorio. L'acquifero è formato da una serie di livelli idrici localizzati in corrispondenza di orizzonti rocciosi particolarmente fratturati e/o carsificati, separati a luoghi da livelli più compatti e a ridotta permeabilità. La falda di acqua dolce galleggia ovunque sull'acqua di mare di intrusione continentale.

Alle quote topograficamente più elevate, lì dove i calcari sono affioranti o comunque trovansi a quote superiori al livello mare, la circolazione idrica si esplica quasi ovunque fortemente in pressione (fig. 17.8). Il confinamento della falda è determinato dalla presenza di livelli rocciosi compatti ed a ridotta permeabilità, spesso presenti anche a quote inferiori ai -100 m s.l.m. Qui i caratteri qualitativi delle acque sotterranee sono in genere poco influenzati dall'intrusione marina. Proseguendo verso la costa, i calcari si ritrovano a quote prossime al livello mare e la circolazione idrica si esplica lievemente in pressione o localmente in condizioni freatiche. Nella pianura la situazione appare invece più complessa. Mentre le acque di superficie danno luogo a corsi d'acqua superficiali o, quando penetrano nel sottosuolo e si arrestano sul basamento argilloso, a falde superficiali, le acque profonde circolanti nei calcari fessurati e carsificati sottostanti le argille e le calcareniti, subiscono l'influenza delle acque marine di intrusione continentale sulle quali poggiano (COTECCHIA et alii, 1957; ZORZI & REINA, 1962). Nelle zone pianeggianti il basamento calcareo si rinviene spesso a notevoli profondità sotto il livello mare, come accade a NO e SE di Taranto, dove il tetto dell'acquifero è a quote di gran lunga inferiori ai -100 m s.l.m. In quest'ultimo caso, come verrà più avanti illustrato, l'acquifero carbonatico è invaso per gran parte da sole acque marine o comunque fortemente salmastre.



I calcari, costituiti da strati quasi sempre L'alimentazione dell'acquifero profondo di questa area avviene in gran parte sull'altopiano murgiano, dove i calcari cretacei affiorano. Qui le precipitazioni atmosferiche, soprattutto quelle del semestre ottobre-marzo, alimentano direttamente, al netto delle perdite per evapotraspirazione, la falda carsica profonda e sono assenti corsi d'acqua superficiali. Nelle restanti zone, specie in pianura, i terreni post-cretacici costituiscono un orizzonte pressoché impermeabile che impedisce l'apporto diretto delle acque meteoriche nei confronti della falda profonda (fig. 17.9). Nella provincia di Taranto la piovosità media annua si attesta tra i 500 e i 600 mm di pioggia, mentre si raggiungono i 700 mm nell'Alta Murgia.

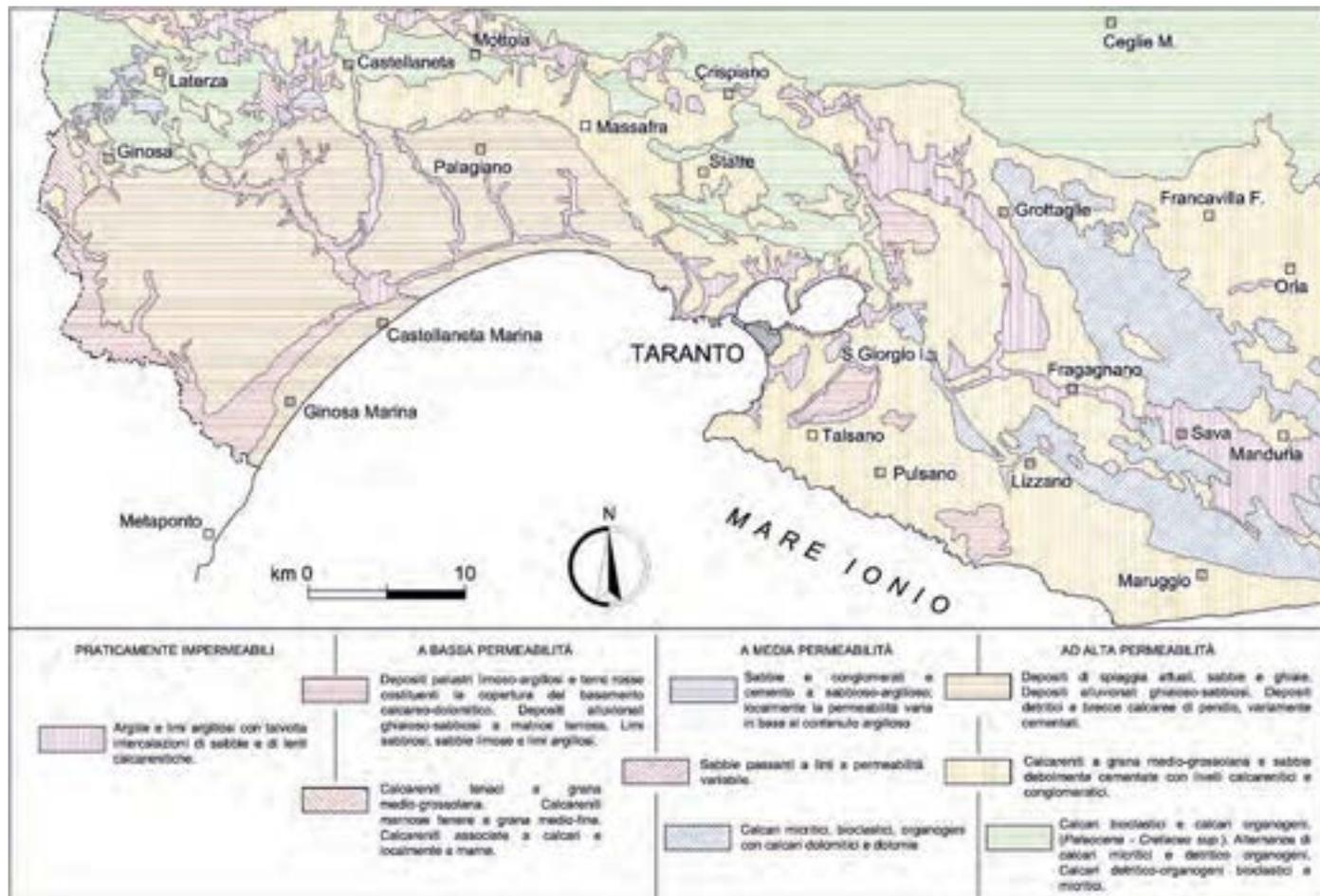
orizzontali o poco inclinati, risultano sconnessi e fratturati ed interessati da processi carsici piuttosto intensi, a causa dei quali si lasciano attraversare dalle acque di pioggia, inviandole in profondità. Sono piuttosto frequenti sistemi di cavità che attraversano le masse calcaree dall'alto verso il basso, come le vore, i quali aumentano la capacità di assorbimento verticale della roccia. Localmente, come nell'entroterra a Nord di Taranto, può accadere che all'interno delle masse calcaree l'azione carsica di ampliamento della fessurazione verticale sembra essersi esplicita maggiormente nei primi 50-60 m di profondità. Laddove il livello piezometrico si trova ad una profondità maggiore di 50-60 m dal tetto dei calcari, essendo a tali quote le formazioni calcaree spesso poco fessurate, l'alimentazione è inibita.

L'alimentazione dell'acquifero carbonatico profondo si esplica ora in forma diffusa, ora in forma concentrata. La prima è normalmente presente nelle aree dotate di un carsismo e di una fessurazione ripartiti grossomodo uniformemente, mentre la seconda avviene quando il carsismo e la fessurazione della roccia e le condizioni morfologico-strutturali consentono un temporaneo ruscellamento superficiale, facente capo a ben determinati punti o aree idrovore ad assorbimento rapido (COTECCHIA, 1992). I caratteri di permeabilità dell'acquifero profondo presente nell'Arco Ionico Tarantino sono determinati dallo stato di fratturazione, conseguente alle vicissitudini tettoniche cui la regione è andata incontro, e al carsismo (COTECCHIA, 2005). Ciò determina molto spesso eterogeneità ed anisotropie nella permeabilità dell'ammasso roccioso, come succede ad esempio a Monte del Mar Piccolo o in corrispondenza della sorgente Tara, non sempre interpretabili nell'ambito dell'idraulica dei mezzi porosi. In dette condizioni l'acquifero non è quindi, in generale, assimilabile ad un mezzo poroso equivalente, per cui i valori del coefficiente di permeabilità riportati in tavola 3 (f.t.) ed in figura 17.10, determinati con i criteri illustrati nel capitolo 2, sono da ritenersi solo orientativi.

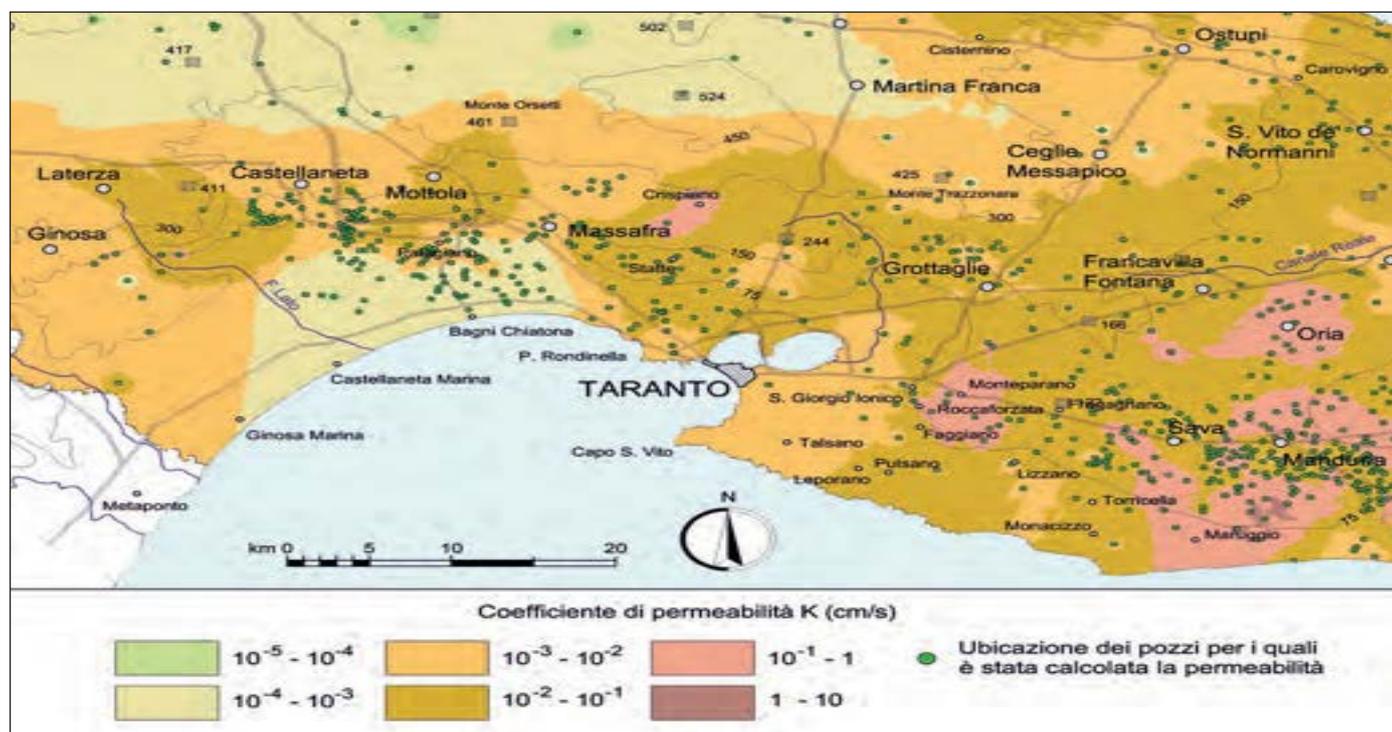
A Nord-Ovest di Taranto, nei territori di Laterza, Castellaneta, Mottola, Massafra e Statte, l'acquifero profondo presenta valori del coefficiente di permeabilità in genere compresi tra  $10^{-2}$  e  $10^{-1}$  cm/s. Procedendo da detti territori verso la costa si osserva una significativa riduzione del coefficiente di permeabilità, anche di 2 ordini di grandezza. A Sud-Est di Taranto si rilevano invece, localmente, valori molto elevati del coefficiente di permeabilità, in alcuni casi dell'ordine di 1 cm/s, come accade nella zona tra Roccaforzata, Monteparano, Faggiano, in corrispondenza di alti strutturali che determinano localmente l'affioramento dei calcari. Nella zona di Manduria-Maruggio l'elevata permeabilità della formazione acquifera cretacea caratterizza il passaggio all'acquifero profondo dell'Area Idrogeologica del Salento. L'andamento delle isopieziche della falda profonda indica l'esistenza di una circolazione idrica sotterranea che dagli alti murgiani è diretta verso la costa, con cadenti piezometriche variabili tra 2% (aree interne) e 0,2‰ (aree costiere; tav. 4 f.t.).

Le isopieziche indicano l'esistenza di 3 spartiacque idrologici sotterranei (A, B e C in figura 17.11). I primi due, a NO della città di Taranto (A e B),





Permeabilità dei litotipi affioranti nell'unità idrogeologica dell'Arco Ionico Tarantino



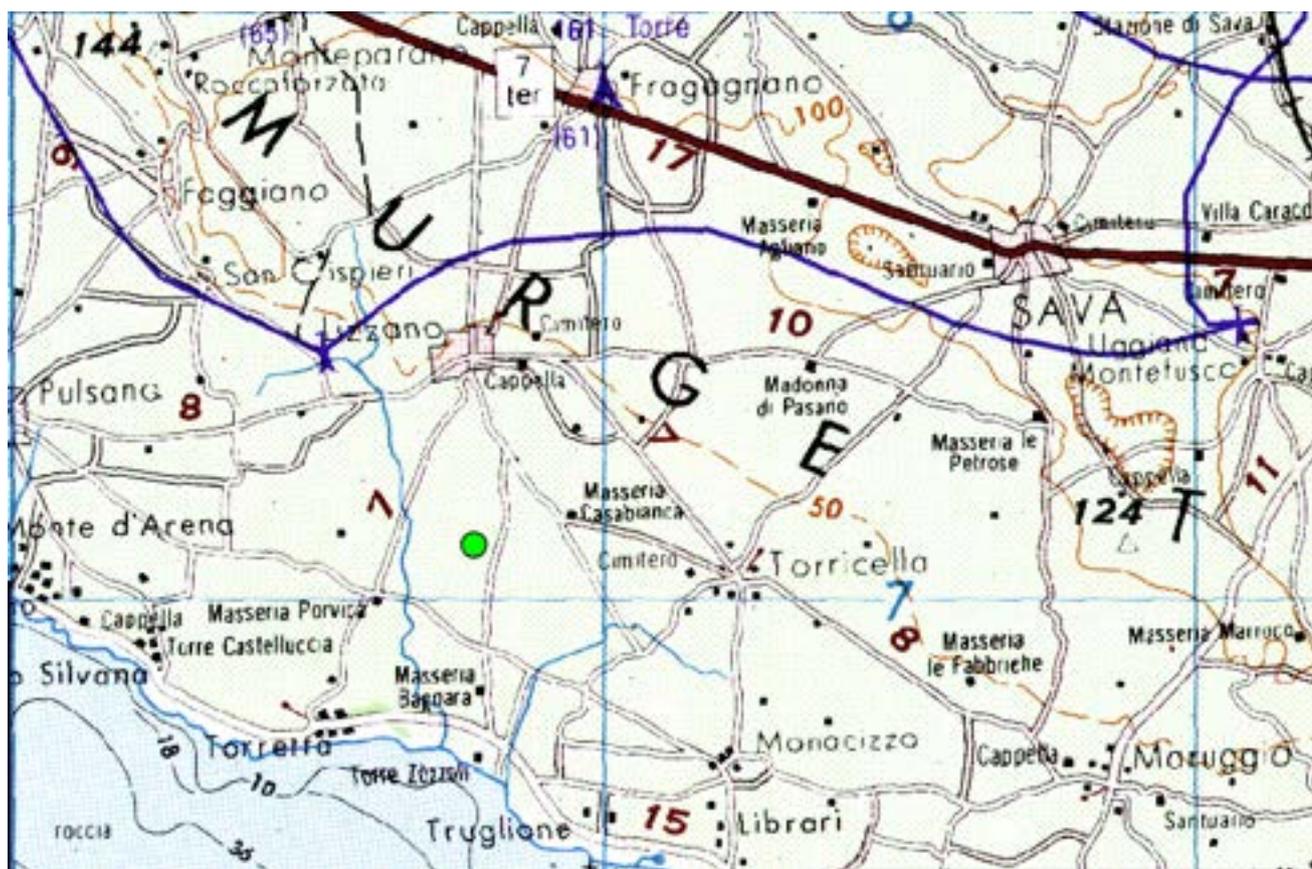
Distribuzione del coefficiente di permeabilità dell'acquifero carbonatico profondo dell'Arco Ionico Tarantino



### 13.1. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE



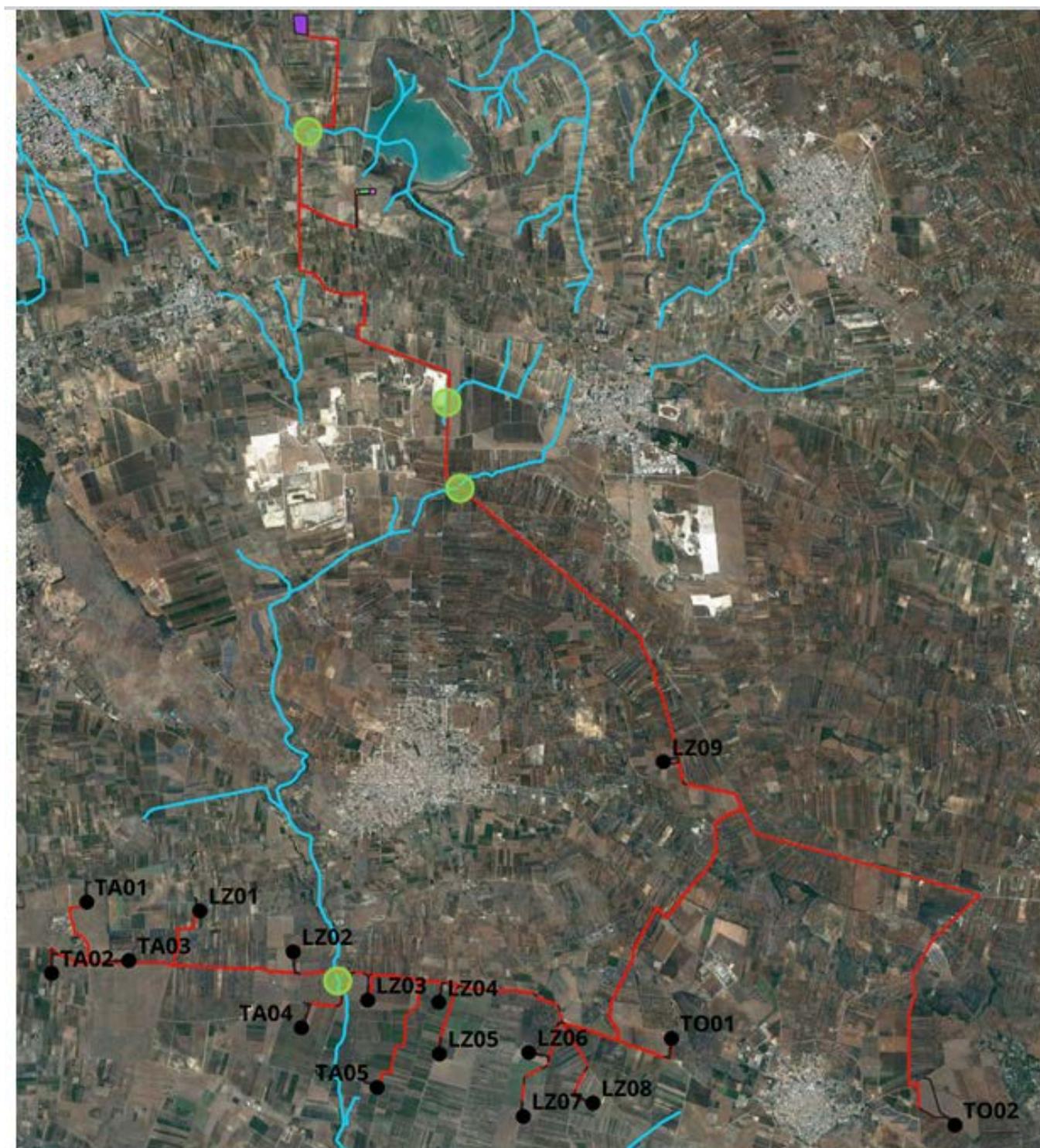
area sottostazione elettrica



Area aerogeneratori

Il reticolo idrografico superficiale dell'area in studio è caratterizzato da una scarsità di cori d'acqua, l'unico corso d'acqua degno di nota è il fiume Galeoso, che scorre in direzione Sud-Nord e va a sfociare nel Mar Piccolo presenta, comunque un deflusso occasionale, infatti le portate hanno un valore significativo in seguito a precipitazioni copiose.





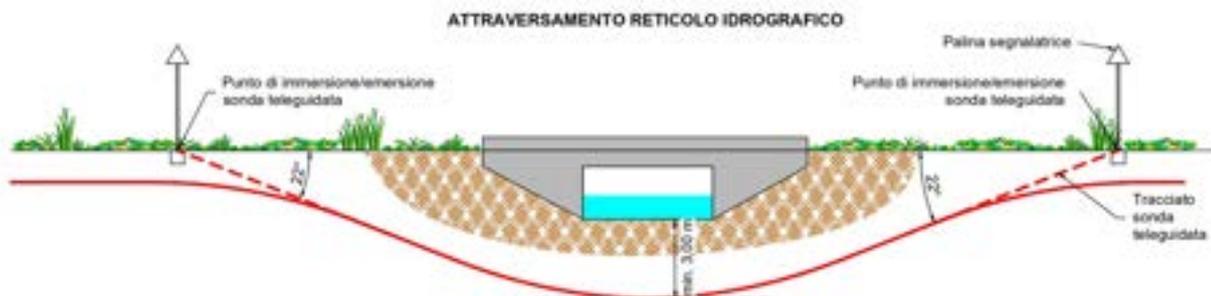
*Opere in progetto ed eventuali interferenze con il reticolo idrografico*

Le interferenze riscontrate riguardano il percorso del cavidotto interrato di collegamento alla sottostazione.

#### MODALITÀ DI ATTRAVERSAMENTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Per quanto riguarda le interferenze dei cavidotti di progetto con il reticolo idrografico, queste saranno risolte mediante la posa in opera dei cavidotti utilizzando la tecnologia no-dig (senza scavo) ovvero mediante TOC – Trivellazione orizzontale controllata.





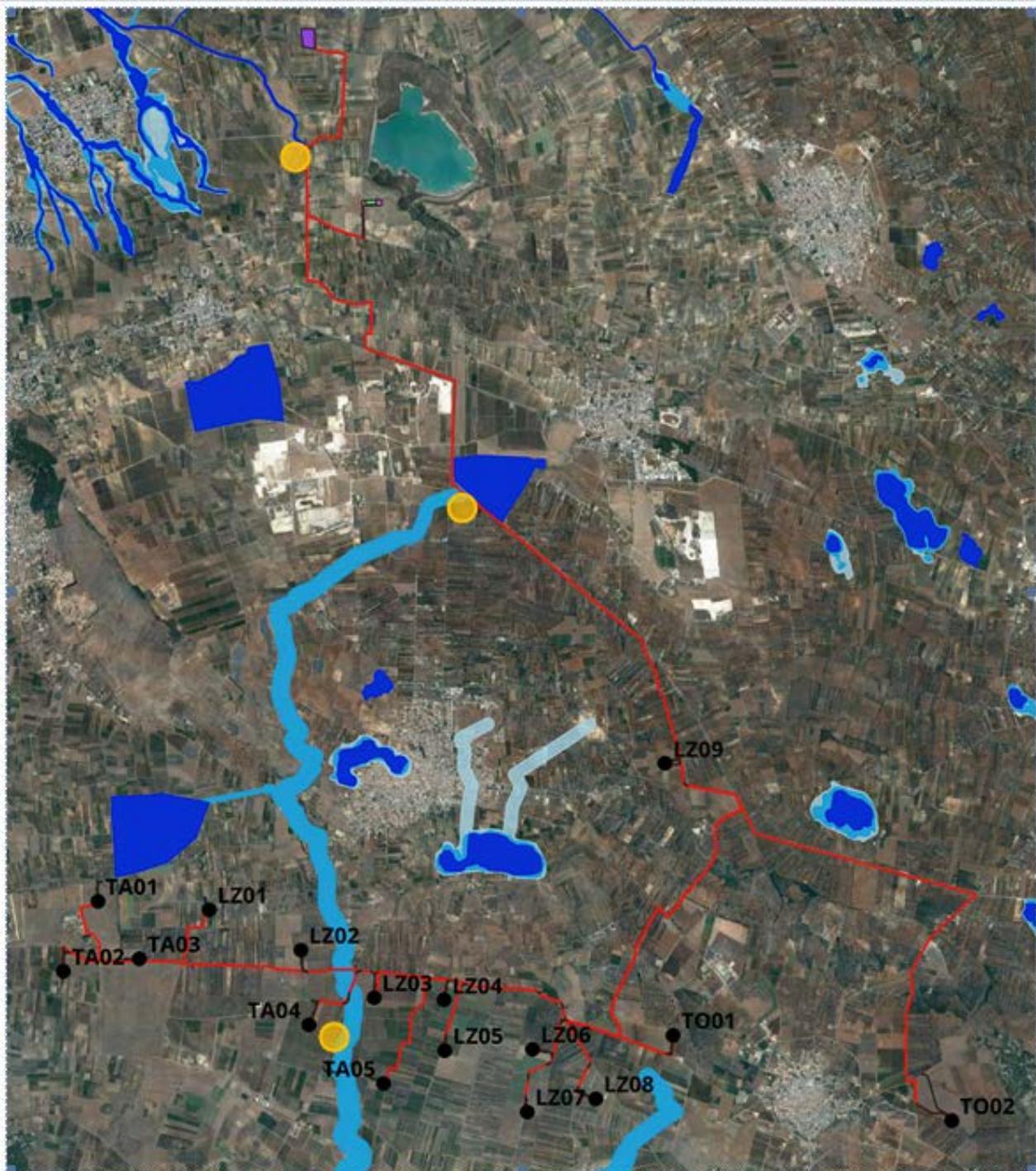
Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idraulica.

### 13.2. VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ IDRAULICA



Inquadramento impianto con classificazione PAI pericolosità idraulica





Aree a pericolosità idraulica – PAI UoM Regionale Puglia e interregionale Ofanto

Come si evince dall'allegato stralcio planimetrico le fondazioni degli Aerogeneratori sono tutte fuori dalle aree a pericolosità idraulica, ad ogni buon fine sarà trattata con maggiori dettagli nella **verifica idraulica**.

La realizzazione dei 16 Aerogeneratori ivi compresi strade di accesso, piazzole e cavidotto, con i dovuti accorgimenti tecnici che consentiranno di mantenere intatto il sistema drenante della zona e renderanno le opere in progetto perfettamente compatibili con il sistema idrogeologico della zona.

Si attesta la **PIENA COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA** delle opere in progetto con il reticolo idrografico e con il sistema idrogeologico locale e con l'intero bacino idrogeologico.



### 13.3. VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA



*Inquadramento PAI – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA*

Nessuno degli Aerogeneratori ivi compresa la SSE con il relativo cavidotto e strade di accesso risultano vincolati dal punto di vista della pericolosità Geomorfologica, si attesta la **piena compatibilità geomorfologica**.



## 14 CONCLUSIONI

Nel seguito vengono illustrate nel dettaglio le opere progettuali

### FONDAZIONI AEROGENERATORI

Fondazioni del tipo Plinto su pali della lunghezza di metri 25 e diametro 1200 mm come dai modelli geologico-geotecnici allegati.

### CAVIDOTTO

Il tracciato in progetto impegna terreni che presentano problematiche diverse dal punto di vista geologico. Esso si sviluppa in terreni dove è possibile la presenza di una falda superficiale anche al disopra dei 2 metri dal piano campagna. Durante le operazioni di scavo per la posa in opera dei cavi elettrici, gli addetti ai lavori dovranno procedere sempre con cautela in quanto trattasi di terreni incoerenti che potrebbero dar luogo a smottamenti e rifluimenti e mettere in pericolo l'incolumità degli stessi.

La posa in opera dei cavi sarà effettuata sul fondo dello scavo, ad una profondità di -1.50 metri p.c., spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare cavi e rivestimenti.

Per il letto di posa del primo rinterro si dovrà utilizzare materiale diverso da quello proveniente dallo scavo. Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temono assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

Il rinterro parziale verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi previa accurata selezione o diversamente da cave di prestito con opportuna pezzatura al fine di non danneggiare sia i cavi che gli eventuali rivestimenti.

Il materiale di riempimento dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali.

Il rinterro definitivo avverrà impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

A rinterro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si dovessero manifestare assestamenti.

La **conducibilità elettrica** di questi terreni nei loro primi metri di spessore è dell'ordine di circa 150-220  $\Omega\text{m}$   $\dot{A}$

### FONDAZIONI SOTTOSTAZIONE MT/AT

Le fondazioni saranno del tipo platea armata, ubicate ad una profondità di m 1,50 p.c

Da quanto innanzi esposto si possono trarre le seguenti considerazioni e le verifiche ai singoli aspetti esaminati.

### LITOLOGIA

Sotto il profilo litologico, la zona non appare interessata da anomalie che possano interrompere il quadro statico globale.

Per quanto riguarda le prescrizioni relativi ai terreni di fondazione si fa esplicito riferimento alle "Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno" e dalle disposizioni vigenti, in particolare dal D.M. 11.3.1988 ed eventuali sue successive modifiche e integrazioni. e **D.M. 17/01/2018**.

### MORFOLOGIA e RISCHIO IDROGEOLOGICO

Non si rilevano fenomeni suscettibili di modificare in tempi brevi la situazione attuale, l'area in studio, ricade in zona stabile; non esistono movimenti franosi in atto e/o potenziali, nè pericoli di alluvioni e/o impaludamenti



In relazione agli aspetti geomorfologici relativi a possibili dissesti superficiali e profondi, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta **globalmente stabile**;

- che le opere di che trattasi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo

Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali.

- Le opere previste in progetto, non interferiscono in modo sostanziale con il regime delle acque superficiali, di infiltrazione o di falda, e quindi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo;
- Tutti i lavori di cui sopra, dovranno svolgersi nel rispetto delle indicazioni della presente relazione, ed in tale ottica si esprime parere favorevole alla fattibilità degli interventi progettati, attestando la coerenza e compatibilità geologica, idrogeomorfologica, geotecnica e sismica.

Nella fase di **Studio Geologico esecutivo** si eseguiranno dettagliate indagini geognostiche con la esecuzione di indagini sismiche (tomografie e Masw) una per ogni aerogeneratore e di n. 16 sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo spinti fino a 35 metri, con prelievo di un adeguato numero di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio per tutti gli aerogeneratori, mentre per la SSE saranno sufficienti n. 2 sondaggi (almeno 5 per ogni sondaggio) meccanici a rotazione spinti fino alla profondità di metri 15 con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio, una tomografia sismica ed una MASW.

Si può pertanto concludere che non esistono **preclusioni di ordine geologico-tecnico-idrogeologico e sismico** alla realizzazione del Parco Eolico costituito da n. 16 aerogeneratori ed opere connesse.

Tanto dovevasi per l'espletamento dell'incarico ricevuto

Lucera giugno 2023

Il geologo

dott. Matteo Di Carlo



## 15 ELENCO ALLEGATI

- MODELLAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
- INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E DI LABORATORIO
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO
- INQUARAMENTO PAI – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA
- INQUARAMENTO PAI – PERICOLOSITÀ IDRAULICA
- INQUARAMENTO PAI – RETICOLO IDROGRAFICO



# Comuni di LIZZANO, TARANTO e TORRICELLA

## PARCO EOLICO della Società Santa CHIARA S.r.l.

MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO TA01, TA02, TA03, TA04, TA05, LZ01, LZ02, LZ03, LZ04, LZ05, LZ06, LZ07, LZ8 e TO01

<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 1% verso Sud, non vi sono segni manifesti di impaludamenti
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	Unità tettonica della Fossa Bradanica - Argille Subappennine (ASP), Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, I caratteri di facies sono indicativi di ambienti di piattaforma con spessore variabile tra i 50 e 150 metri che si appoggiano sui sottostanti Calcari di Atamura, le argille subappennine sono ricoperte da sedimenti appartenenti alle calcareniti di Gravina (4-5 metri di spessore)
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b>	ZONA 3 (Sismicità $0.05 < PGA < 0.15 g$ ) per il comune di <b>Taranto</b>
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	ZONA 3B (Sismicità $0.05 < PGA < 0.10 g$ ) per il comune di <b>Lizzano e Torricella</b> <b>PERICOLOSITA' DEL SITO = <math>0.05 &lt; g &lt; 0.75</math></b> <b>CATEGORIA "C" Depositi di sabbie e ghiaia mediamente addensate o di argille mediamente consistenti</b> <b>Vs30 uguale compreso tra 352.7 m/s e 354,2 m/s</b>
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	T1

p. 1/1

### CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE

#### 1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO

<b>LITOLOGIA da 1,00 a 4.50 metri</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y	=	19-20	KN/m <sup>3</sup>
Calcarenite di Castiglione o tufo delle murge il contatto è rappresentato da una superficie di abrasione marina, frequentemente marcata da una discordanza angolare.		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub>	=	19.4-20.4	KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	φ'	=	30.00	°
		Coesione drenata	c'	=	5.00	KPa
		Resistenza alla compressione	R <sub>c</sub>	=	2-3	MPa
		E dinamico	E <sub>din</sub>	=	11 063.00	MPa
		Velocità onde S	V	=	252	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.48	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	48 554	KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	39 987	KN/m <sup>3</sup>
	Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	41 125	KN/m <sup>3</sup>	

#### 2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO

<b>LITOLOGIA da 4500 a 10.00 metri</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y	=	19.50	KN/m <sup>3</sup>
Argille siltose grigiastre con venature azzurrastre		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub>	=	20.20	KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	φ'	=	24.00	°
		Coesione drenata	c'	=	15.00	KPa
		Coesione non drenata	C <sub>u</sub>	=	150.00	KPa
		Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub>	=	8.00	MPa
		Velocità onde S	V	=	250	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.49	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	30 124	KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	28 452	KN/m <sup>3</sup>
	Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	26 326	KN/m <sup>3</sup>	

#### 3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO

<b>LITOLOGIA da 10 a 35.00 metri</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>	Peso dell'unità di volume	Y	=	21.20	KN/m <sup>3</sup>
Argille grigio-azzurre scure		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub>	=	21.65	KN/m <sup>3</sup>
		Angolo di attrito	φ'	=	26.00	°
		Coesione drenata	c'	=	25.00	KPa
		Coesione non drenata	C <sub>u</sub>	=	250.00	KPa
		Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub>	=	11.00	MPa
		Velocità onde S	V	=	482	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.46	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	61 300	KN/m <sup>3</sup>
		Coefficiente tangenziale	K <sub>τ</sub>	=	37 200	KN/m <sup>3</sup>
	Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K <sub>d</sub>	=	43 024	KN/m <sup>3</sup>	

#### TIPO di fondazioni consigliate

**Pali diametro 1200 mm, lunghezza 20 metri** - numero di pali e loro disposizione e per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista

**Comuni di LIZZANO e TORRICELLA**  
**PARCO EOLICO della Società Santa Chiara S.r.l.**  
**MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO AEROGENERATORI**  
**LZ9 e TO02**

<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area stabile con pendenza media del 1% verso Sud- Sudovest, non vi sono segni manifesti di ristagni d'acqua e impaludamenti.
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	<b>Unità della piattaforma carbonatica apula (Murge Tarantine)</b> CALCARI di Altamura una successione di calcari compatti grigi e biancastri con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatte, nella zona in studio rappresenta il substrato su cui poggiano tutte le altre
<b>COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA</b>	ZONA 3 (Sismicità $0.05 < PGA < 0.10$ g) <b>PERICOLOSITA' DEL SITO = <math>0.050 &lt; g &lt; 0.075</math>g</b>
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>CATEGORIA "A " Ammassi rocciosi affioranti, terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio molto alte superiori a 800 m/s</b> VS30 <b>compreso tra 1056.5 m/s e 1319.3 m/s</b>
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	<b>T1</b>

p. 1/1

**CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE**

**1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO**

<b>LITOLOGIA da 0,90 a 30.00 metri</b>	<b>CARATTERISTICHE GEO</b>	Peso dell'unità di volume	<b>Y</b> =	<b>23.00</b>	<b>KN/m<sup>3</sup></b>
Il Calcere di Altamura è costituito da calcari compatti grigi e biancastri con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatte		Peso dell'unità di volume Saturo	<b>Y<sub>sat</sub></b> =	<b>23.10</b>	<b>KN/m<sup>3</sup></b>
		resistenza alla compressione calcari fratturati	<b>R<sub>c</sub></b> =	<b>8-10</b>	<b>MPa</b>
		E dinamico	<b>E<sub>din</sub></b> =	<b>18 000.00</b>	<b>MPa</b>
		Velocità onde S	<b>V</b> =	<b>1 322</b>	<b>m/s</b>
		Coefficiente di Poisson	<b>ν</b> =	<b>0.33</b>	<b>-</b>
		Modulo di taglio	<b>G</b> =	<b>3 797</b>	<b>Mpa</b>
<b>TIPO di fondazioni consigliate</b>	<b>Pali diametro 1000 mm, lunghezza 15 metri - numero di pali e loro disposizione e per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista</b>				

# Comune di TARANTO

## PARCO EOLICO della Società Santa CHIARA S.r.l.

### MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO SSE

<b>CONDIZIONE DI STABILITA':</b>	Area con pendenza media del 1% verso Sud, non vi sono segni manifesti di impaludamenti
<b>CARATTERI STRUTTURALI:</b>	Unità tettonica della Fossa Bradanica - Argille Subappennine (ASP), Argille siltose e silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, I caratteri di facies sono indicativi di ambienti di piattaforma con spessore variabile tra i 50 e 150 metri che si appoggiano sui sottostanti Calcari di Atamura, ZONA 3 (Sismicità 0.05<PGA<0.15 g) per il comune di Taranto <b>PERICOLOSITA' DEL SITO = 0.05 &lt; g &lt; 075</b>
<b>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>CATEGORIA "B" Depositi di sabbie e ghiaia addensate o di argille molto consistenti Vs30 uguale = 360.8 m/s</b>
<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	T1

p. 1/1

#### CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE

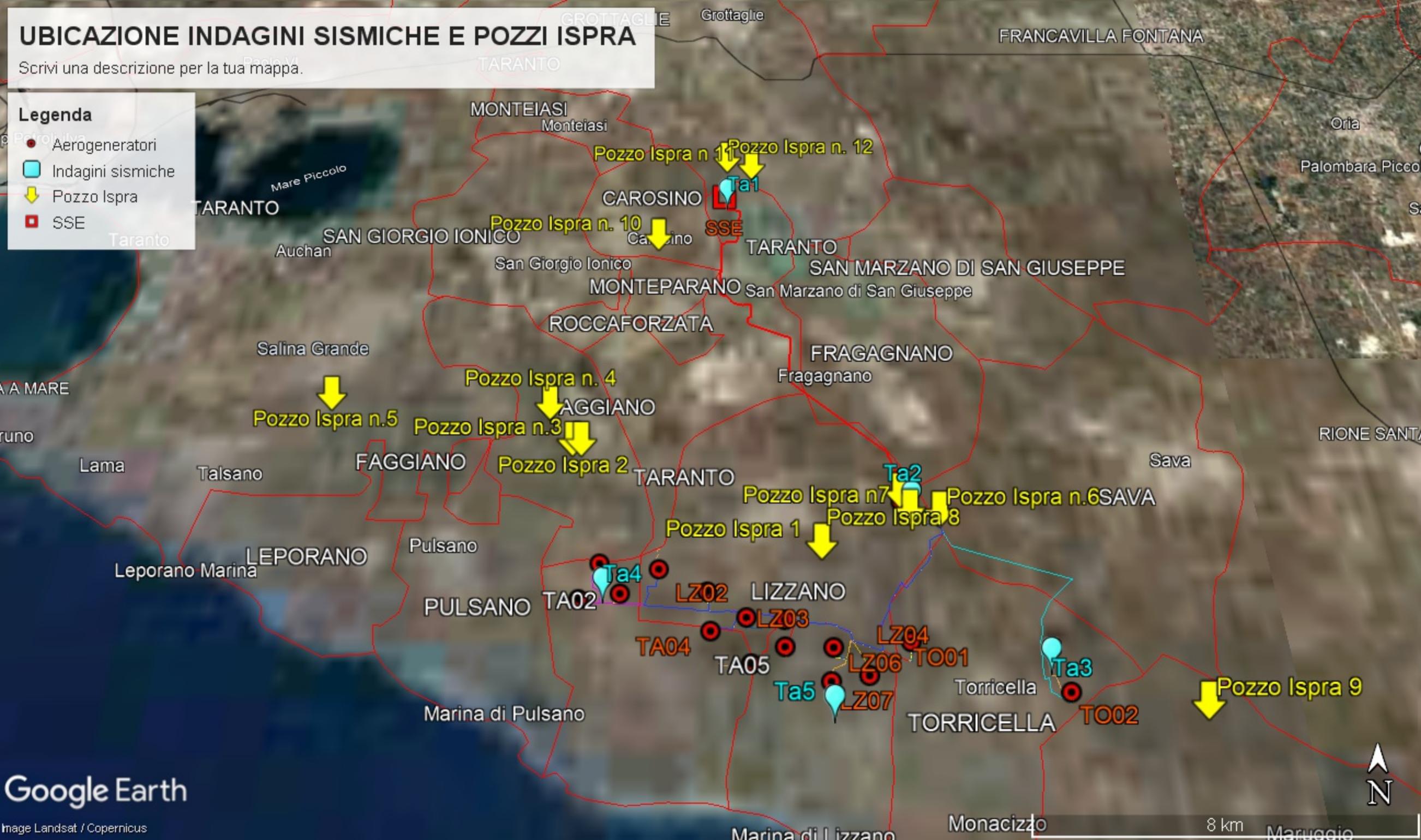
1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO				
<b>LITOLOGIA da 1,00 a 5.00 metri</b>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y = 19-20 KN/m <sup>3</sup>	
Sabbie argille sabbiose giallastre		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub> = 19.4-20.4 KN/m <sup>3</sup>	
		Angolo di attrito	φ' = 28.00 °	
		Coazione drenata	c' = 5.00 KPa	
		Velocità onde S	V = 184 m/s	
		Coefficiente di Poisson	ν = 0.33 -	
		Coefficiente di Winkler	K = 21 158 KN/m <sup>3</sup>	
		Coefficiente tangenziale	Kτ = 18 446 KN/m <sup>3</sup>	
		Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	Kd = 20 554 KN/m <sup>3</sup>	
		2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO		
	<b>LITOLOGIA da 5.00 a 16.00 metri</b>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y = 19.50 KN/m <sup>3</sup>
Argille siltose grigiastre con venature azzurrastre	Peso dell'unità di volume Saturo		Y <sub>sat</sub> = 20.20 KN/m <sup>3</sup>	
	Angolo di attrito		φ' = 24.00 °	
	Coazione drenata		c' = 15.00 KPa	
	Coazione non drenata		C <sub>u</sub> = 150.00 KPa	
	Modulo Edometrico		E <sub>ed</sub> = 8.00 MPa	
	Velocità onde S		V = 529 m/s	
	Coefficiente di Poisson		ν = 0.33 -	
	Coefficiente di Winkler		K = 30 124 KN/m <sup>3</sup>	
	Coefficiente tangenziale		Kτ = 28 452 KN/m <sup>3</sup>	
	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	Kd = 26 326 KN/m <sup>3</sup>		
3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO				
<b>LITOLOGIA da 16 a 35.00 metri</b>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y = 21.20 KN/m <sup>3</sup>	
Argille grigio-azzurre scure		Peso dell'unità di volume Saturo	Y <sub>sat</sub> = 21.65 KN/m <sup>3</sup>	
		Angolo di attrito	φ' = 26.00 °	
		WTG	c' = 25.00 KPa	
		Coazione non drenata	C <sub>u</sub> = 250.00 KPa	
		Modulo Edometrico	E <sub>ed</sub> = 11.00 MPa	
		Velocità onde S	V = 702 m/s	
		Coefficiente di Poisson	ν = 0.33 -	
		Coefficiente di Winkler	K = 70 125 KN/m <sup>3</sup>	
		Coefficiente tangenziale	Kτ = 55 542 KN/m <sup>3</sup>	
	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	Kd = 61 225 KN/m <sup>3</sup>		
<b>TIPO di fondazioni consigliate</b>	<b>fondazione diretta a - 1.50 metri p.c.</b> per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista			

# UBICAZIONE INDAGINI SISMICHE E POZZI ISPRA

Scrivi una descrizione per la tua mappa.

**Legenda**

- Aerogeneratori
- Indagini sismiche
- ↓ Pozzo Ispra
- SSE



## **PRSE 761 – MASW – TA01**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **PRSE 761 – MASW – TA01**

### **MASW**

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, scoppi, etc.

#### **Moto del segnale sismico**

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi, ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;
- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

#### **Onde di Rayleigh – “R”**

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P e S), considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

#### **Analisi del segnale con tecnica MASW**

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno e si comportano in modo indipendente, non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali; si osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità-frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

#### *Modellizzazione*

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle onde P, la curva di dispersione teorica, la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = f \times l$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

## PRSE 761 – MASW – TA01

### Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria,, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

<b>Id indagine</b>	<b>TA01 - MASW</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>CAROSINO (TA)</b>
<b>DATA E ORA</b>	<b>19/06/23</b>

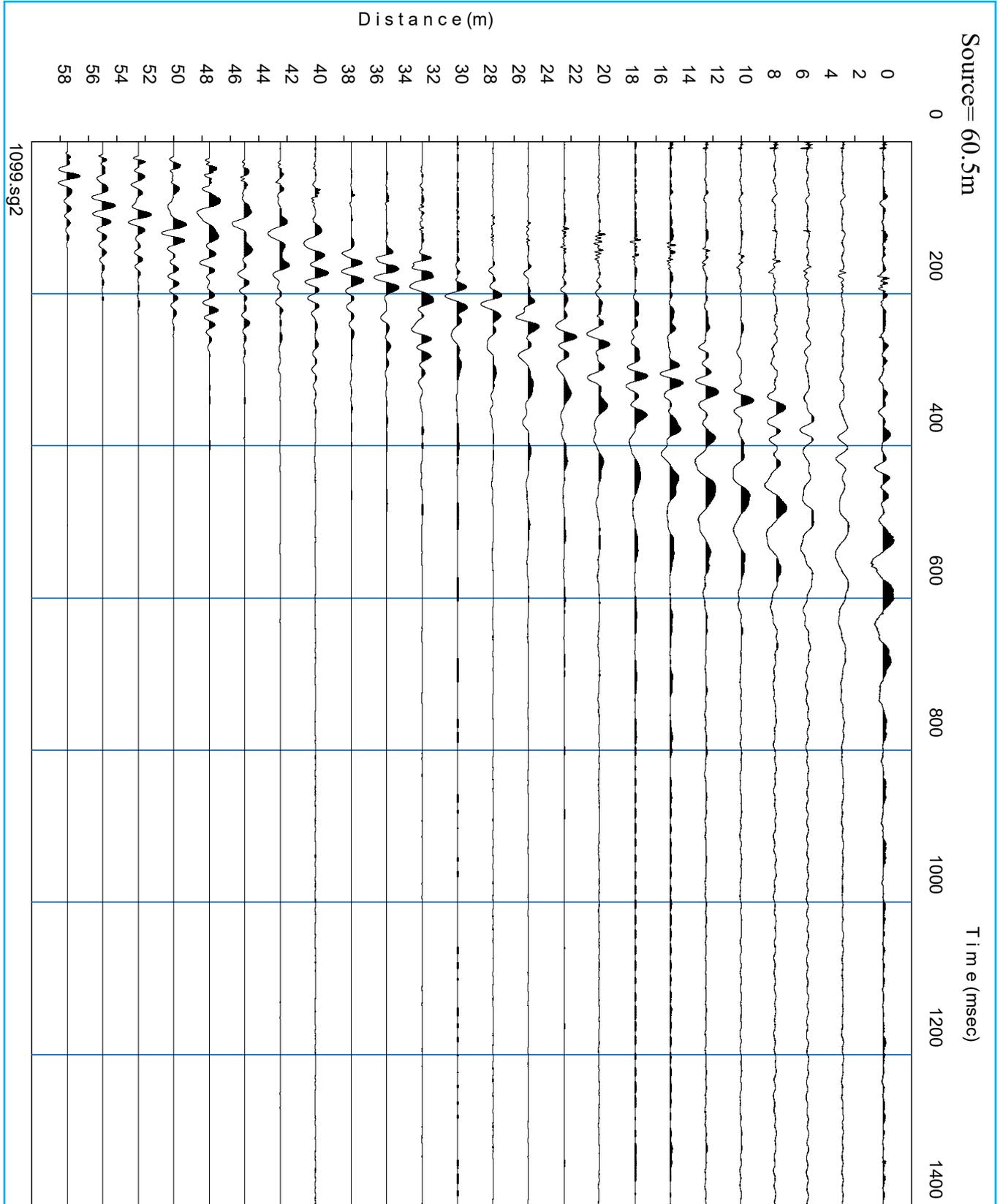
**Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta +3m.**

**Coordinate WGS 84 :**

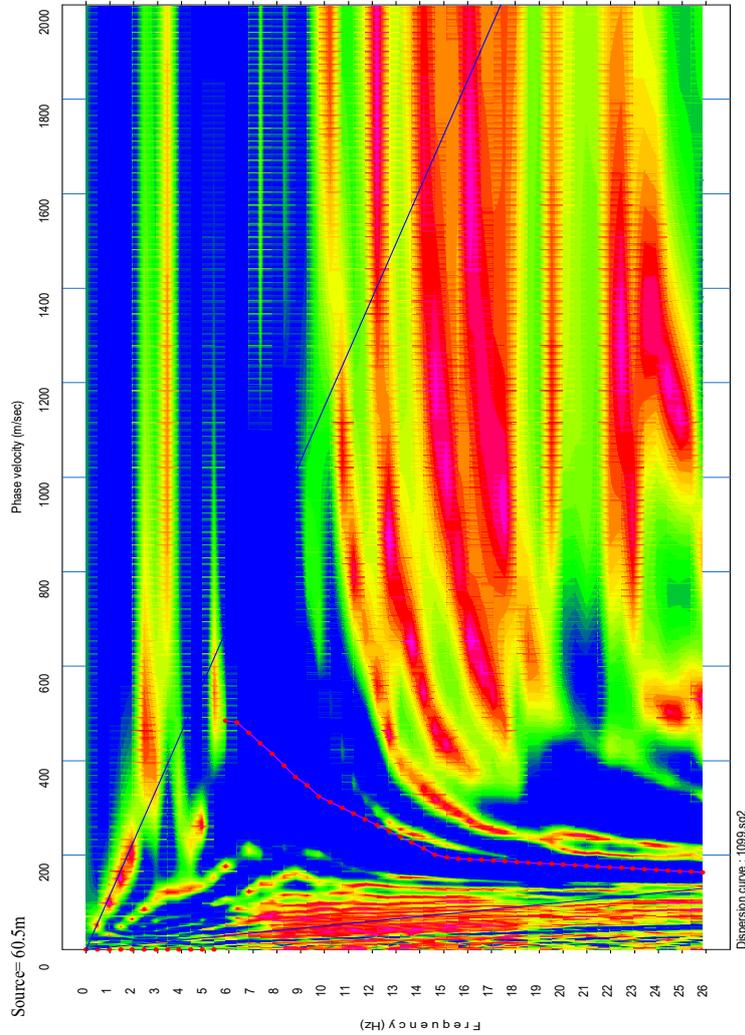
<b>Geofono 1:</b>	<b>0706225-4483144</b>
<b>Geofono 12-13:</b>	<b>0706226-4483115</b>
<b>Geofono 24:</b>	<b>0706227-4483083</b>



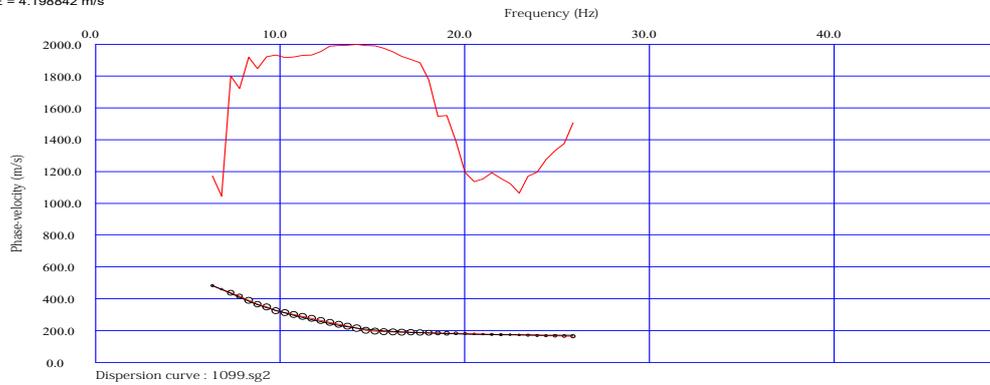
## PRSE 761 - MASW - TA01



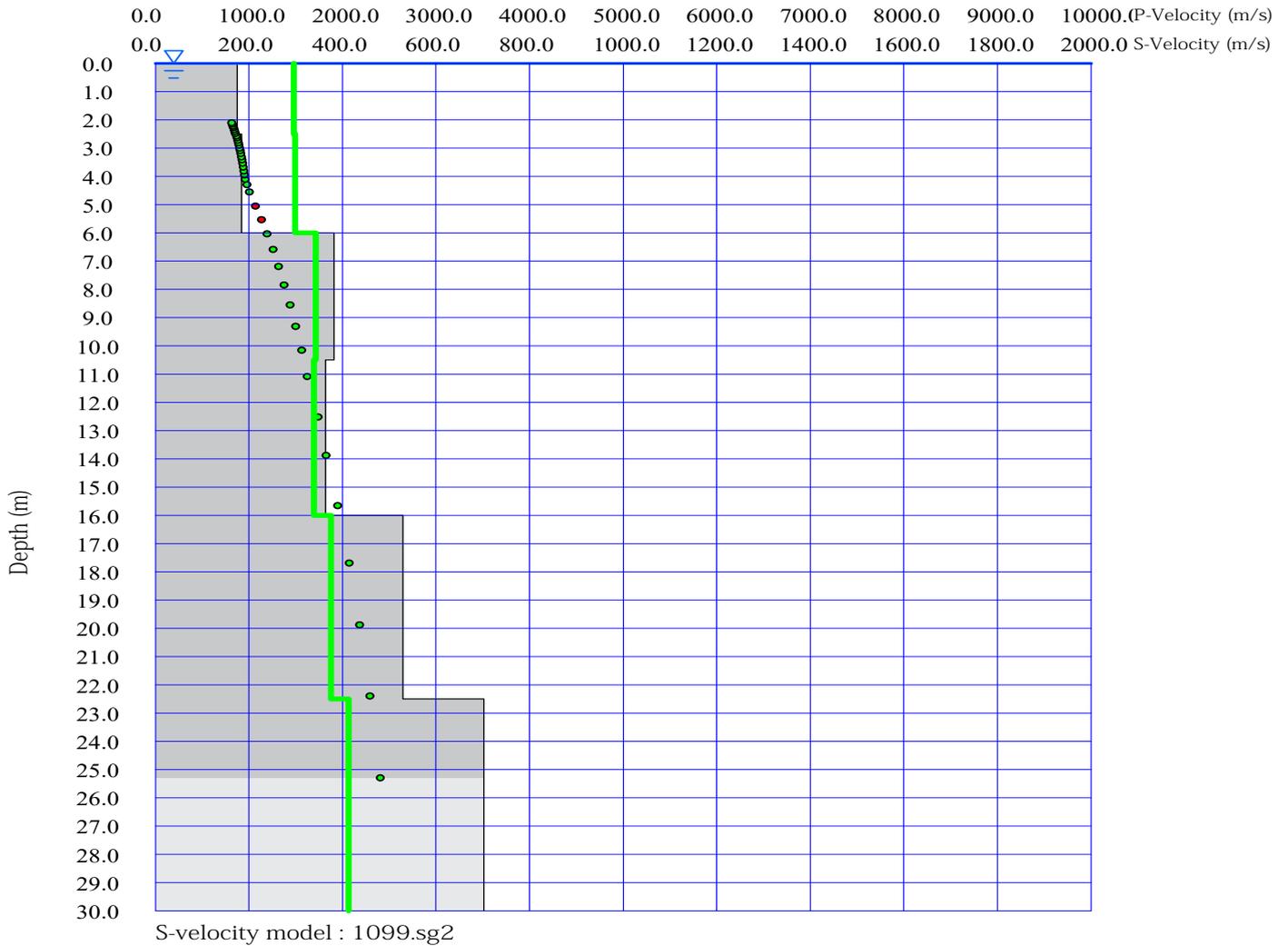
## PRSE 761 - MASW - TA01



RMSE = 4.198842 m/s



## PRSE 761 - MASW - TA01



## PRSE 761 – MASW – TA01

PRSE 761 - TA01

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	2.5	174.88	350.31	17.85	0.33	2.00	56	149
2	2.5	3.5	184.62	369.92	17.93	0.33	2.00	62	166
3	6.0	4.5	381.68	752.94	18.26	0.33	1.97	271	720
4	10.5	5.5	363.38	730.13	18.57	0.34	2.01	250	668
5	16.0	6.5	529.26	1047.58	18.86	0.33	1.98	539	1432
6	22.5	7.5	702.45	1399.53	18.91	0.33	1.99	951	2534
7	30.0 -		702.45	1399.53	18.91	0.33	1.99	951	2534
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m

**Vs,eq :** 360.8 (m/s)

**Categoria suolo :** **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 e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

## **PRSE 761 - MASW - TA01**



## **PRSE 761 – MASW – TA02**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **PRSE 761 – MASW – TA02**

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria,, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

<b>Id indagine</b>	<b>TA02 - MASW</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>LIZZANO (TA)</b>
<b>DATA E ORA</b>	<b>19/06/23</b>

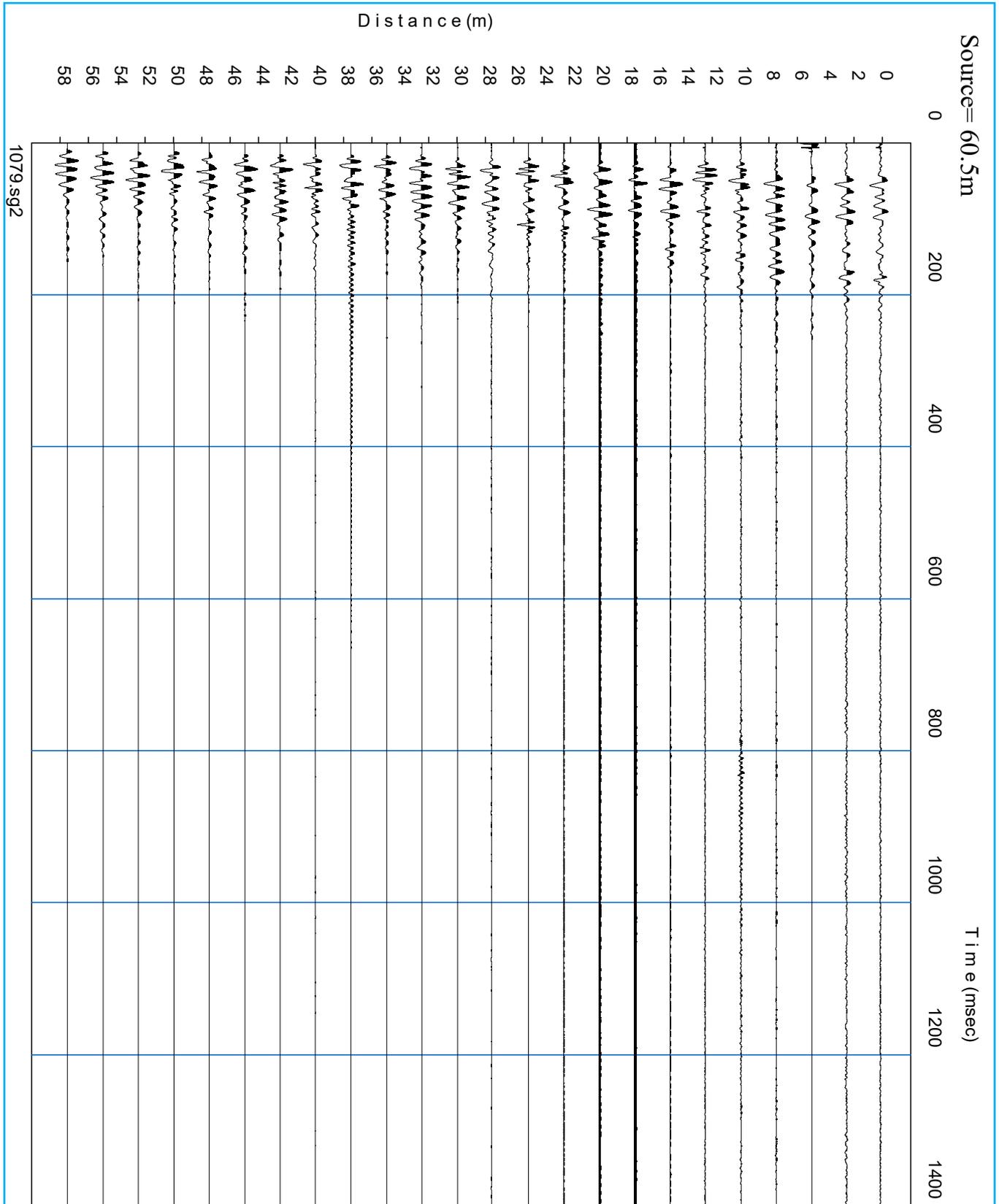
**Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta +3m.**

**Coordinate WGS 84 :**

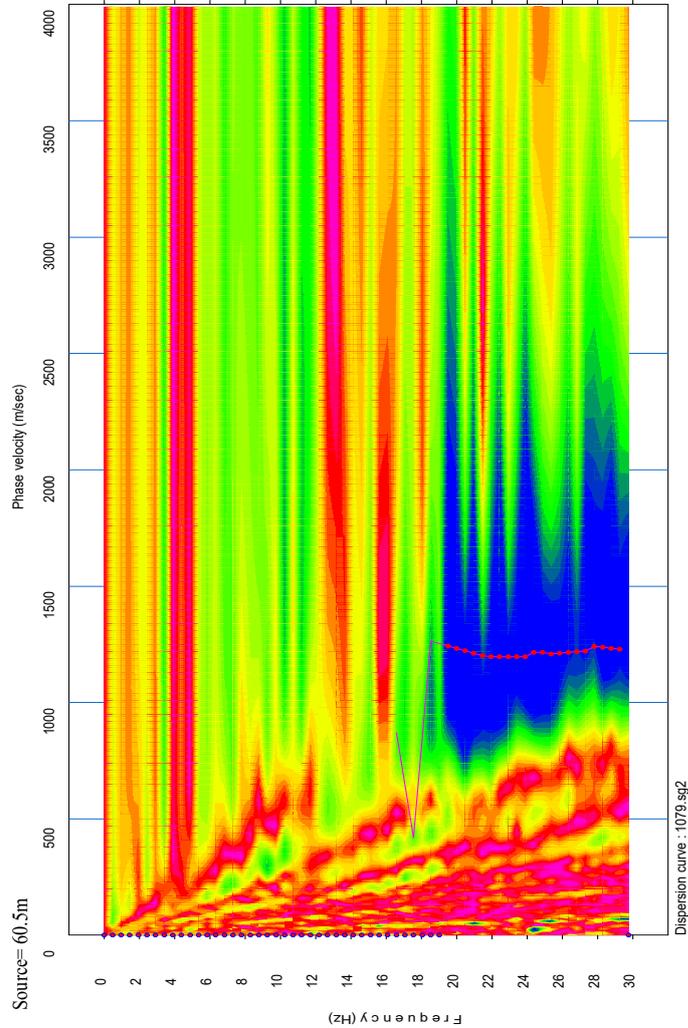
<b>Geofono 1:</b>	<b>0710753-4474082</b>
<b>Geofono 12-13:</b>	<b>0710749-4474110</b>
<b>Geofono 24:</b>	<b>0710744-4474137</b>



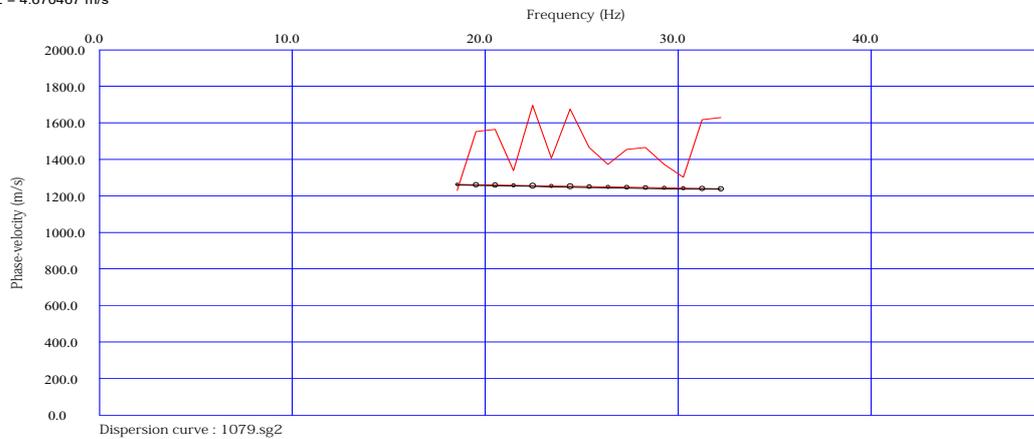
## PRSE 761 - MASW - TA02



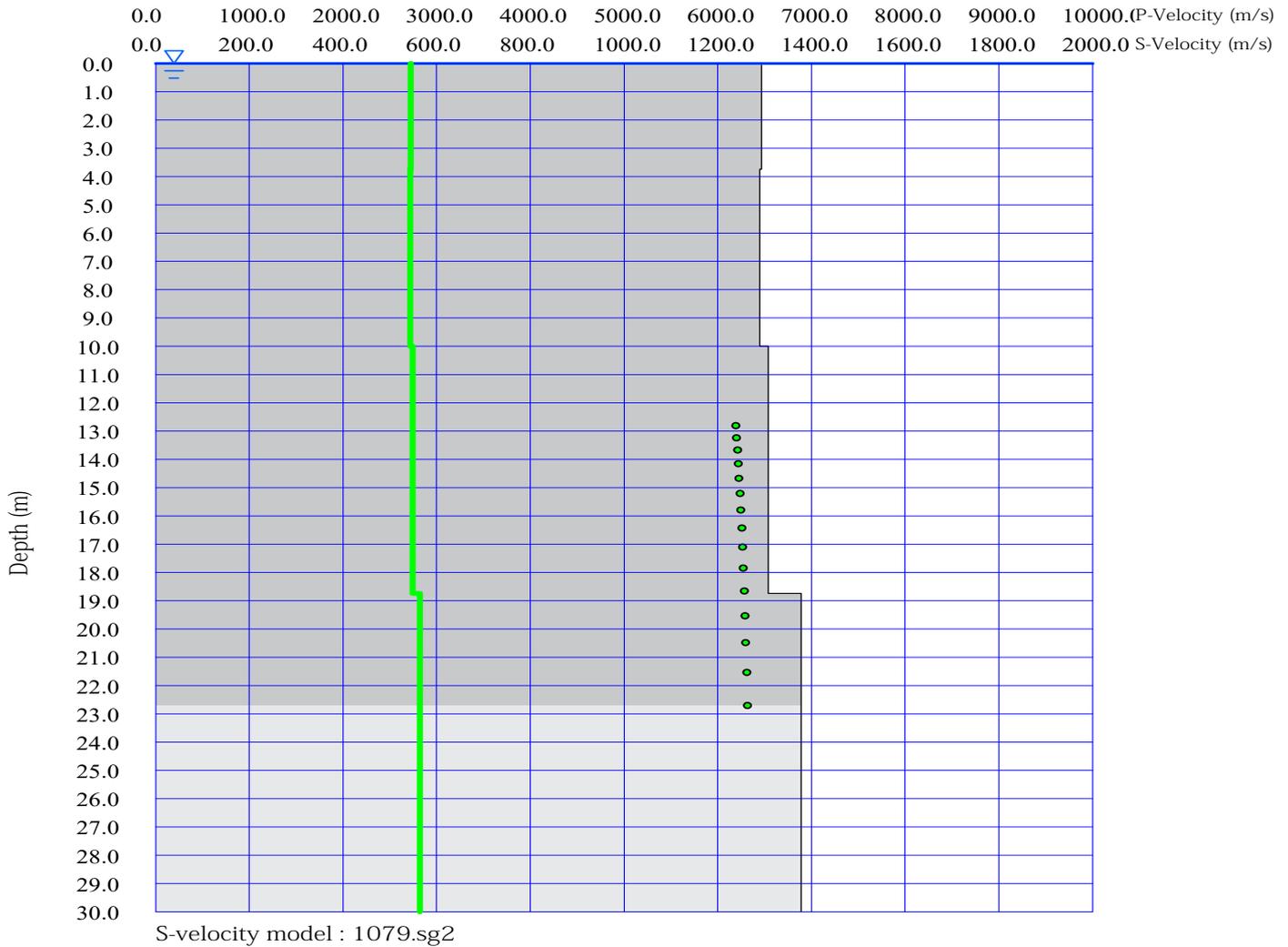
## PRSE 761 - MASW - TA02



RMSE = 4.670467 m/s



## PRSE 761 - MASW - TA02



## PRSE 761 – MASW – TA02

PRSE 761 - TA01

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	3.8	10.0	1394.37	2769.37	21.28	0.33	1.99	4219	11225
2	10.0	8.8	1322.69	2649.68	21.28	0.33	2.00	3797	10129
3	18.8	11.2	1256.73	2513.60	21.28	0.33	2.00	3427	9140
4	30.0 -		1400.12	2783.06	21.28	0.33	1.99	4254	11321
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m

**Vs,eq :** 1319.3 (m/s)

**Categoria suolo :** **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.

**Legenda:**

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

## PRSE 761 - MASW - TA02



## **PRSE 761 – MASW – TA03**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **PRSE 761 – MASW – TA03**

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria,, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

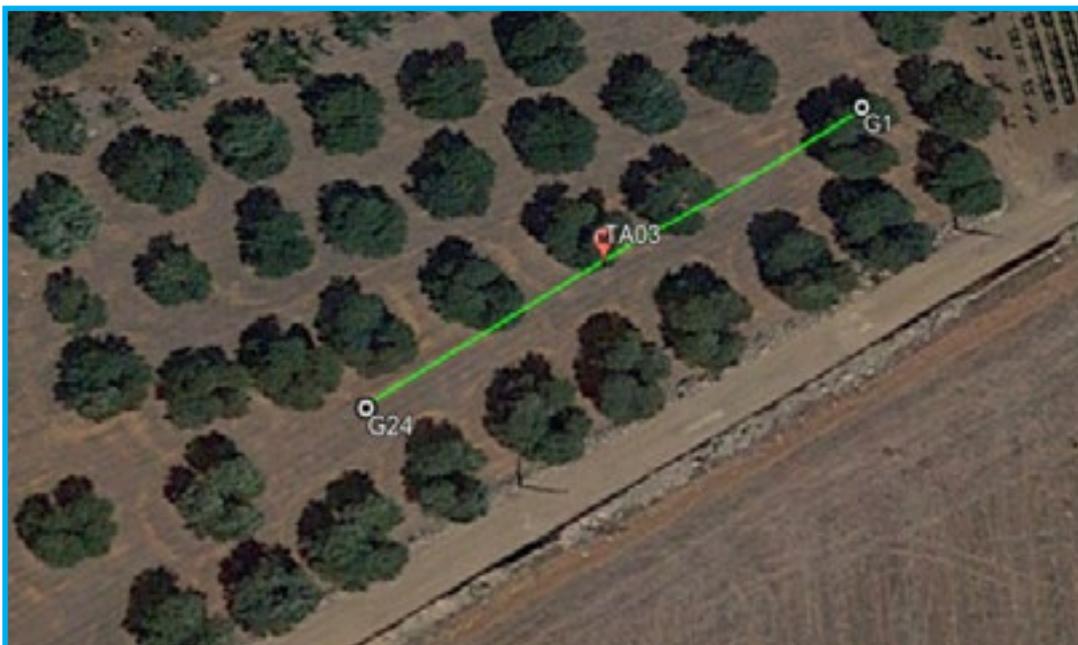
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

<b>Id indagine</b>	<b>TA03 - MASW</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>TORRICELLA (TA)</b>
<b>DATA E ORA</b>	<b>19/06/23</b>

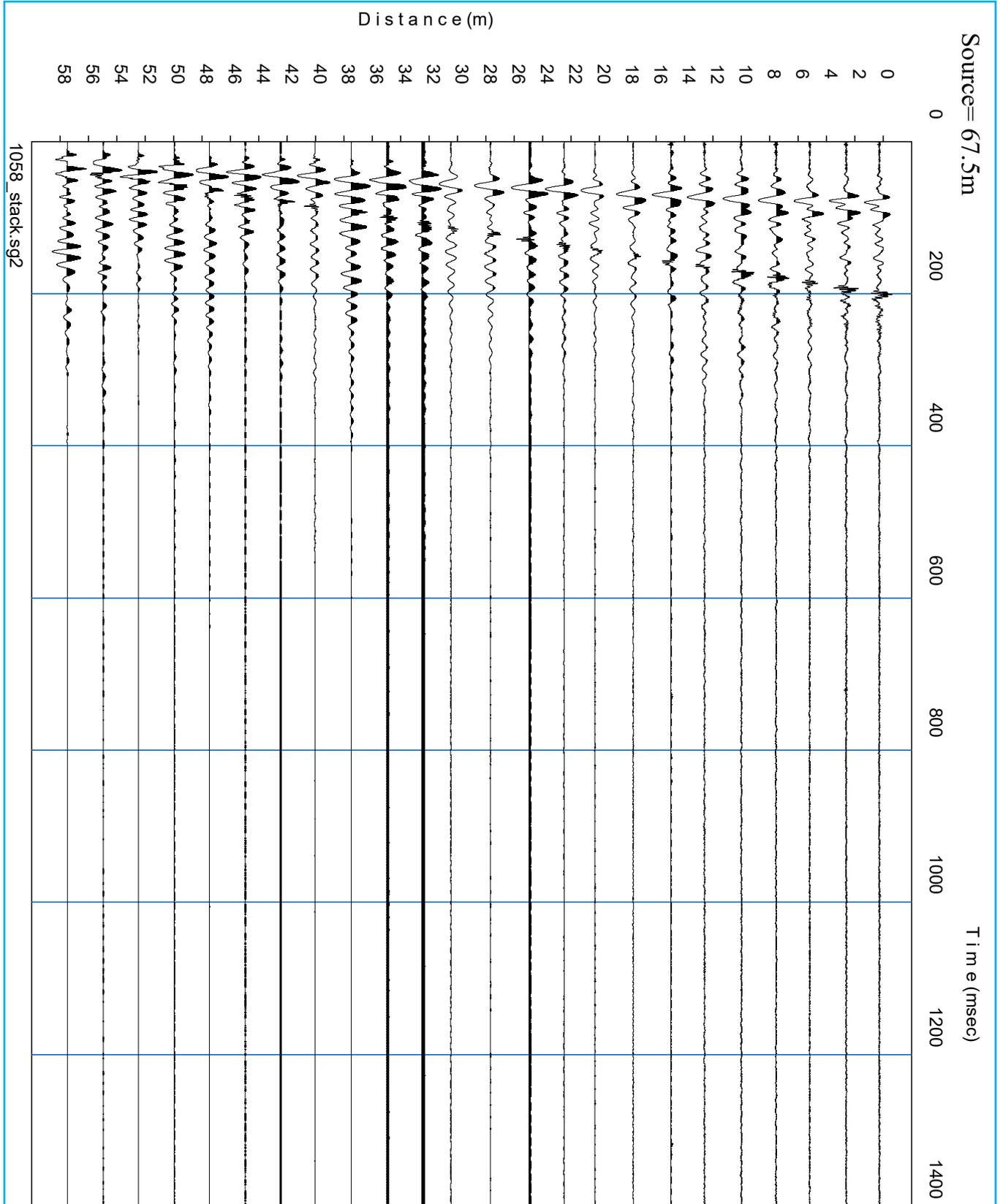
**Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta +10m.**

**Coordinate WGS 84 :**

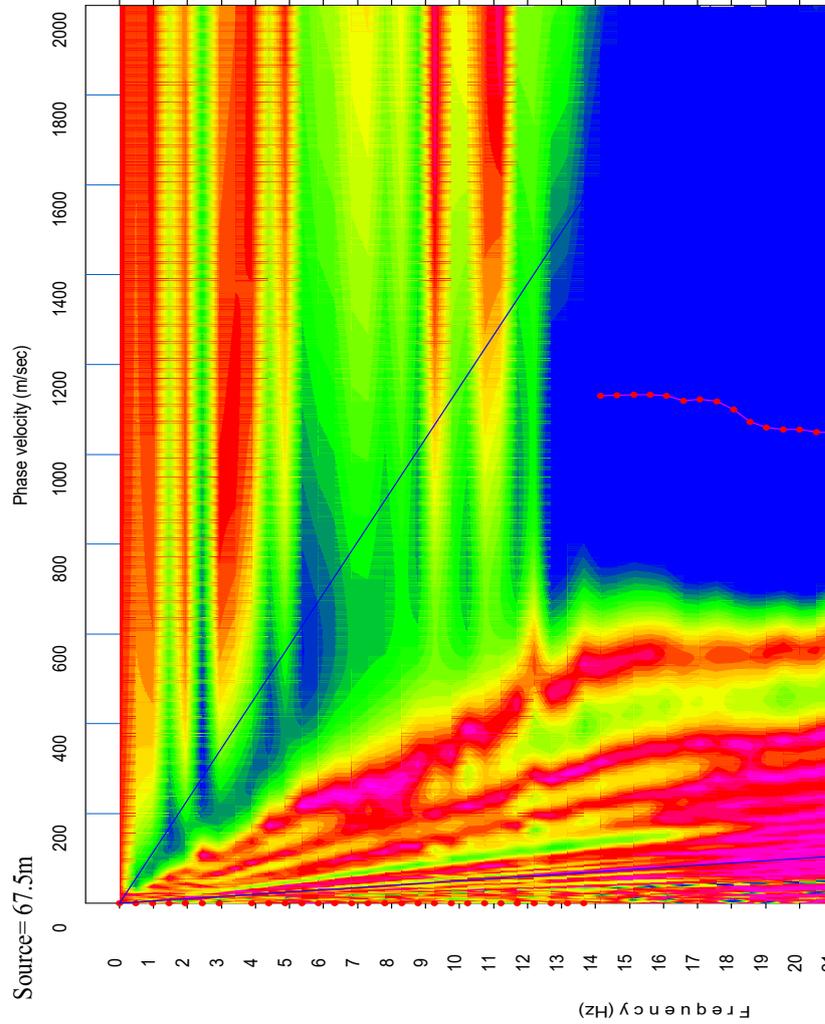
<b>Geofono 1:</b>	<b>0713640-4470424</b>
<b>Geofono 12-13:</b>	<b>0713613-4470406</b>
<b>Geofono 24:</b>	<b>0713590-4470390</b>



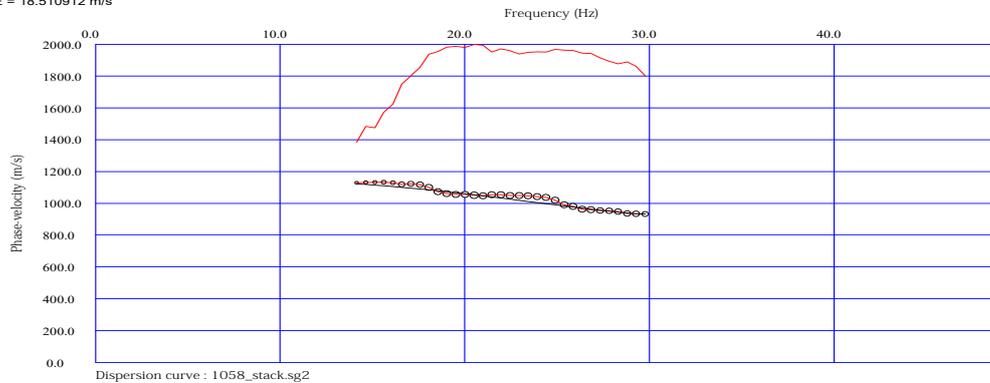
## PRSE 761 - MASW - TA03



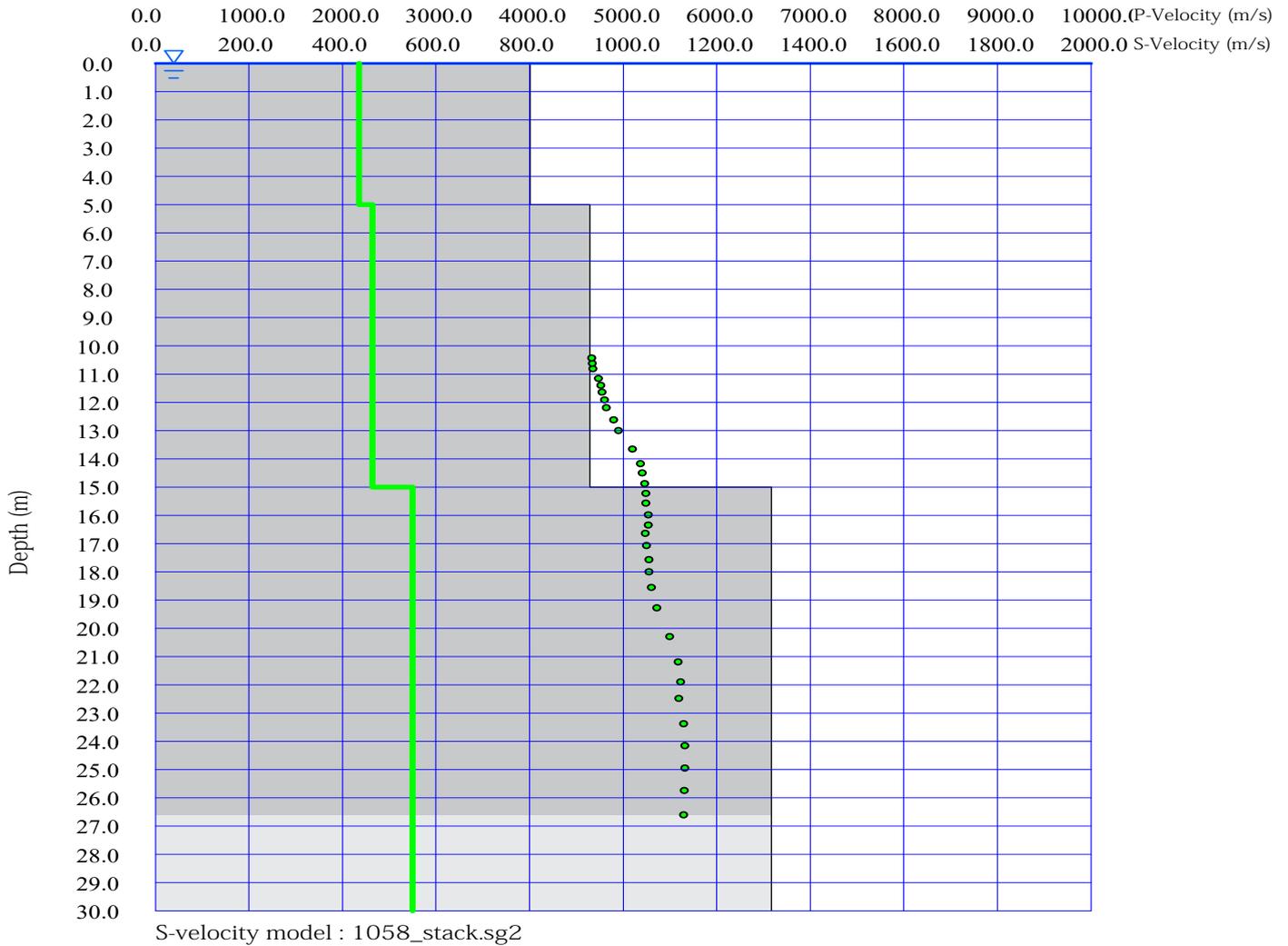
## PRSE 761 - MASW - TA03



RMSE = 18.510912 m/s



## PRSE 761 - MASW - TA03



## PRSE 761 – MASW – TA03

PRSE 761 - TA03

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	800.79	1636.34	20.58	0.34	2.04	1346	3614
2	5.0	10.0	929.32	1853.23	20.73	0.33	1.99	1826	4864
3	15.0	15.0	1316.91	2621.53	20.96	0.33	1.99	3706	9868
4	30.0 -		1323.39	2623.87	20.96	0.33	1.98	3743	9951
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m

**Vs,eq :** 1056.5 (m/s)

**Categoria suolo :** **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.

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

## PRSE 761 - MASW - TA03



## **PRSE 761 – MASW – TA04**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **PRSE 761 – MASW – TA04**

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria,, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

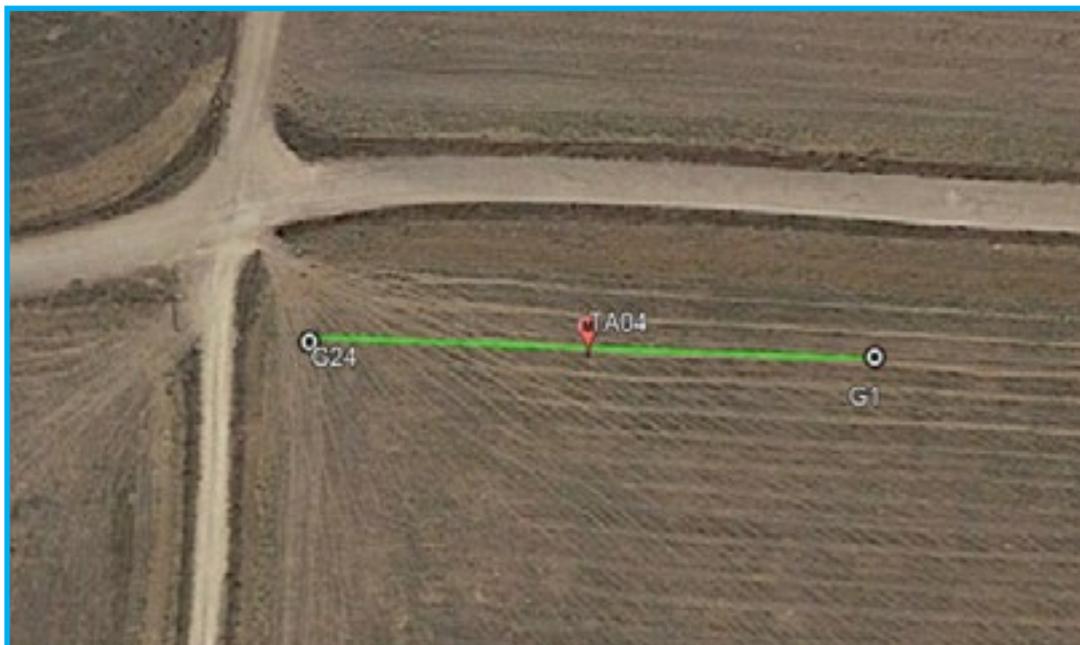
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

<b>Id indagine</b>	<b>TA04 - MASW</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>LIZZANO (TA)</b>
<b>DATA E ORA</b>	<b>19/06/23</b>

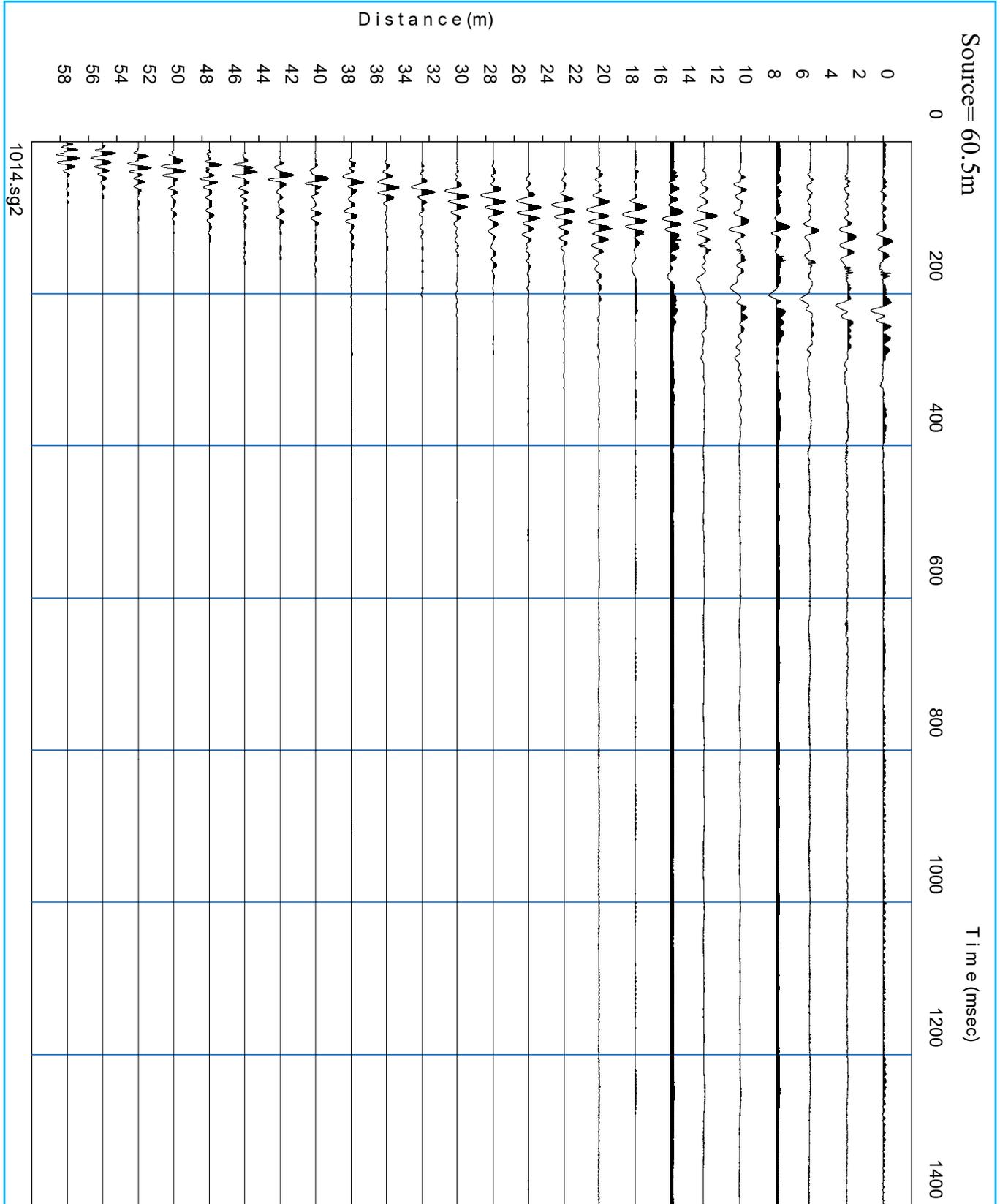
**Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta +3m.**

**Coordinate WGS 84 :**

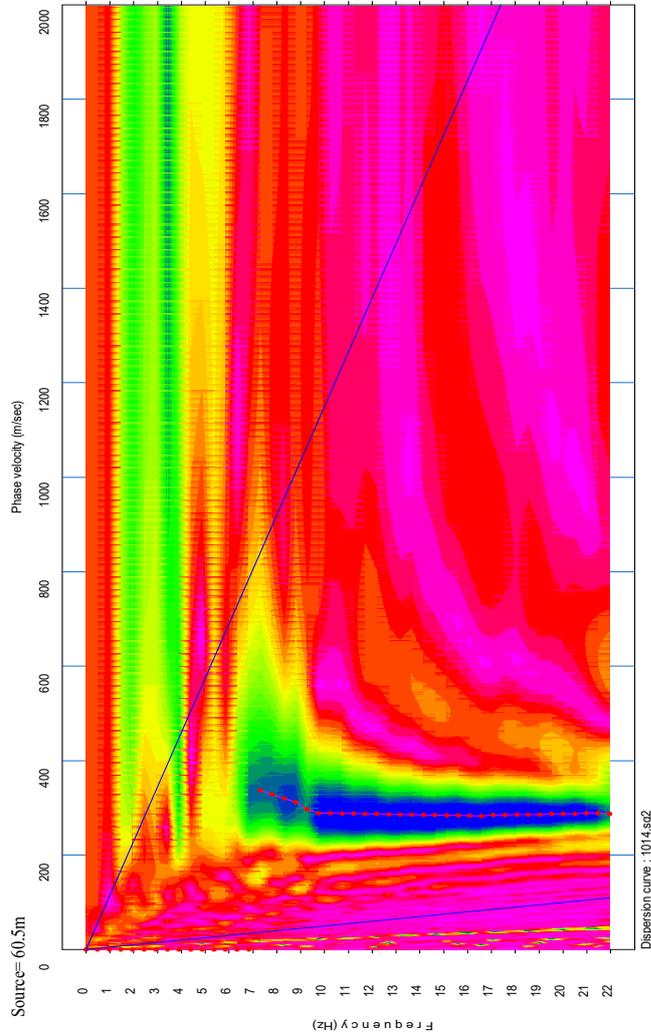
<b>Geofono 1:</b>	<b>0703662-4471803</b>
<b>Geofono 12-13:</b>	<b>0703632-4471803</b>
<b>Geofono 24:</b>	<b>0703603-4471803</b>



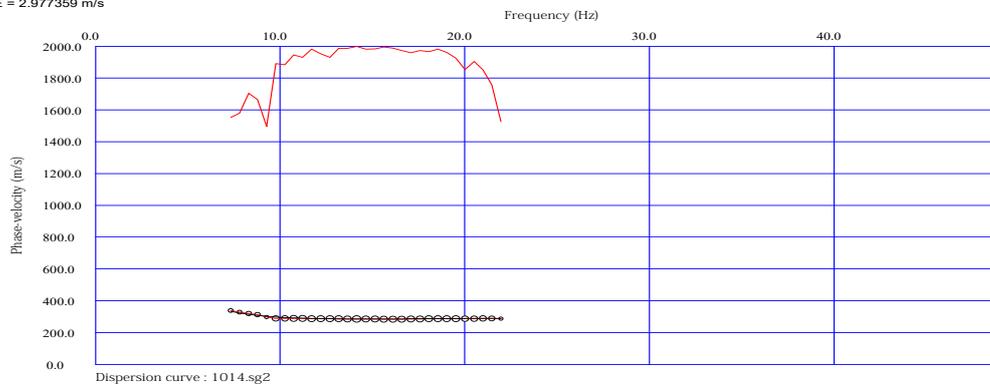
## PRSE 761 - MASW - TA04



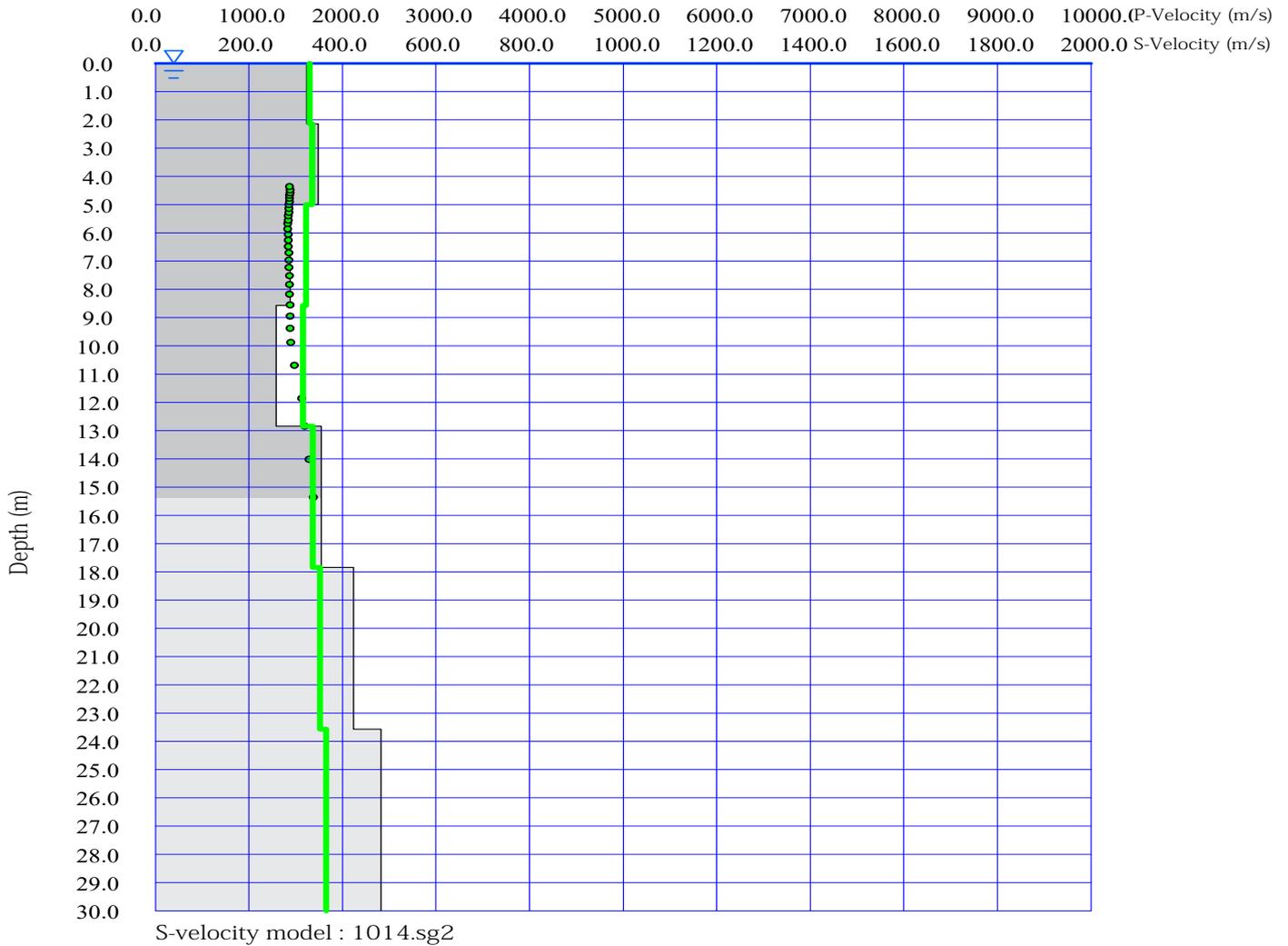
## PRSE 761 - MASW - TA04



RMSE = 2.977359 m/s



## PRSE 761 - MASW - TA04



## PRSE 761 – MASW – TA04

PRSE 761 - TA04

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	2.1	323.84	1649.46	18.35	0.48	5.09	196	581
2	2.1	2.9	348.45	1676.78	18.44	0.48	4.81	228	675
3	5.0	3.6	287.87	1609.54	18.23	0.48	5.59	154	457
4	8.6	4.3	258.20	1576.60	18.12	0.49	6.11	123	366
5	12.9	5.0	355.34	1684.43	18.46	0.48	4.74	238	702
6	17.9	5.7	423.68	1760.28	18.70	0.47	4.15	342	1006
7	23.6	6.4	482.35	1825.41	18.90	0.46	3.78	448	1311
8	30.0 -		482.35	1825.41	18.90	0.46	3.78	448	1311
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m

**Vs,eq :** 354.2 (m/s)

**Categoria suolo :** 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

**Legenda:**

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

## PRSE 761 - MASW - TA04



## **PRSE 761 – MASW – TA05**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **PRSE 761 – MASW – TA05**

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria,, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

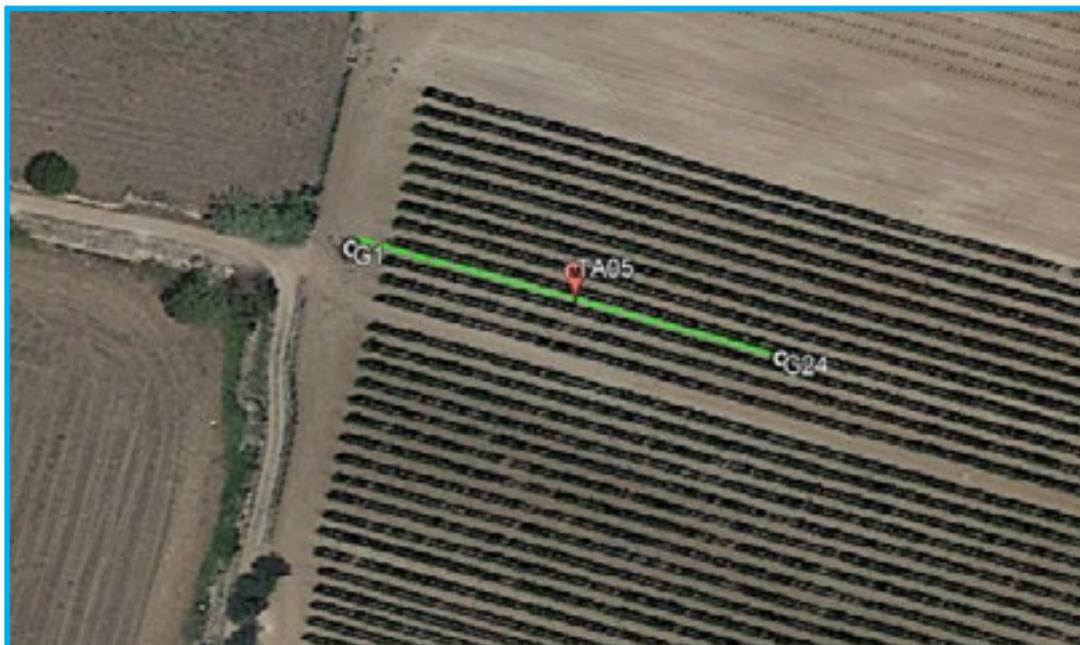
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

<b>Id indagine</b>	<b>TA05 - MASW</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>LIZZANO (TA)</b>
<b>DATA E ORA</b>	<b>19/06/23</b>

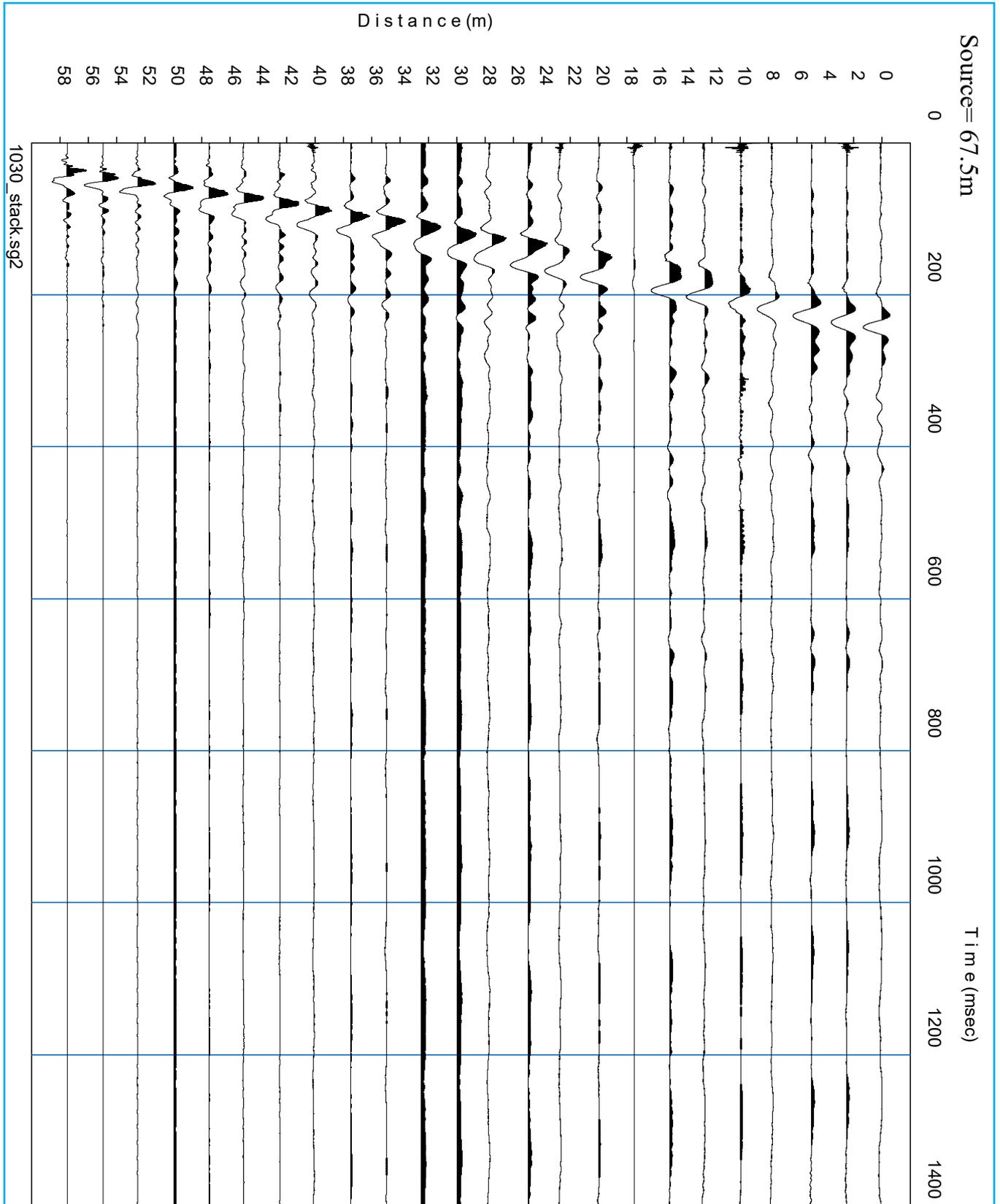
**Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta +10m.**

**Coordinate WGS 84 :**

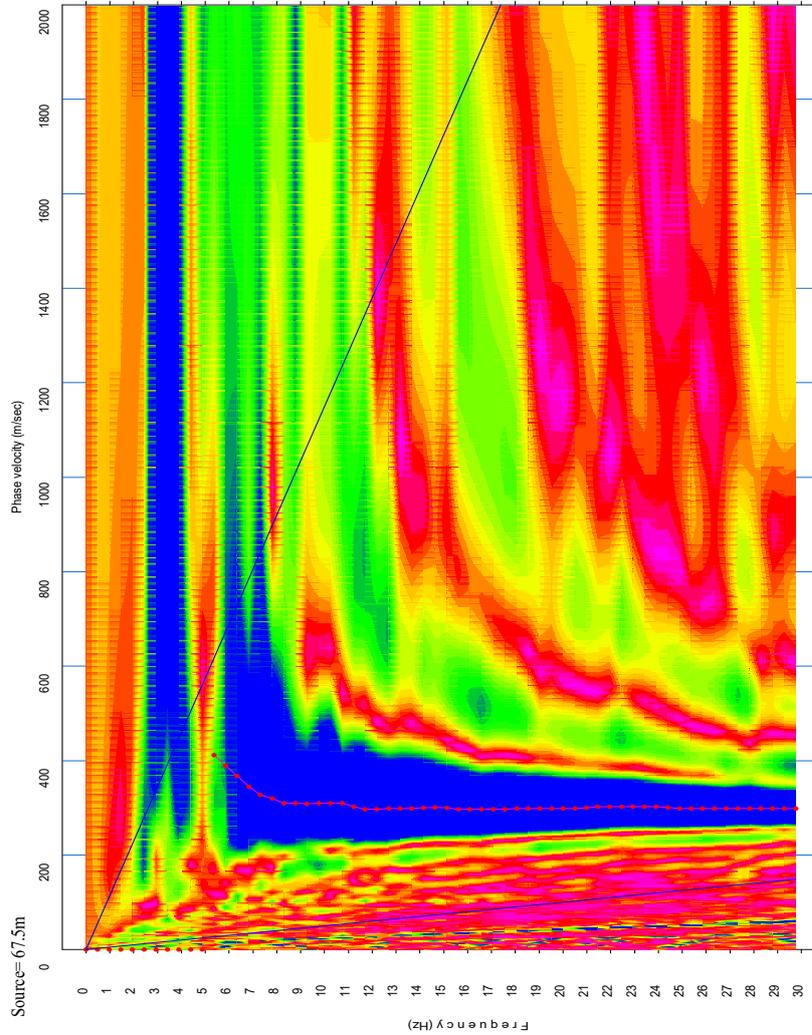
<b>Geofono 1:</b>	<b>0708860-4469249</b>
<b>Geofono 12-13:</b>	<b>0708890-4469243</b>
<b>Geofono 24:</b>	<b>0708918-4469237</b>



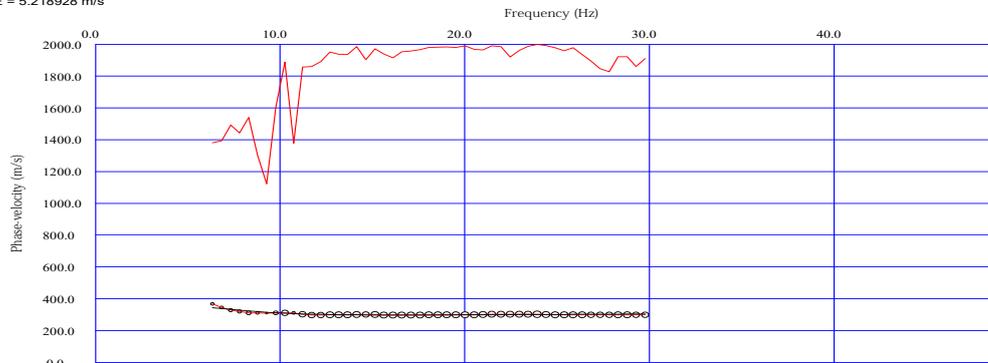
## PRSE 761 - MASW - TA05



## PRSE 761 - MASW - TA05

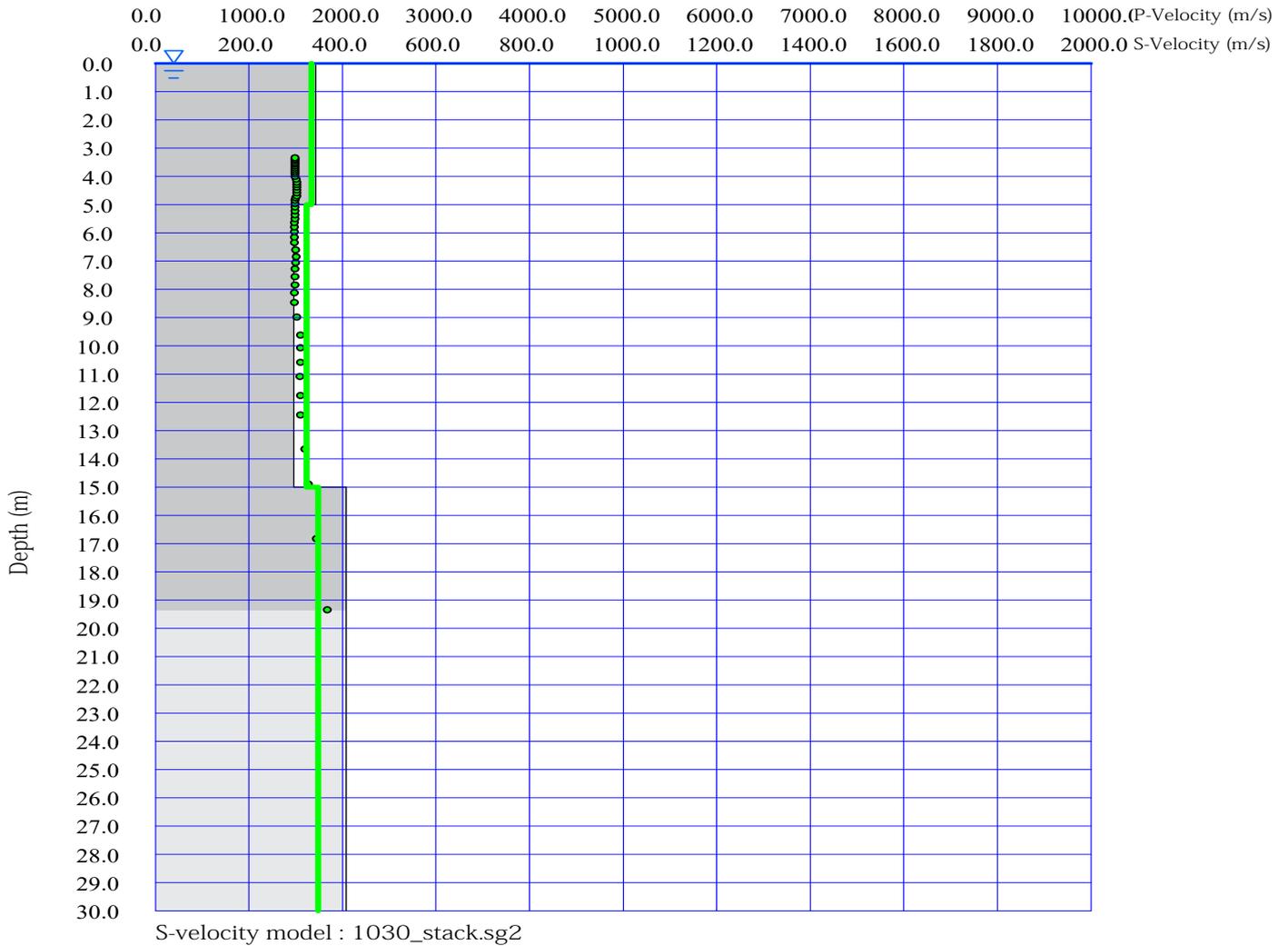


RMSE = 5.218928 m/s



Dispersion curve : 1030\_stack.sg2

## PRSE 761 - MASW - TA05



## PRSE 761 – MASW – TA05

PRSE 761 - TA05

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m <sup>3</sup> ]	n (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	343.46	1671.24	18.42	0.48	4.87	222	655
2	5.0	10.0	296.52	1619.13	18.26	0.48	5.46	164	485
3	15.0	15.0	407.82	1742.68	18.64	0.47	4.27	316	930
4	30.0	-	411.79	1747.09	18.66	0.47	4.24	323	949
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**H =** 30 m

**Vs,eq :** 352.7 (m/s)

**Categoria suolo :** 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

**Legenda:**

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

## PRSE 761 - MASW - TA05



## **TOMOGRAFIA DRSE751 - TA01**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-  
TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01**

### **LA SISMICA A RIFRAZIONE**

Come noto, la sismica a rifrazione utilizza le onde acustiche nei corpi solidi, ricorrendo per l'energizzazione ad un martello percussore, una massa battente oppure una piccola carica esplosiva.

Le onde sismiche (sonore) viaggiano nel sottosuolo a differente velocità a seconda dei litotipi attraversati e subiscono lungo le superfici di discontinuità geologica i fenomeni della riflessione, rifrazione e diffrazione. Le superfici di confine degli strati geologici, caratterizzati da una differenza di velocità tra lo strato superiore ( $V_1$ ) e lo strato ad esso sottostante ( $V_2$ ), producono dei raggi rifratti che viaggeranno parallelamente alla superficie di discontinuità (con la stessa velocità dello strato "più veloce") rifrangendo continuamente verso l'alto (quindi verso lo strato "più lento") energia elastica.

Una delle condizioni principali per l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenti con la profondità ( $V_1 < V_2$ ). Un altro requisito indispensabile per il buon funzionamento di questa metodologia è che gli strati posseggano uno spessore sufficiente per essere rilevati; in caso contrario occorre aumentare il numero di geofoni e diminuirne la spaziatura.

L'energia rifratta che ritorna alla superficie viene misurata utilizzando dei geofoni.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso e, quindi, delle velocità si può risalire alla disposizione geometrica ed alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nella zona di indagine. È buona norma commisurare l'intensità dell'energizzazione alla lunghezza dello stendimento e, quando possibile, utilizzare le opzioni di controllo automatico del guadagno. Diversamente i primi arrivi potrebbero essere difficili da riconoscere sia per l'eccessiva debolezza del segnale (geofoni lontani dal punto di scoppio) sia per la possibile saturazione dei geofoni più vicini.

### **IL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE ONDE P**

Le onde P sono anche chiamate Onde "Primarie" in quanto si propagano nel mezzo attraversato con maggiore velocità rispetto alle altre onde. Nelle onde P le particelle che costituiscono il mezzo attraversato vengono spostate nello stesso senso di propagazione dell'onda: in questo caso in senso radiale. Quindi, il materiale si estende e si comprime con il propagarsi dell'onda.

Le onde P viaggiano attraverso il terreno in modo analogo a quello delle onde sonore attraverso l'aria e la velocità con la quale si propagano in un mezzo dipende dalle proprietà fisiche (cioè rigidità, densità, saturazione) e dal grado di omogeneità del terreno. Dalla sorgente di energizzazione viene emanato un "treno d'onde" i cui segnali saranno rilevati dalle stazioni riceventi ad intervalli di tempo dipendenti dalle caratteristiche elastiche del terreno. La registrazione grafica del treno d'onda in arrivo è chiamata "sismogramma".

I fronti d'onda possono essere superfici sferiche o di forma qualsiasi. Il principio di Huygens, basilare nello studio di qualsiasi perturbazione ondosa, stabilisce però che "in ogni istante, qualsiasi punto di un fronte d'onda di forma qualsiasi può essere considerato come sorgente puntiforme d'onde circolari (oppure sferiche se la perturbazione è in tre dimensioni)".

La propagazione di onde può, quindi, essere interpretata come una continua generazione di onde circolari che, interferendo fra loro, danno luogo a un'onda risultante osservabile macroscopicamente.

Le semirette normali ai fronti d'onda sono chiamate "raggi sismici" ed indicano la direzione di propagazione dell'onda elastica.

Per l'analisi dei dati ottenuti tramite la sismica a rifrazione, è usuale considerare sia le immagini delle onde sismiche sia i percorsi dei raggi sismici. Questi ultimi possono sostituire i fronti d'onda con buona approssimazione, permettendo di trattare soltanto i tempi di percorso delle onde elastiche e non tutte le altre grandezze tipiche di un fenomeno ondulatorio quali ampiezza, frequenza e fase. Quando un raggio incontra un'eterogeneità sul percorso, per esempio un contatto litologico con un altro materiale, il raggio incidente si trasforma in diversi nuovi raggi. Gli angoli che il raggio incidente, i raggi riflessi ed i raggi rifratti formano con la normale alla superficie di contatto tra i due materiali sono legati fra loro ed alle velocità di propagazione da alcune relazioni note come "leggi di SNELL".

Le leggi di Snell affermano che il raggio incidente, riflesso e rifratto giacciono sullo stesso piano; inoltre valgono le seguenti relazioni tra gli angoli:

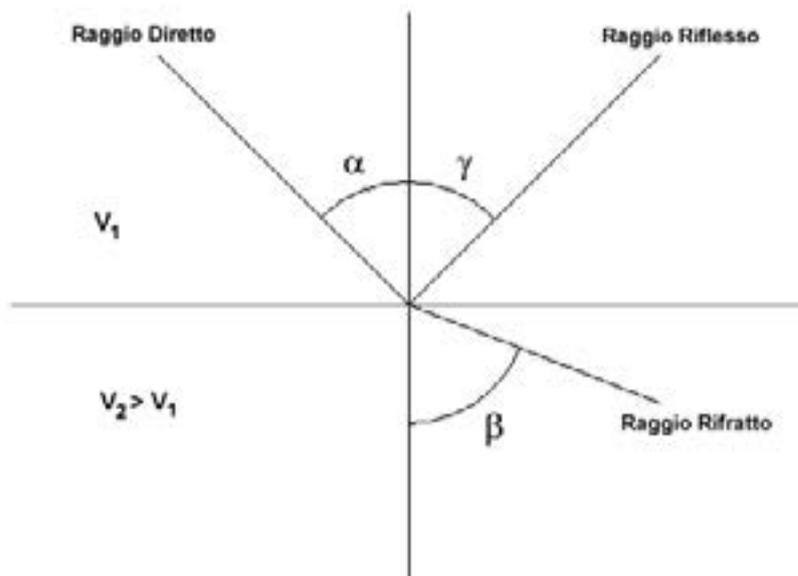
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01

per la riflessione:  $\alpha = \gamma$

per la rifrazione:  $V_1 \cdot \sin \alpha = V_2 \cdot \sin \beta$

Esiste un particolare valore dell'angolo di incidenza, chiamato "angolo critico" o "angolo limite" ( $i_c$ ) particolarmente significativo per la sismologia di rifrazione. Si definisce infatti angolo critico l'angolo d'incidenza che rende  $\beta=90^\circ$ .

Se l'angolo di incidenza è uguale a  $90^\circ$  l'onda rifratta, secondo la teoria di Huygen, si propaga lungo il contorno dello strato e funge da fonte per un nuovo fronte d'onda secondario e per nuovi raggi. I percorsi dei raggi sismici escono con un angolo pari all'angolo critico. E' possibile determinare l'angolo critico calcolando l'inverso del seno del valore della velocità del primo strato/velocità del secondo strato. Se l'angolo di incidenza è maggiore dell'angolo limite, il fenomeno della rifrazione scompare e si ha riflessione totale senza propagazione dell'onda nel secondo strato.



### APPLICAZIONI

Le indagini di sismica a rifrazione vengono normalmente impiegate per le seguenti problematiche:

- Mappatura delle zone formate da materiale disgregato
- Ricerca della profondità della falda freatica
- Determinazione della resistenza allo scavo
- Mappatura della permeabilità di strati ghiaiosi
- Mappatura degli strati composti da materiale sciolto
- Localizzazione delle zone di frattura
- Mappatura del substrato roccioso

## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01**

### **PROBLEMI E LIMITAZIONI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE**

- Le velocità sismiche dei terreni interessati dall'indagine devono crescere con la profondità
- Gli strati debbono possedere uno spessore sufficiente per essere rilevati
- Rilievi eseguiti su terreni di riporto o in aree adibite a discariche e in presenza di forte rumore antropico conducono spesso a risultati non affidabili
- Fratture singole e strette spesso non possono essere identificate.

### **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI**

Gli strumenti capaci di registrare movimenti nel terreno sono detti sismometri o geofoni. Essi saranno necessariamente posti sulla superficie del terreno.

Solitamente, si hanno sismogrammi di diversi geofoni, posti a diversa distanza dalla sorgente: questi possono essere stampati in funzione del tempo e della distanza, in quelle che vengono definite "registrazioni di scoppio" (shot records) e la variazione Tempo/Distanza è detta "scostamento" (moveout). Arrivi con ampio scostamento sono fortemente inclinati nella registrazione di scoppio e viceversa; dalle registrazioni di scoppio è quindi possibile distinguere l'arrivo delle diverse onde sismiche (dirette, riflesse, rifratte).

A piccole distanze (offset) il primo arrivo è delle onde dirette: questo arrivo ha grande ampiezza e lo scostamento è costante a tutte le distanze. A maggiori distanze il primo arrivo comincia ad essere quello dell'onda rifratta. Questo arrivo è caratterizzato da piccola ampiezza d'onda e da scostamento costante ma minore di quello dell'onda diretta. L'ultimo arrivo ad ogni geofono è quello dell'onda riflessa: il suo scostamento tende ad aumentare con la distanza secondo una funzione iperbolica.

Il diagramma che rappresenta i tempi di propagazione delle onde sismiche in funzione della distanza del punto di emissione si definisce "curva di propagazione" o "dromocrona" ("travel time curve"). Definirne l'andamento è compito primario nell'interpretazione della sismica a rifrazione.

Ciò che essenzialmente conta, per il metodo a rifrazione, è identificare il tempo di arrivo della prima onda in ogni geofono ("first break picking"). Questa distinzione non è sempre agevole.

I due segmenti relativi all'arrivo delle onde dirette, prima, e delle rifratte frontali poi, non sono sempre facilmente distinguibili. Il punto di ginocchio, il punto cioè a partire dal quale si verifica la variazione di inclinazione, è detto distanza critica ("cross-over distance"). È quindi importante osservare che la scelta dei primi arrivi deve essere considerata già come parte dell'interpretazione dei dati più che della raccolta; l'operatore dovrà perciò aver cura di verificare direttamente sul sito che il rapporto segnale/rumore sia accettabile, ed eventualmente ripetere l'acquisizione.

### **METODI DI INTERPRETAZIONE**

I metodi di interpretazione per la sismica a rifrazione possono essere raggruppati in tre classi principali:

- (1) Metodi dei Tempi di intercetta (ITM - Intercept-Time Methods)
- (2) Metodi dei Tempi di ritardo o Reciproci (DTM - Delay Time Method)
- (3) Metodi di Ray tracing

Il livello di calcoli richiesto è progressivamente maggiore da metodo a metodo. I metodi ITM richiedono essenzialmente una calcolatrice. I metodi DTM variano dalla versione più semplice a quella generalizzata, e richiedono l'uso di un personal computer. I metodi basati sul Ray Tracing richiedono risorse di calcolo decisamente più elevate e non saranno presi in esame in questo contesto.

I metodi ITM - Time-Intercept Methods.

La dromocrona, o curva distanza-tempo, nel caso di un rilevamento sismico per rifrazione è espressa su un grafico dall'equazione di una retta.

In presenza di stratificazioni piane ed orizzontali l'inclinazione delle rette dei primi arrivi è uguale al reciproco della velocità di propagazione nel mezzo 1 ( $V_1$ ) o nella discontinuità o secondo mezzo ( $V_2$ ). Dai diagrammi di queste rette possiamo determinare lo spessore dello strato superiore.

## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01

In base alla potenza dello strato superiore, infatti, si avrà una retta con uguale inclinazione (essendo questa legata solo alle velocità) ma con un punto di ginocchio diversamente posizionato: più è potente lo strato superiore, maggiore sarà il tempo impiegato dall'onda frontale rifratta per generarsi e tornare in superficie, dunque varierà la distanza di ricezione delle onde dirette e delle rifratte frontali. Lo spessore può essere calcolato considerando l'ascissa del punto di ginocchio ( $x_c$ ) oppure considerando il tempo di intercetta  $t_0$  cioè il valore del tempo di arrivo dell'onda rifratta a distanza 0, ottenuto proiettando sull'asse dei tempi la retta relativa alla velocità di propagazione nel secondo mezzo.

$$h = \frac{x_c}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

$$h = \frac{t_0}{2} \frac{V_2 V_1}{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}$$

Caso di un singolo strato non orizzontale

Prendendo in considerazione la pendenza dello strato i calcoli si complicano:

- le velocità osservate per il secondo strato risultano essere velocità apparenti, che variano significativamente con la pendenza (maggiore alla velocità reale in direzione up-dip e minore in direzione down-dip);
- le profondità determinate mediante i tempi di intercetta sono le profondità inclinate e non le profondità reali sotto il punto di scoppio;
- sono richiesti stendimenti coniugati, in quanto i sismogrammi ottenuti in un'unica direzione forniscono unicamente una velocità apparente per il secondo strato.

Le equazioni per il calcolo delle profondità inclinate sono le seguenti:

$$\text{Profondità}_{(\text{down-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_i(\text{down-dip})}{2 \cos \alpha}$$

$$\text{Profondità}_{(\text{up-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_i(\text{up-dip})}{2 \cos \alpha}$$

Dove:

Profondità (down-dip) = il rifrattore immerge dal punto di sparo verso i geofoni

Profondità (up-dip) = il rifrattore risale verso il punto di sparo

$V_1$  = velocità del terreno

$t_i$  (up-dip) = tempo di intercetta up-dip

$t_i$  (down-dip) = tempo di intercetta down-dip

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{V_2}$$

Un' approssimazione utile per  $V_2$  (che non può essere misurato direttamente dalla curva dei tempi di percorso) è data dalla seguente equazione:

$$V_2 = \frac{2 \cdot V_{2(\text{up-dip})} \cdot V_{2(\text{down-dip})}}{V_{2(\text{up-dip})} + V_{2(\text{down-dip})}} \cos \delta$$

## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01

Dove:

V2 = velocità approssimata dello strato sottostante

V2(up-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata up-dip

V2(down-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata down-dip

J = valore stimato della pendenza

Il valore dell'angolo d è calcolabile utilizzando la seguente formula:

$$\delta = \frac{\sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{down-dip})}}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{up-dip})}}\right)}{2}$$

Poiché il coseno dell'angolo d è approssimativamente 1.0, è necessario che le pendenze siano basse.

E' necessario sottolineare che il presupposto primario nell' uso dei metodi ITM è che la geometria della superficie di contatto sia piana. Questo presupposto permette di usare le informazioni derivate dalle osservazioni (arrivi) oltre la distanza del punto di ginocchio per derivare una profondità che è determinata nell'intorno del punto di energizzazione.

Tuttavia, questi metodi sono utili per una valutazione di massima delle profondità e per eseguire un semplice controllo dei risultati ottenuti con tecniche di interpretazione più sofisticate.

Caso di terreno multistrato

Il caso di terreni multistrato non comporta particolari variazioni. I principi di calcolo rimangono gli stessi, con la sovrapposizione (arrivi da entrambe le direzioni) per tutti gli strati necessari. Per gli strati orizzontali possono essere utilizzate le seguenti equazioni:

$$h_2 = \frac{t_{i3} V_2 V_3}{2 \sqrt{V_3^2 - V_2^2}} - h_1 \left( \frac{V_2}{V_1} \right) \sqrt{\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_3^2 - V_2^2}}$$

Lo spessore h1 del primo strato è determinata usando il caso di un terreno con due strati ed il tempo di intercetta ti2 del secondo segmento di linea o la distanza critica Xc2 determinata dai primi due segmenti di linea. Questo spessore è usato nel calcolo dello spessore dello strato seguente h2.

In termini di distanza critica l'equazione può essere così riscritta:

$$h_2 = \frac{X_{c3}}{2} \sqrt{\frac{V_3 - V_2}{V_3 + V_2}} + \frac{h_1}{V_1} \left( \frac{V_3 \sqrt{V_2^2 - V_1^2} - V_2 \sqrt{V_3^2 - V_1^2}}{\sqrt{V_3^2 - V_2^2}} \right)$$

Il calcolo può essere esteso agli strati più profondi usando estensioni di queste equazioni generali. Poiché le equazioni in questa forma contengono gli spessori degli strati meno profondi, il calcolo comincia con il primo strato e progredisce verso il basso. Si noti che queste equazioni non comprendono la pendenza.

Le equazioni per gli strati piani inclinati sono utilizzate nel metodo GRM (Palmer - 1980).

Metodi del Reciproco (Reciprocal methods)

I metodi reciproci includono più di 20 metodi di interpretazione, compresi i metodi basati sui tempi di ritardo, i quali possono o non possono richiedere la misura di un tempo reciproco.

Il tempo reciproco è il tempo di corsa lungo il rifrattore da una sorgente di energizzazione ad un'altra.

Esistono diverse versioni di questi metodi che si differenziano per alcuni fattori di correzione. In generale si ipotizza una superficie di contatto non eccessivamente inclinata ed una velocità del rifrattore costante.

Conoscendo il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G ed il tempo di percorso

## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01

coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G ed il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G1 (possibilmente distante dal primo) ed il tempo di percorso coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G1 è possibile calcolare la velocità V2 del rifrattore utilizzando la seguente formulazione:

$$V_2 = \frac{2|\Delta x|}{|\Delta t| + |\Delta t'|}$$

Dove:

$\Delta x$  = distanza in superficie compresa tra il geofono G ed il geofono G1

$\Delta t$  = differenza dei tempi di percorso diretti

$\Delta t'$  = differenza dei tempi di percorso coniugato

Il tempo t di percorso diretto per il geofono G può essere espresso dalla seguente formulazione:

$$t = \frac{h_g + h_s}{V_1} \cos i_c + \frac{x_g}{V_2}$$

Dove:

$h_g$  = minima profondità in corrispondenza del geofono

$h_s$  = minima profondità in corrispondenza della sorgente

$x_g$  = distanza fra il geofono e lo sparo

Analogamente potrà essere scritta una equazione equivalente per il tempo impiegato dall'onda sismica a raggiungere il geofono G partendo dalla sorgente coniugata.

I tempi calcolati saranno ovviamente differenti; ciò che invece deve essere uguale è il tempo del percorso totale, fra le sorgenti dirette e coniugate. Questo tempo è chiamato tempo di estremità:

$$t = \frac{h_s + h_{s'}}{V_1} \cos i_c + \frac{x_0}{V_2}$$

dove  $x_0$  è uguale alla somma della distanza del geofono dal punto di sparo del percorso diretto e della distanza del geofono dal punto di sparo nel percorso coniugato.

Sottraendo al tempo di estremità la somma dei tempi precedentemente calcolati, è possibile risolvere l'equazione rispetto ad h ed ottenere la profondità minima. Tale procedimento dovrà essere eseguito per ogni geofono.

La profondità h rappresenta il raggio di un arco di circonferenza con centro nella posizione del relativo geofono: il contorno del rifrattore toccherà almeno in un punto ciascuno di questi archi e quindi potrà essere determinato graficamente come involucro degli archi.

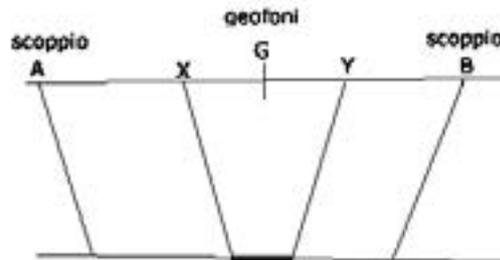
### Metodo del Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method - GRM)

Il metodo reciproco generalizzato è stato sviluppato per sormontare alcune imperfezioni dei metodi più semplici, i quali sono messi in difficoltà dalla presenza di superfici, topografiche o del sottosuolo, particolarmente accidentate. Il metodo di Palmer utilizza due funzioni: la funzione di analisi-velocità e la funzione tempo-profondità.

#### La funzione Analisi Velocità

La particolarità del metodo è l'uso degli arrivi diretti ed inversi a due geofoni, posti ad una distanza XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto di emersione dal rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



La funzione analisi-velocità, riferendosi alla figura sottostante, è definita dall'equazione:

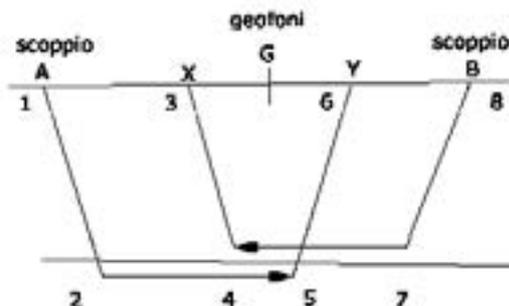
$$t = \frac{t_{AY} - t_{BX} + t_{AB}}{2}$$

$$t_{AY} = (12) + (34) + (45) + (56)$$

$$t_{BX} = (78) + (57) + (45) + (34)$$

$$t_{AB} = (12) + (24) + (45) + (57) + (78)$$

$$t = \frac{2(12) + 2(24) + (45)}{2}$$



Il valore di questa funzione è riferito al punto mediano G fra X ed Y.

Producendo i grafici dei tempi di percorso in relazione alla posizione dei geofoni è possibile derivare la velocità  $V_2$  del rifrattore, indipendentemente dall'inclinazione e dalla topografia. Ciò che influenza il calcolo è dunque la scelta dei geofoni XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto d'uscita sul rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

La funzione Tempo-Profondità

Il metodo GRM prevede ora la creazione di funzioni tempo-profondità per ciascun geofono.

Facendo riferimento alla figura precedente la funzione generalizzata tempo-profondità è definita. Calcolo del valore di XY ottimale dall'equazione:

$$t = \frac{t_{AY} + t_{BX} - (t_{AB} + XY/V_2)}{2}$$

## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01**

### **Calcolo del valore di XY ottimale**

La valutazione della distanza XY ottimale può essere ottenuta utilizzando le velocità e gli spessori di strato precedentemente determinati: se sono noti gli spessori e le velocità di ciascuno strato, il valore XY per ogni strato può essere calcolato direttamente, quindi applicando un procedimento iterativo è possibile determinare tali valori automaticamente e con notevole precisione.

### **Metodo del Ray Tracing**

I programmi basati su questa metodologia partono solitamente da una prima interpretazione effettuata con uno dei metodi precedentemente descritti, quindi viene calcolato il tempo di arrivo previsto ad un geofono in base ad un modello iniziale.

La complessità del calcolo aumenta in funzione del modello utilizzato. Il calcolo è eseguito in forma iterativa fino a convergenza, che nei modelli più complessi deve a volte essere forzata.

Dopo aver determinato i tempi di arrivo ai geofoni occorre correggere il modello così da far coincidere, per quanto possibile, i tempi calcolati ed i tempi osservati, quindi si procede nuovamente con il calcolo dei tempi di percorso basati sul modello corretto.

### **Onde P-Descrizione del metodo e della strumentazione**

L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente a impatto o esplosiva e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito da un'onda elastica diretta e da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, è generata da interfacce rifrangenti che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità. I primi arrivi, individuati su sismogrammi rilevati dai geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismo stratigrafiche.

### **Onde P-Elaborazione dei dati**

L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- Inserimento delle geometrie mediante il software Pickwin (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- Applicazione dei filtri "lowpass" e "highpass" per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- Picking dei primi arrivi;
- Export delle dromocrone;
- Inversione tomografica dei dati attraverso l'applicativo Plotrefa;
- Definizione del modello sismostratigrafico.

### **Onde P-Rappresentazione dei dati**

I dati elaborati sono stati esportati e restituiti come di seguito riportato:

- sismogrammi relativi agli scoppi;
- dromocrone relative rispettivamente alle onde P;
- sezioni tomografiche
- modelli sismo stratigrafici.

In particolare l'elaborazione tomografica rappresenta l'andamento dei sismo strati, lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ottenuta dalla elaborazione ed inversione dei dati sismici; il modello sismo stratigrafico rappresenta invece l'interpretazione degli stessi sismo strati.

### **Onde P-Interpretazione dei risultati**

Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante precisare che generalmente:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore  $h$  ubicato a profondità  $z$  dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui  $h < 0.25 * z$ .
- c) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01**

**Id indagine** PRSE751 - SISMICA A RIFRAZIONE - TA01  
**LOCALITA'** CAROSINO (TA)  
**DATA E ORA** 19/06/2023

**Coordinate WGS 84 :**

**Geofono 1:** 0706225-4483144  
**Geofono 12-13:** 0706226-4483115  
**Geofono 24:** 0706227-4483083

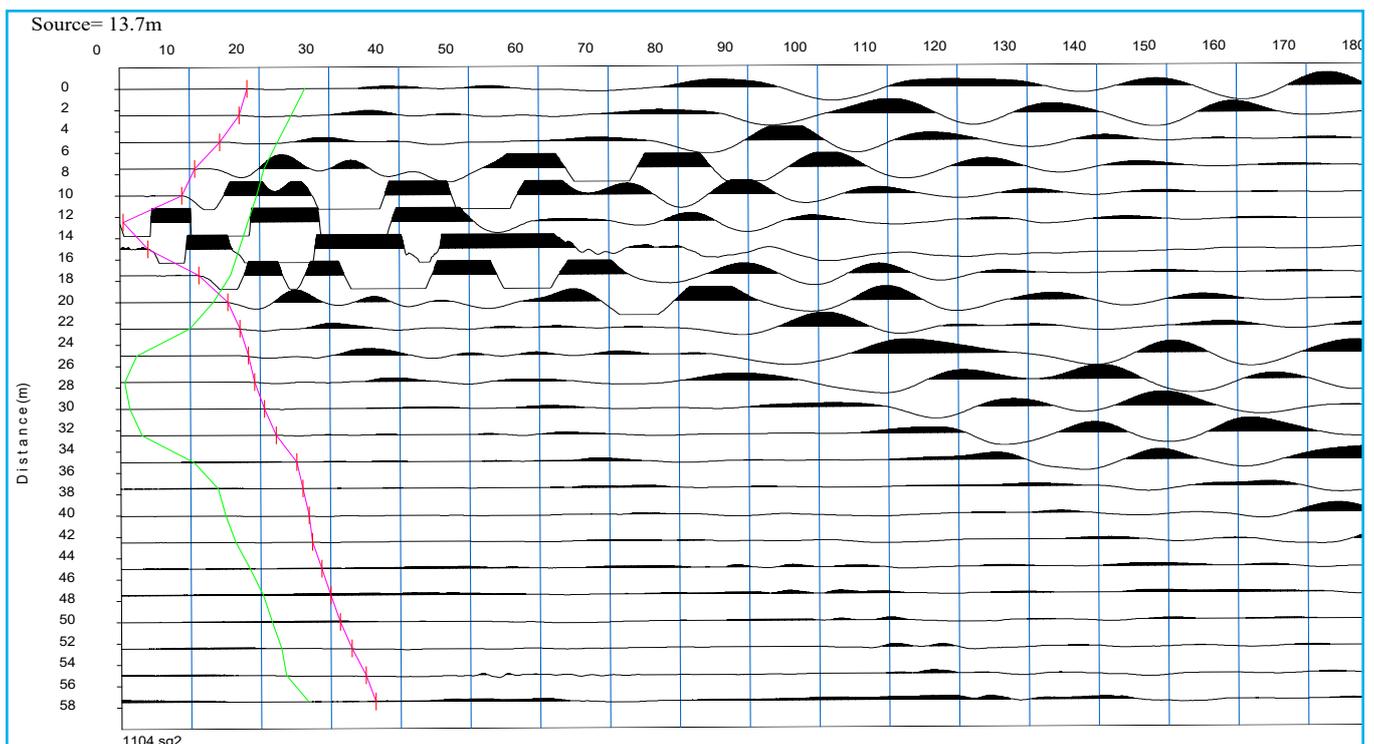
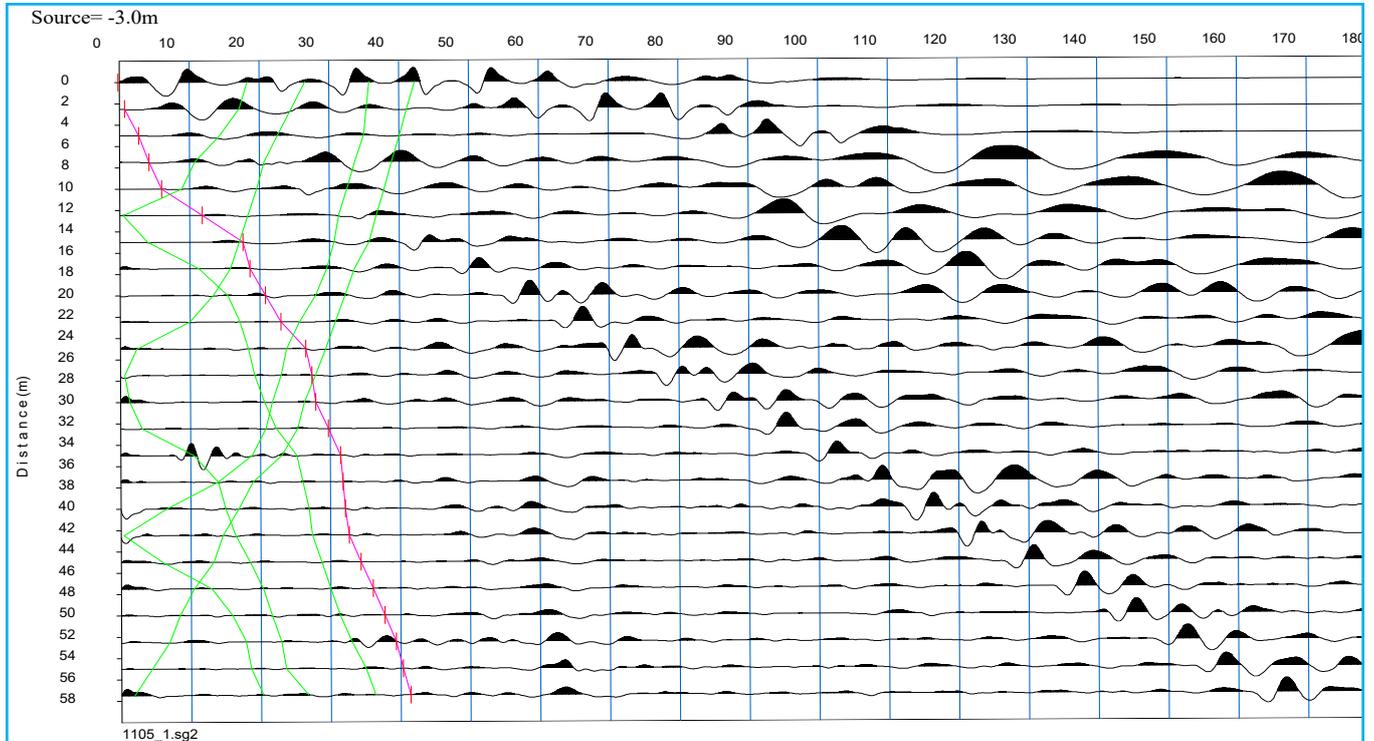
### **Onde P-Acquisizione dei dati**

**Distanza tra i geofoni :** 2.5 m  
**Estensione della prova:** 60 m  
**Posizione dello scoppio:**

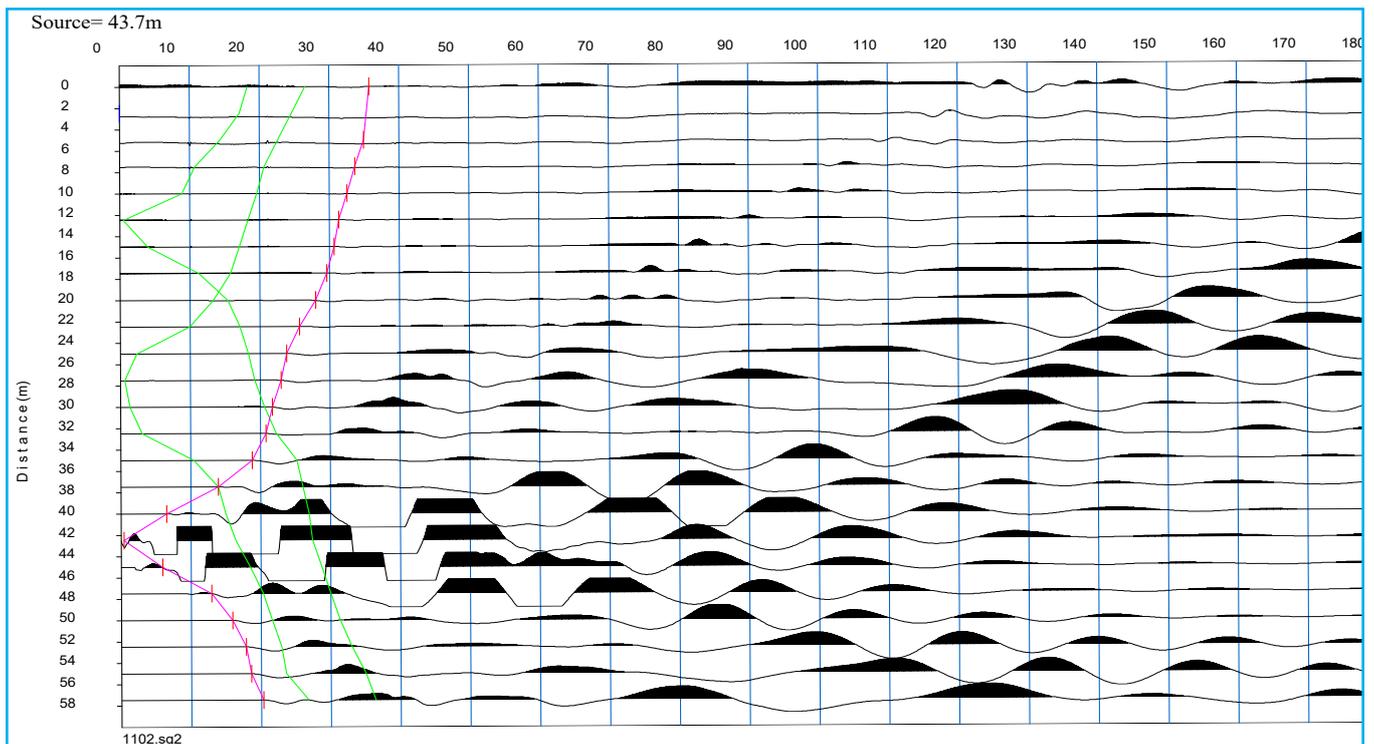
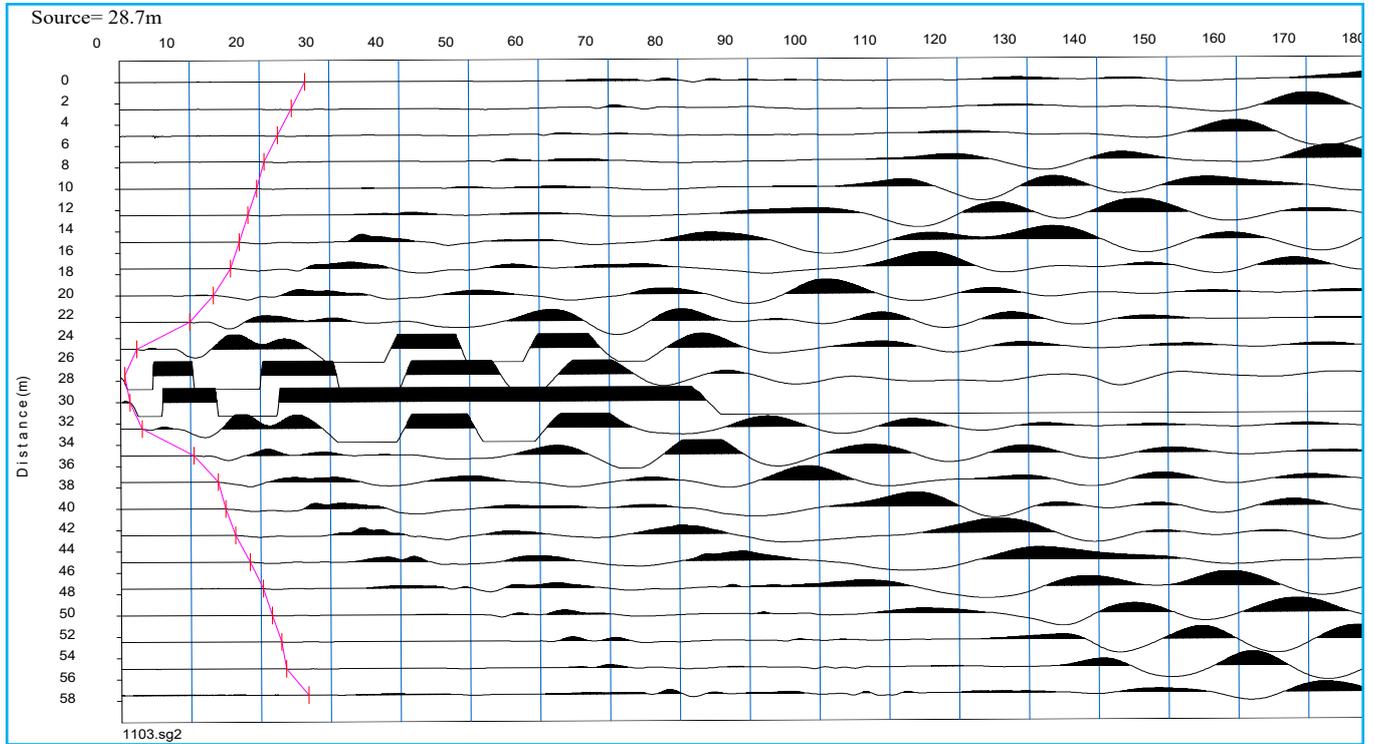
**Scoppio 1:** -3.00 m;  
**Scoppio 2:** 13.75 m;  
**Scoppio 3:** 28.75 m;  
**Scoppio 4:** 43.75 m;  
**Scoppio 5:** 60.50 m;



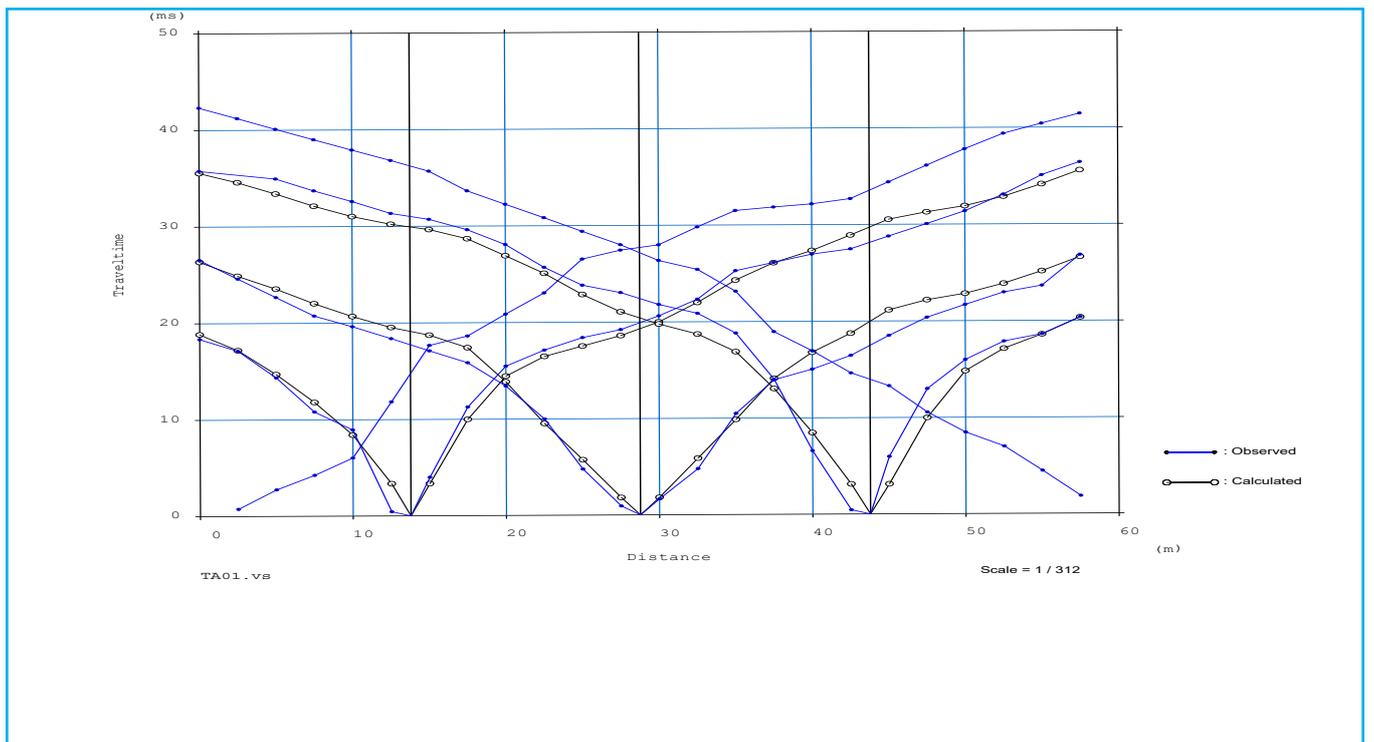
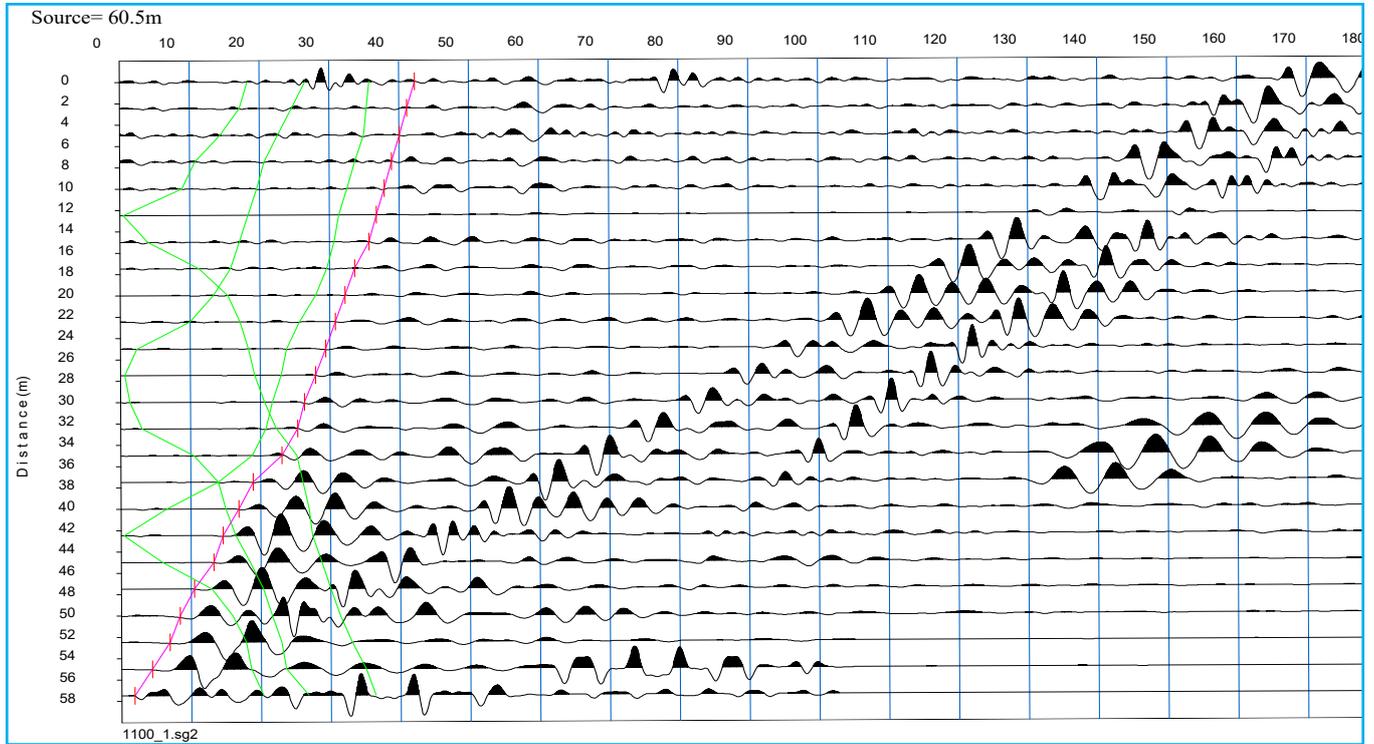
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



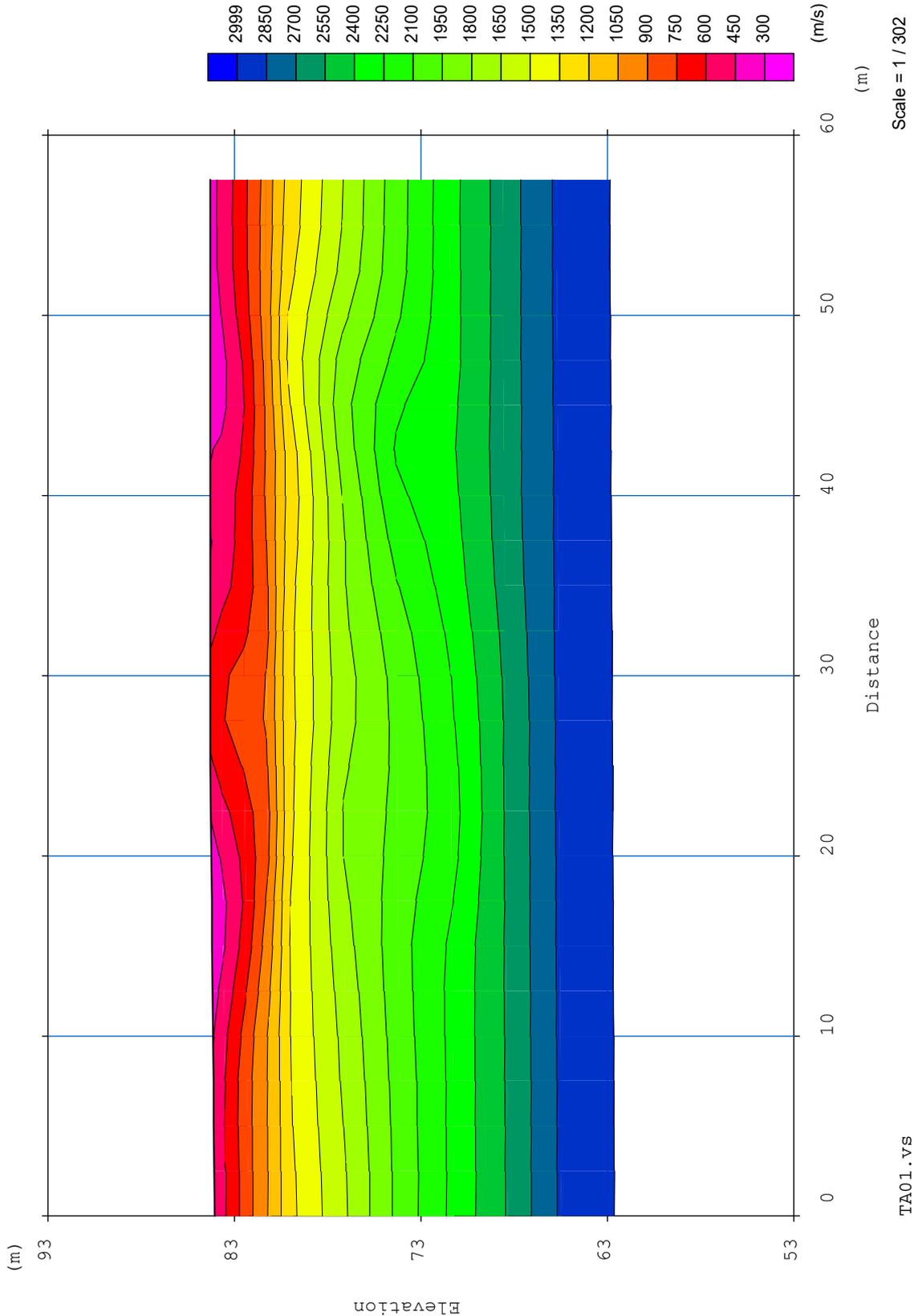
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



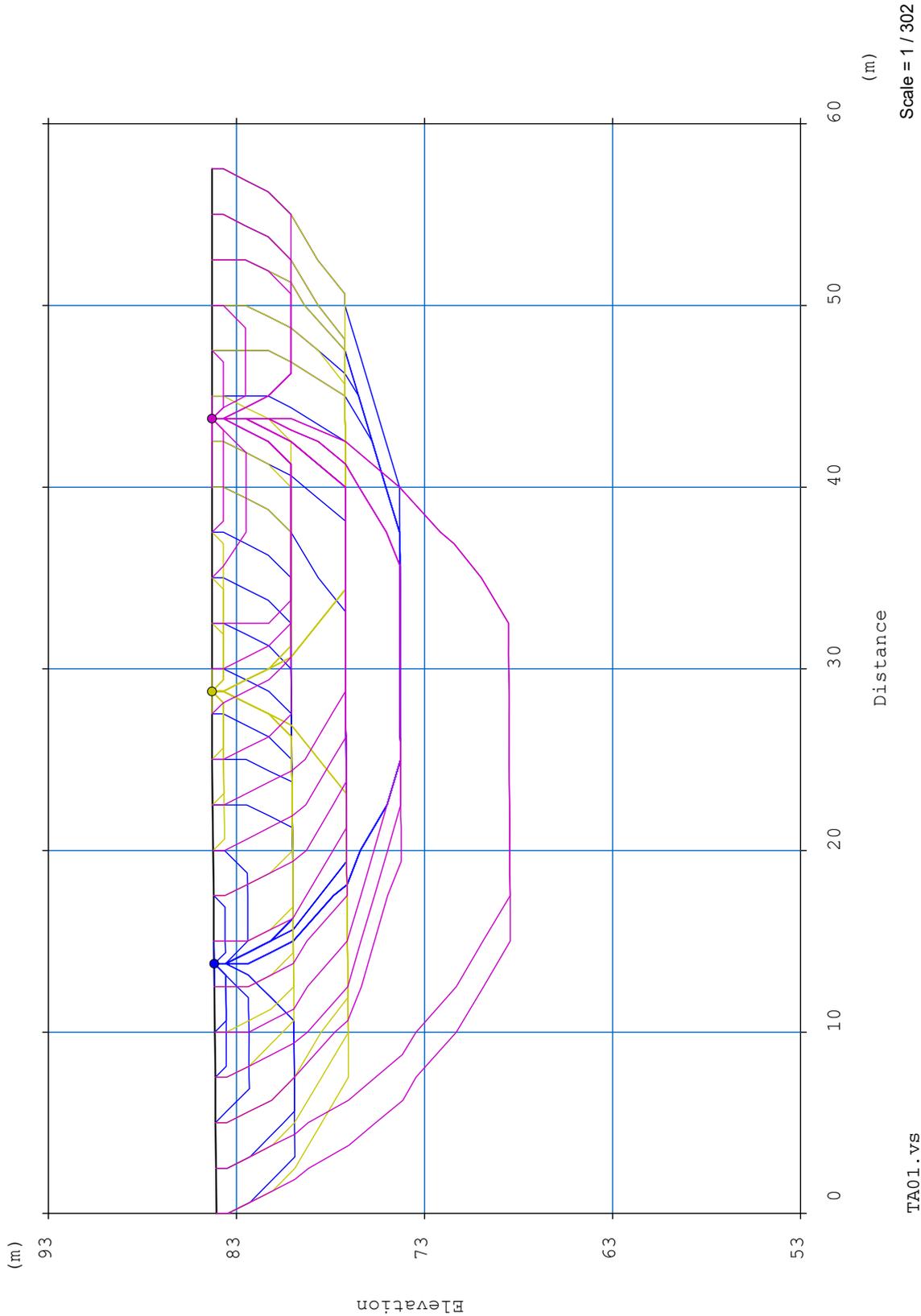
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



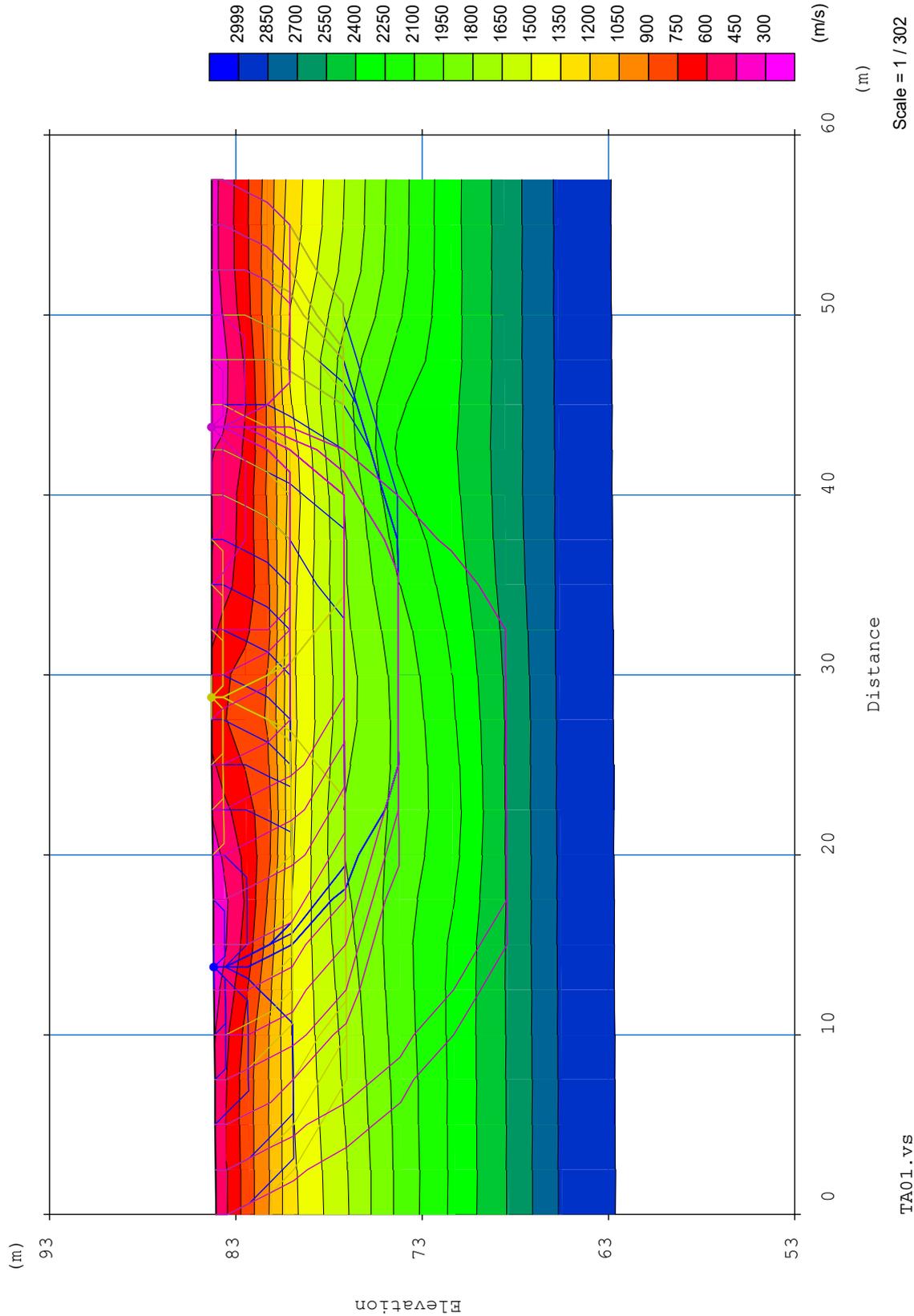
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



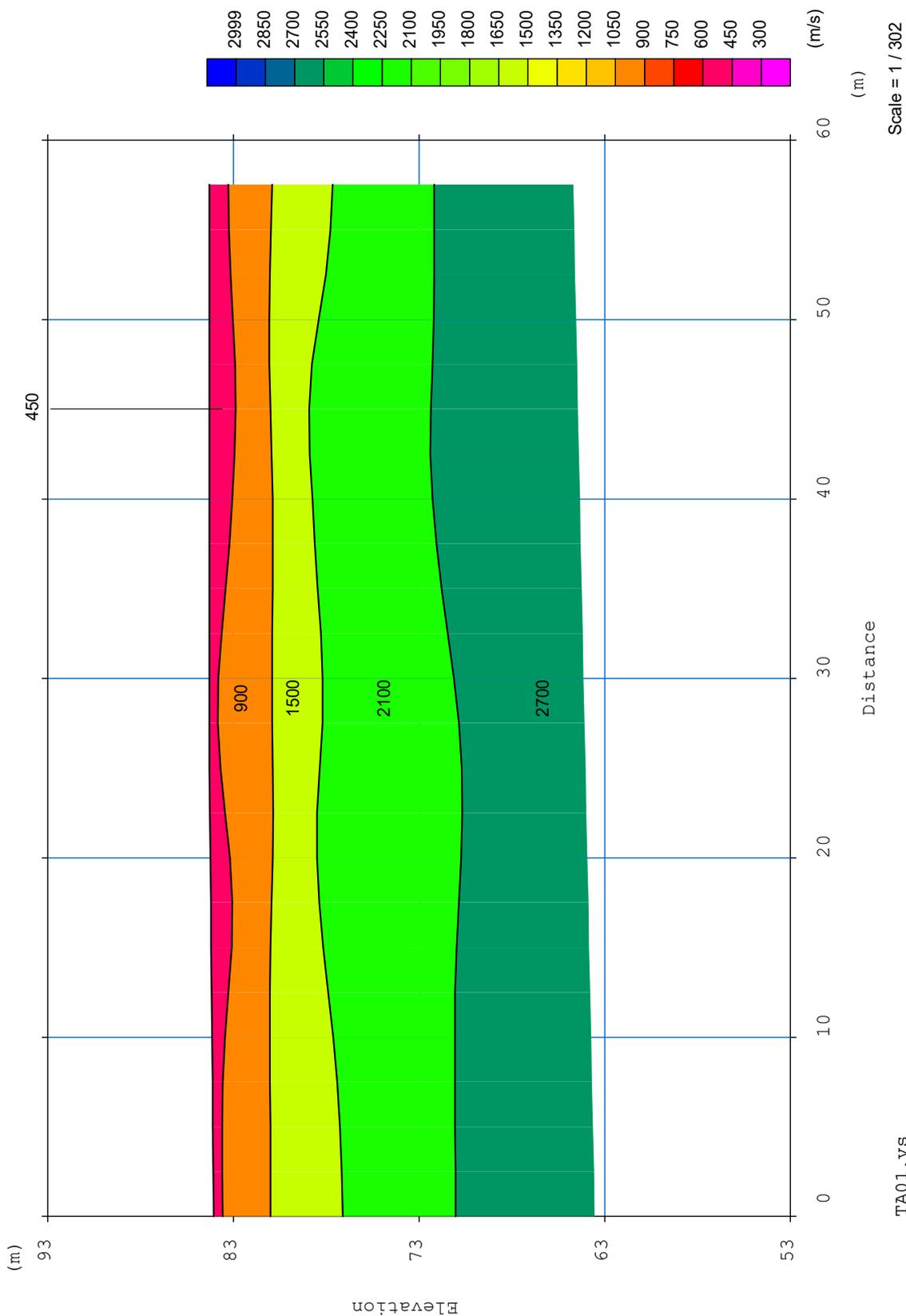
## TOMOGRAFIA DRSE751 - TA01



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA01**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-  
TORRICELLA**  
**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02**

**Id indagine** PRSE751 - SISMICA A RIFRAZIONE - TA02  
**LOCALITA'** LIZZANO (TA)  
**DATA E ORA** 19/06/2023

**Coordinate WGS 84 :**

**Geofono 1:** 0710753-4474082  
**Geofono 12-13:** 0710749-4474110  
**Geofono 24:** 0710744-4474137

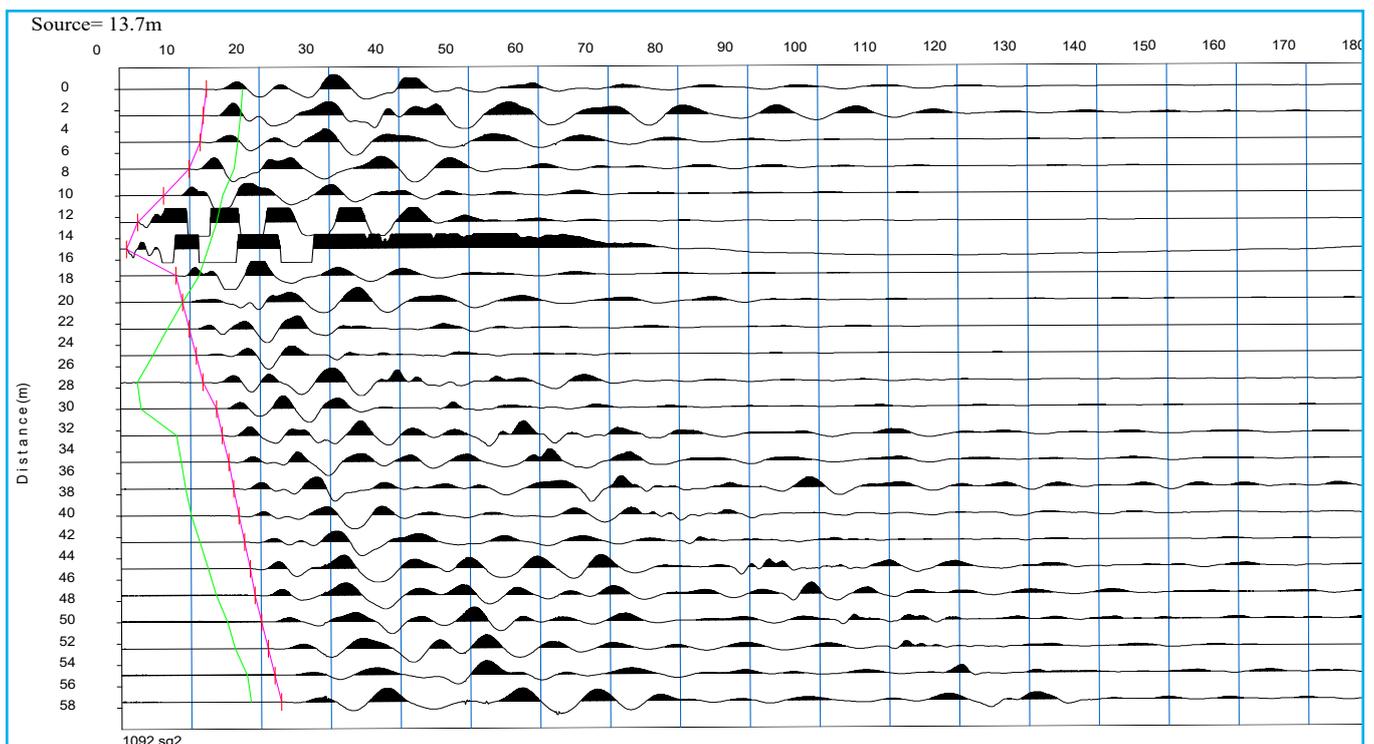
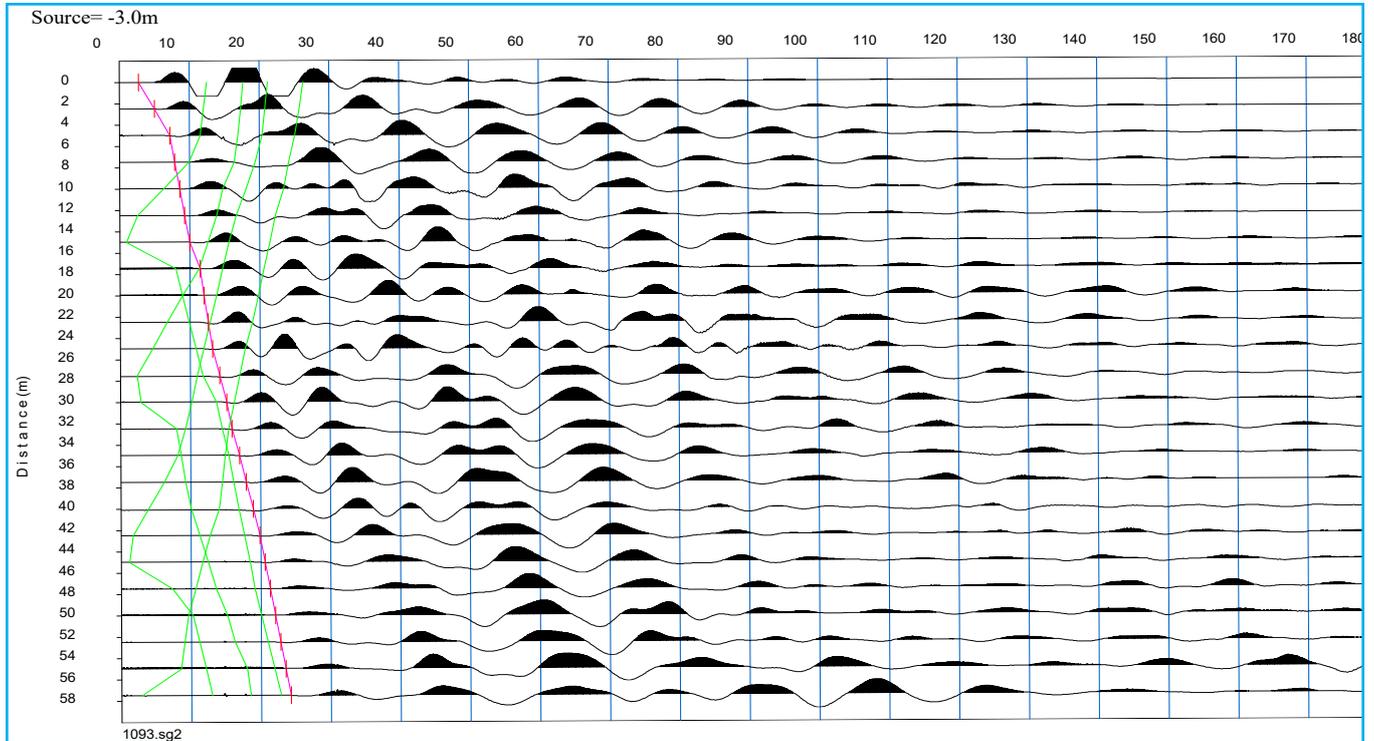
### **Onde P-Acquisizione dei dati**

**Distanza tra i geofoni :** 2.5 m  
**Estensione della prova:** 60 m  
**Posizione dello scoppio:**

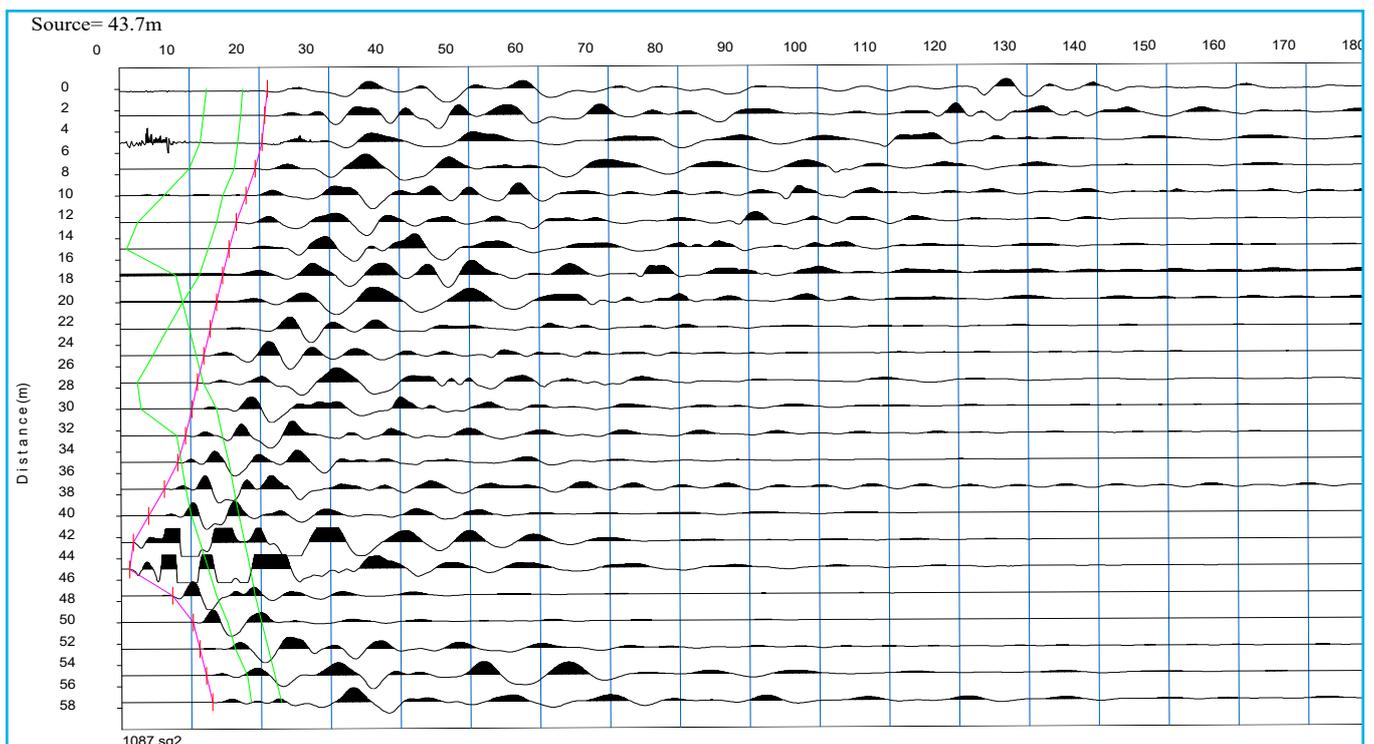
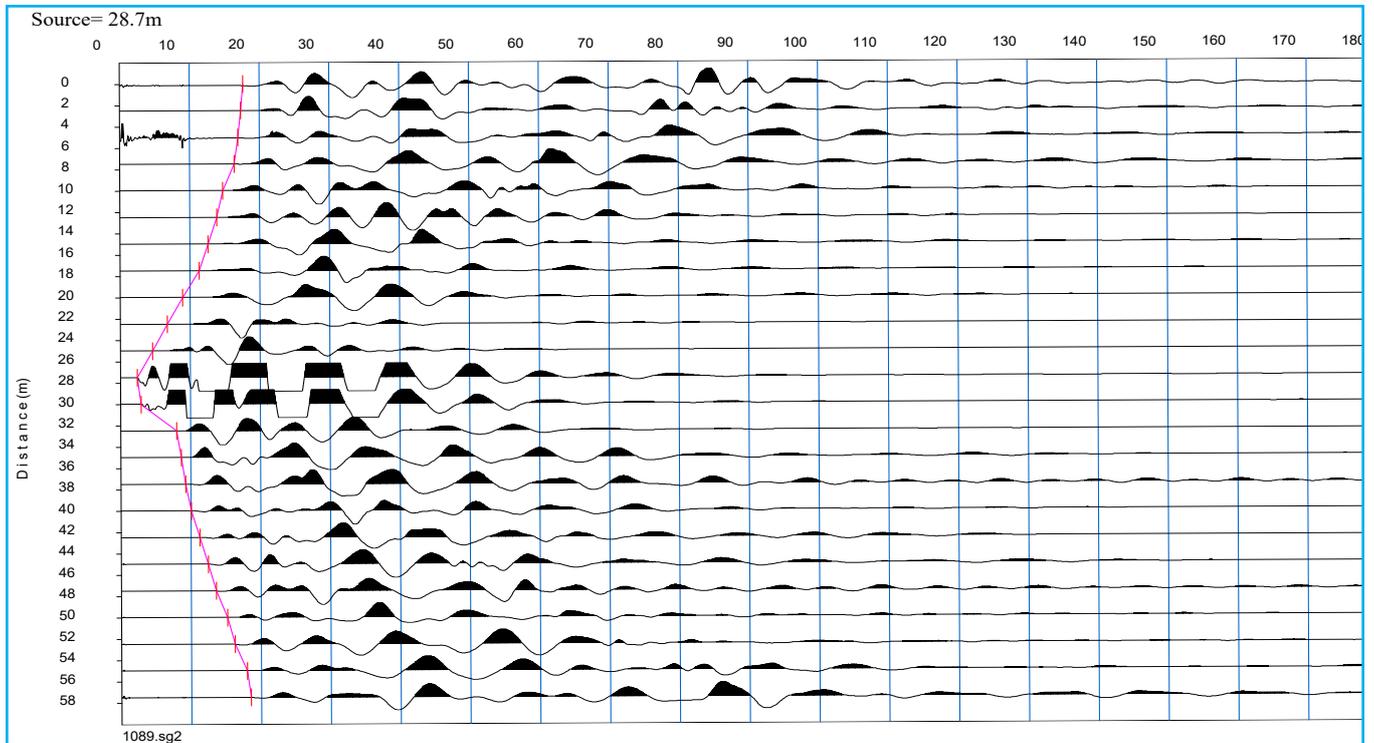
**Scoppio 1:** -3.00 m;  
**Scoppio 2:** 13.75 m;  
**Scoppio 3:** 28.75 m;  
**Scoppio 4:** 43.75 m;  
**Scoppio 5:** 60.50 m;



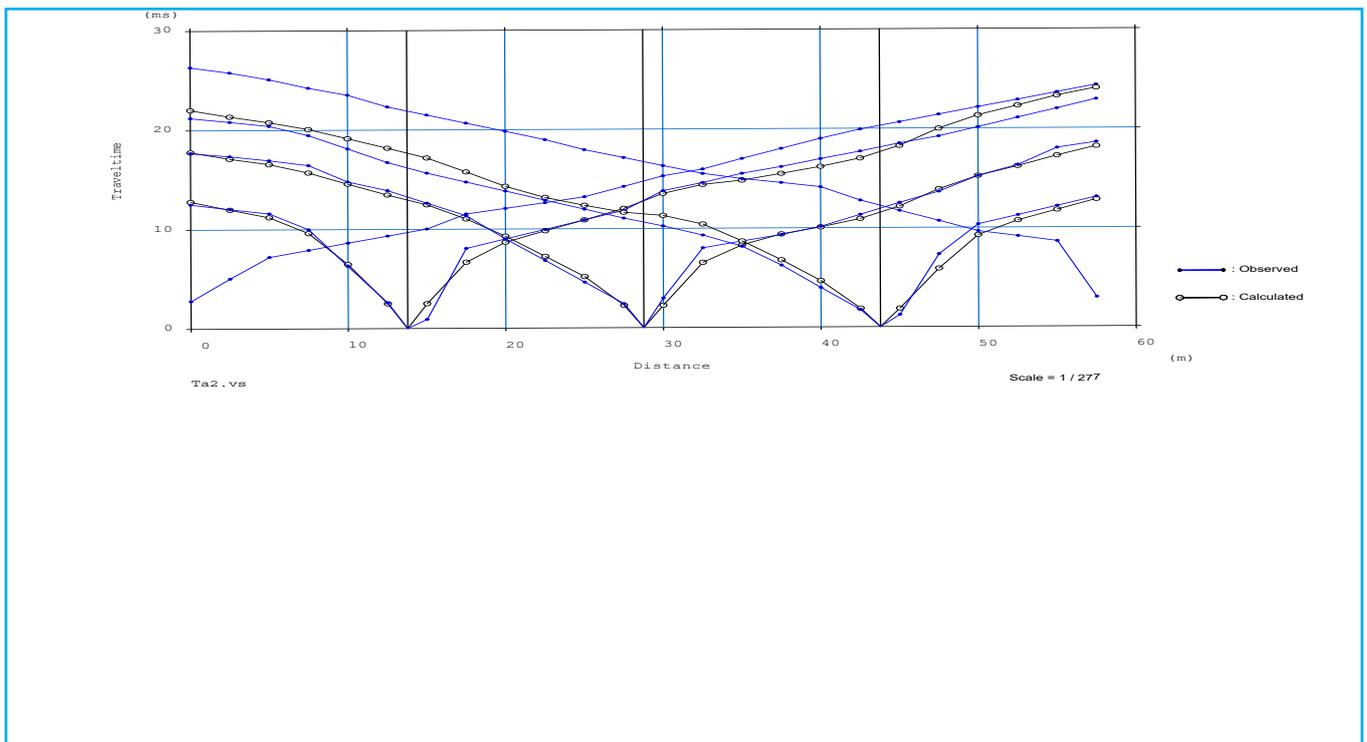
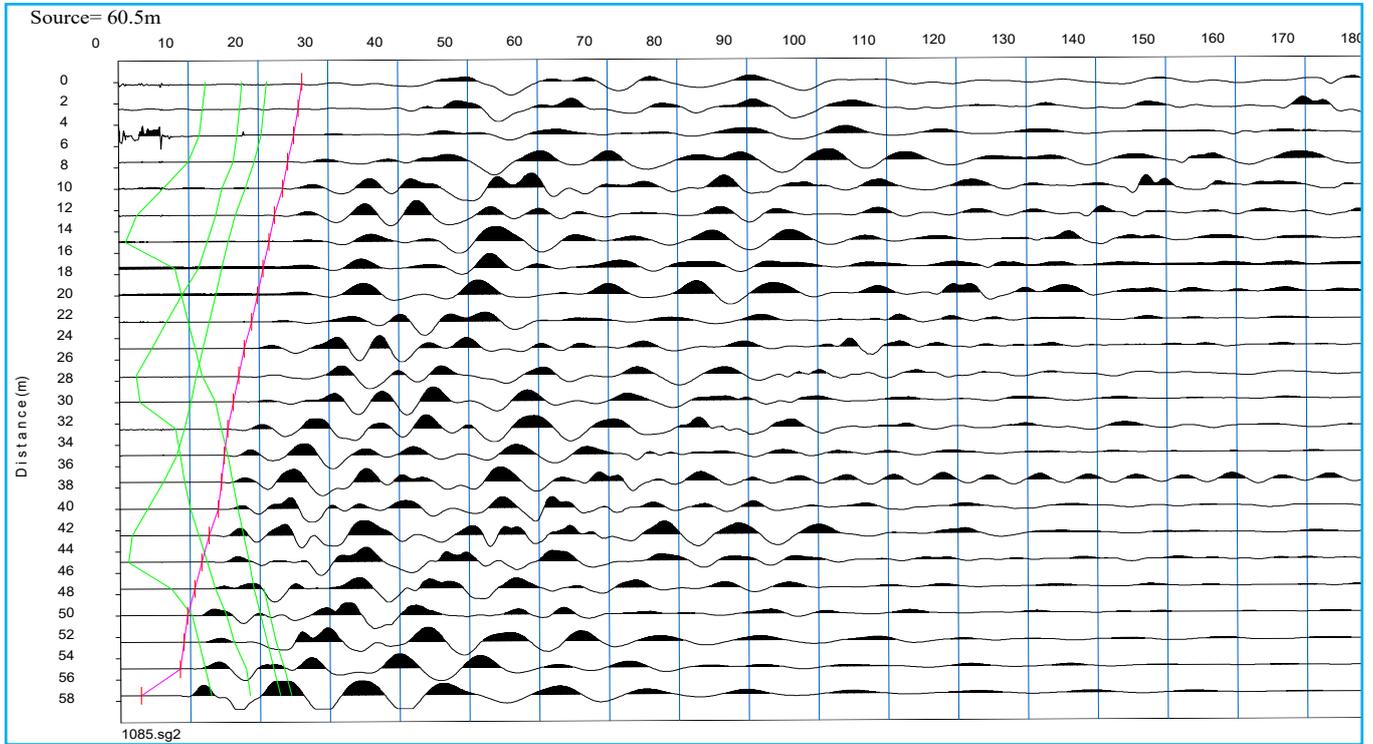
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



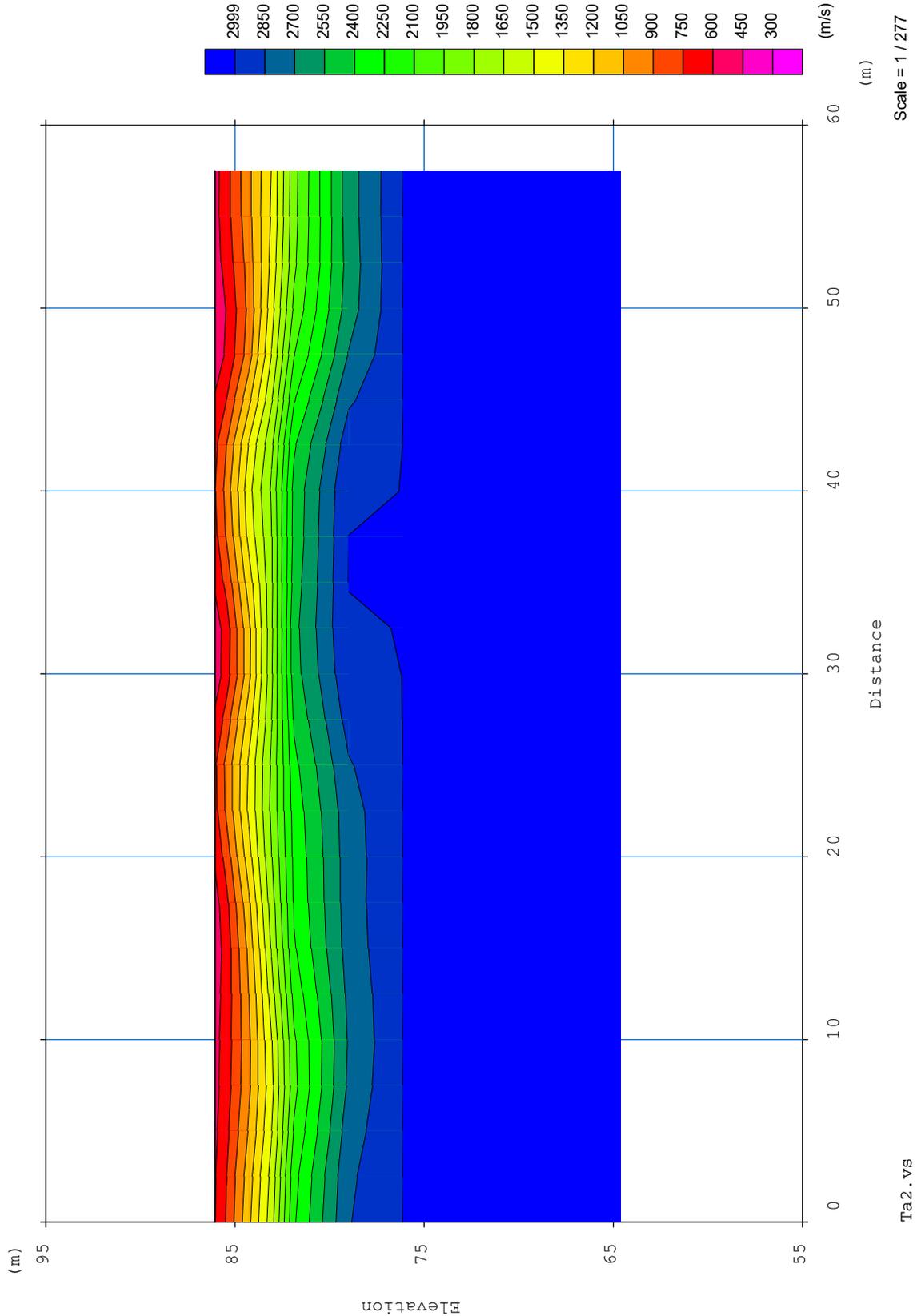
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



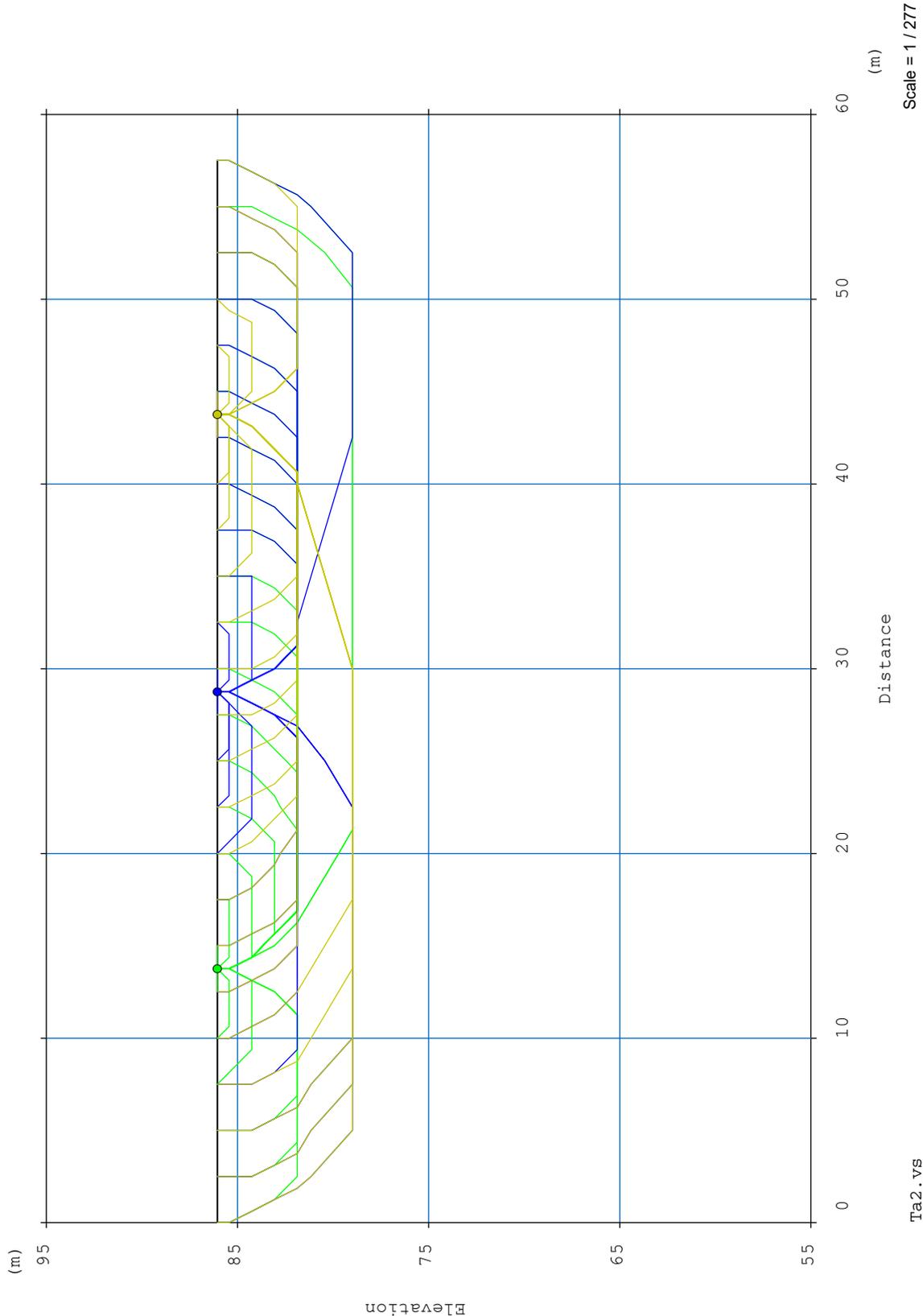
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



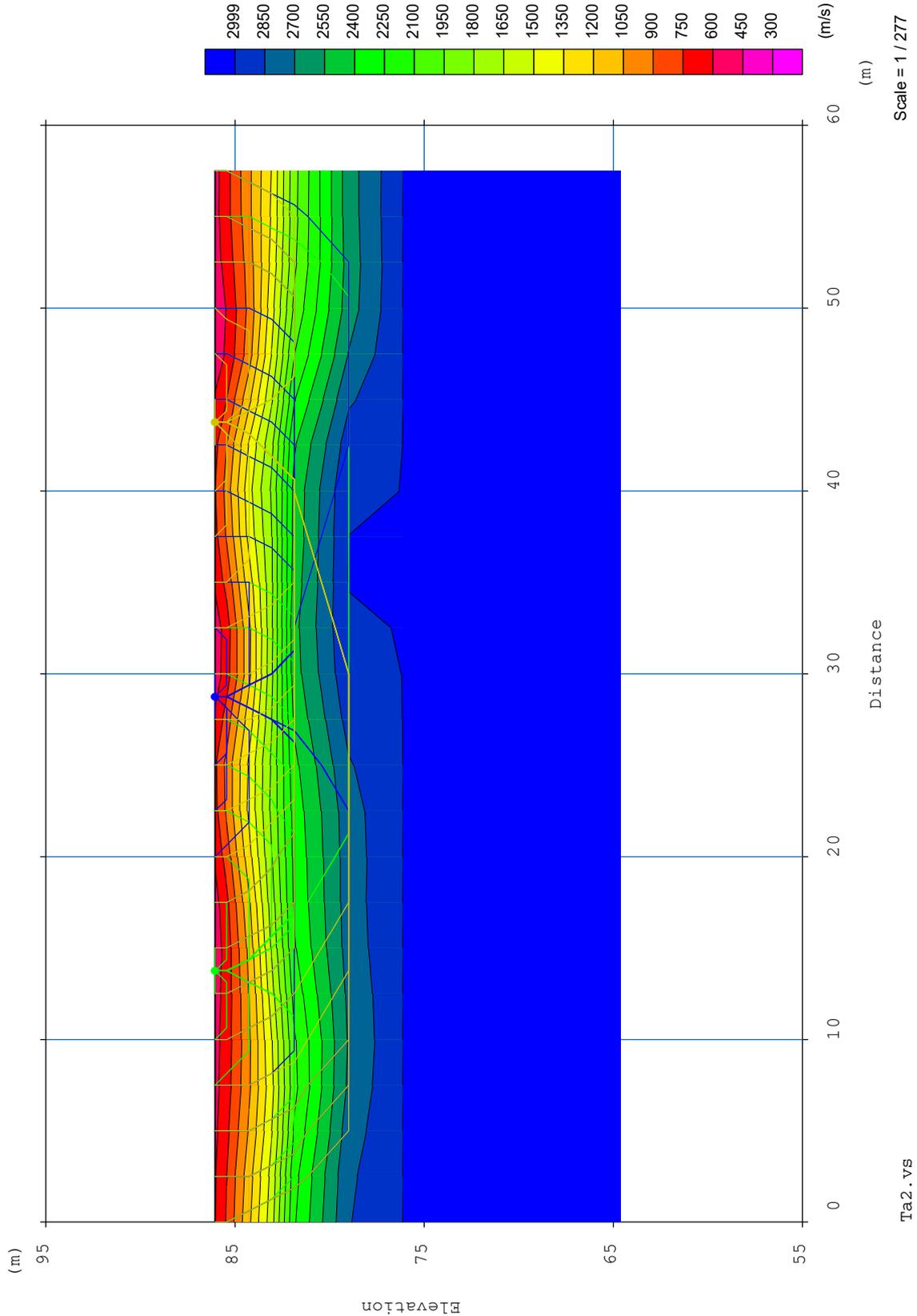
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



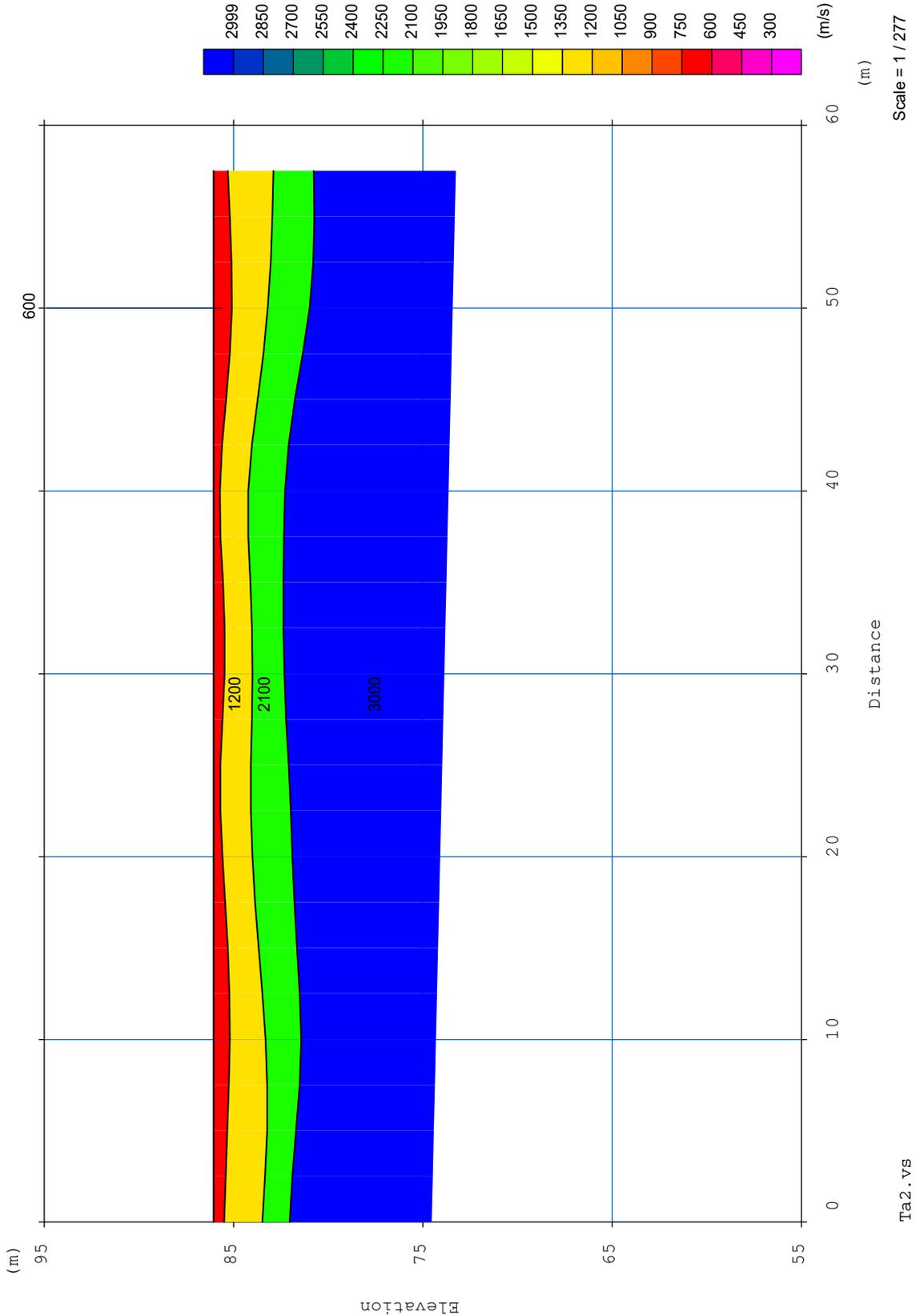
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA02**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-  
TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03**

**Id indagine** PRSE751 - SISMICA A RIFRAZIONE - TA03  
**LOCALITA'** TORRICELLA (TA)  
**DATA E ORA** 19/06/2023

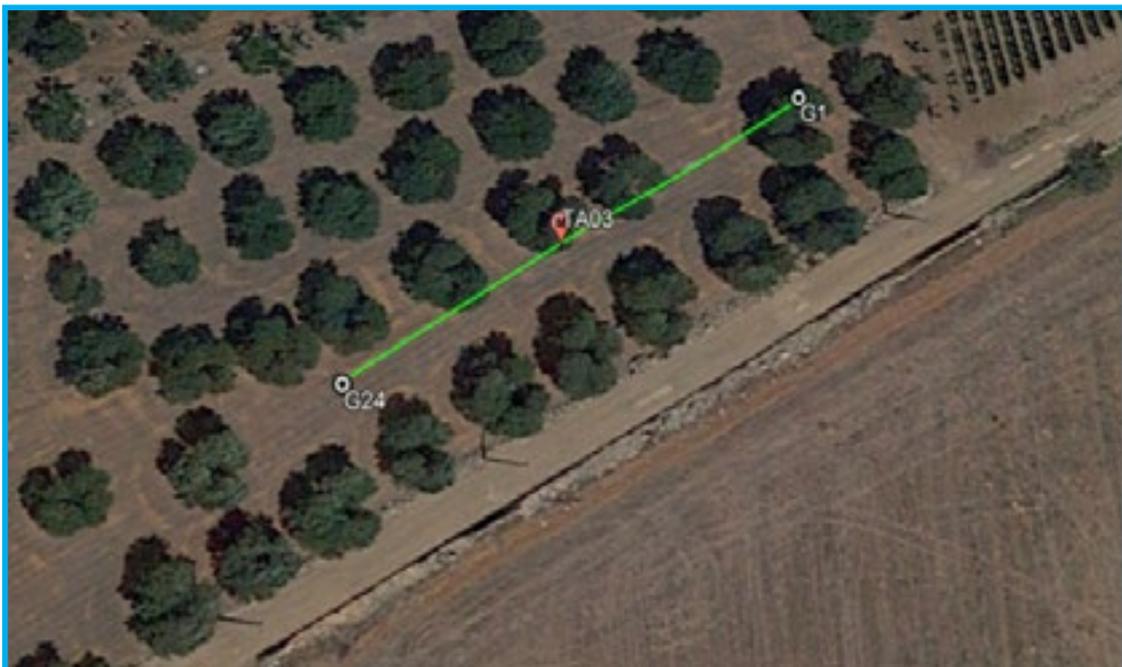
**Coordinate WGS 84 :**

**Geofono 1:** 0713640-4470424  
**Geofono 12-13:** 0713613-4470406  
**Geofono 24:** 0713590-4470390

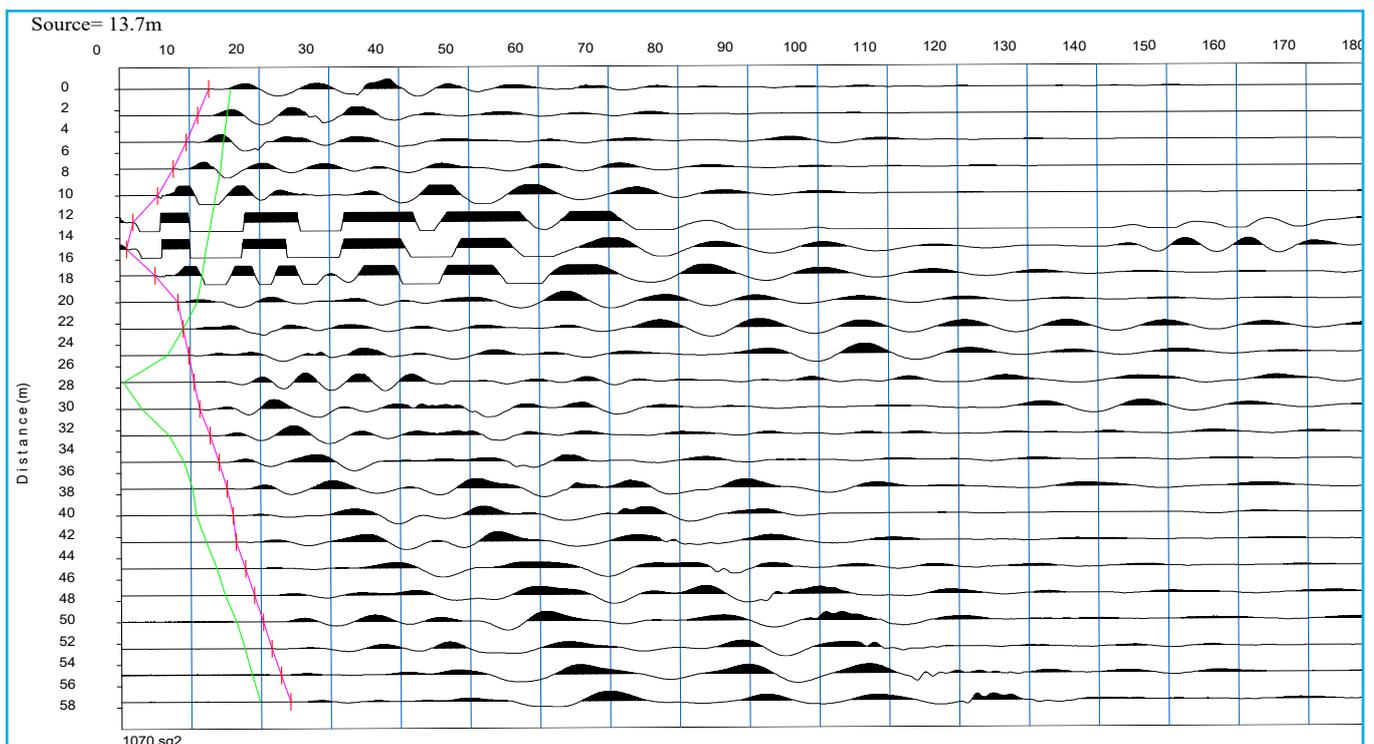
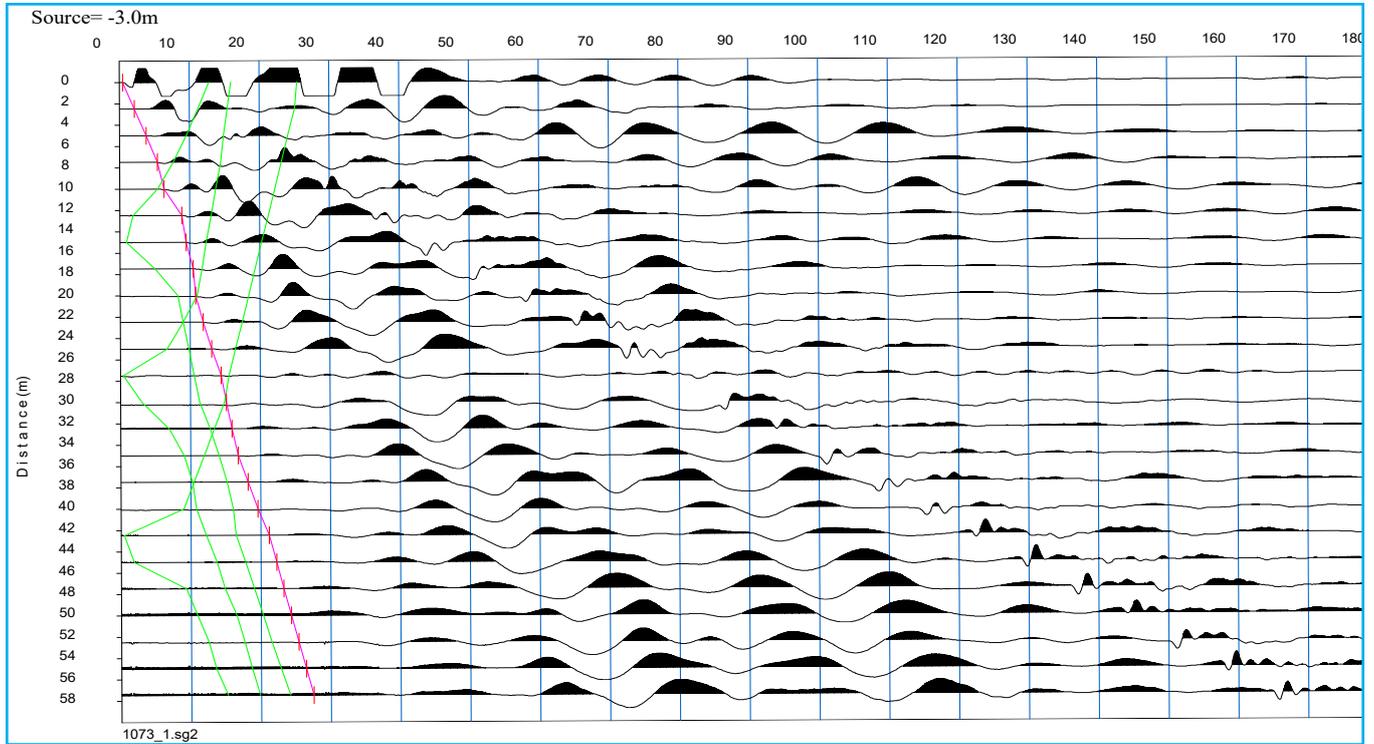
### **Onde P-Acquisizione dei dati**

**Distanza tra i geofoni :** 2.5 m  
**Estensione della prova:** 60 m  
**Posizione dello scoppio:**

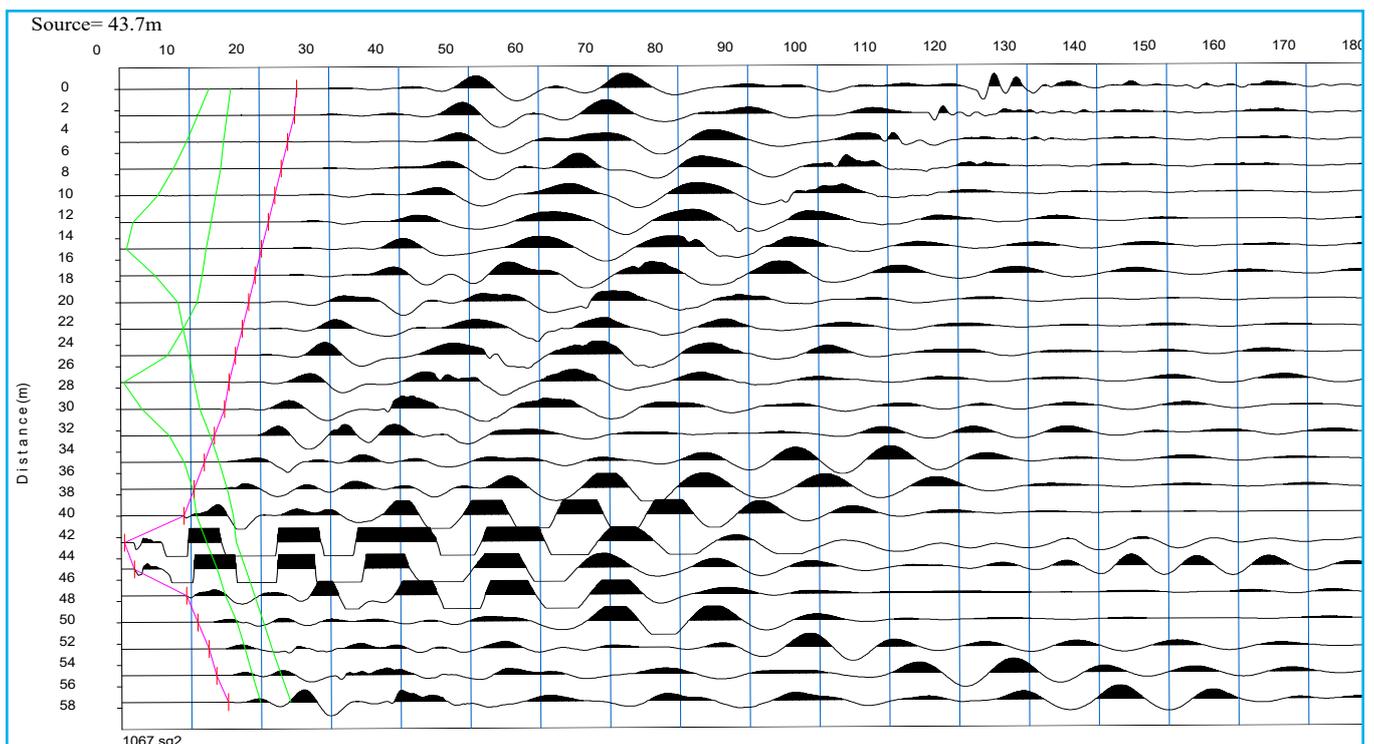
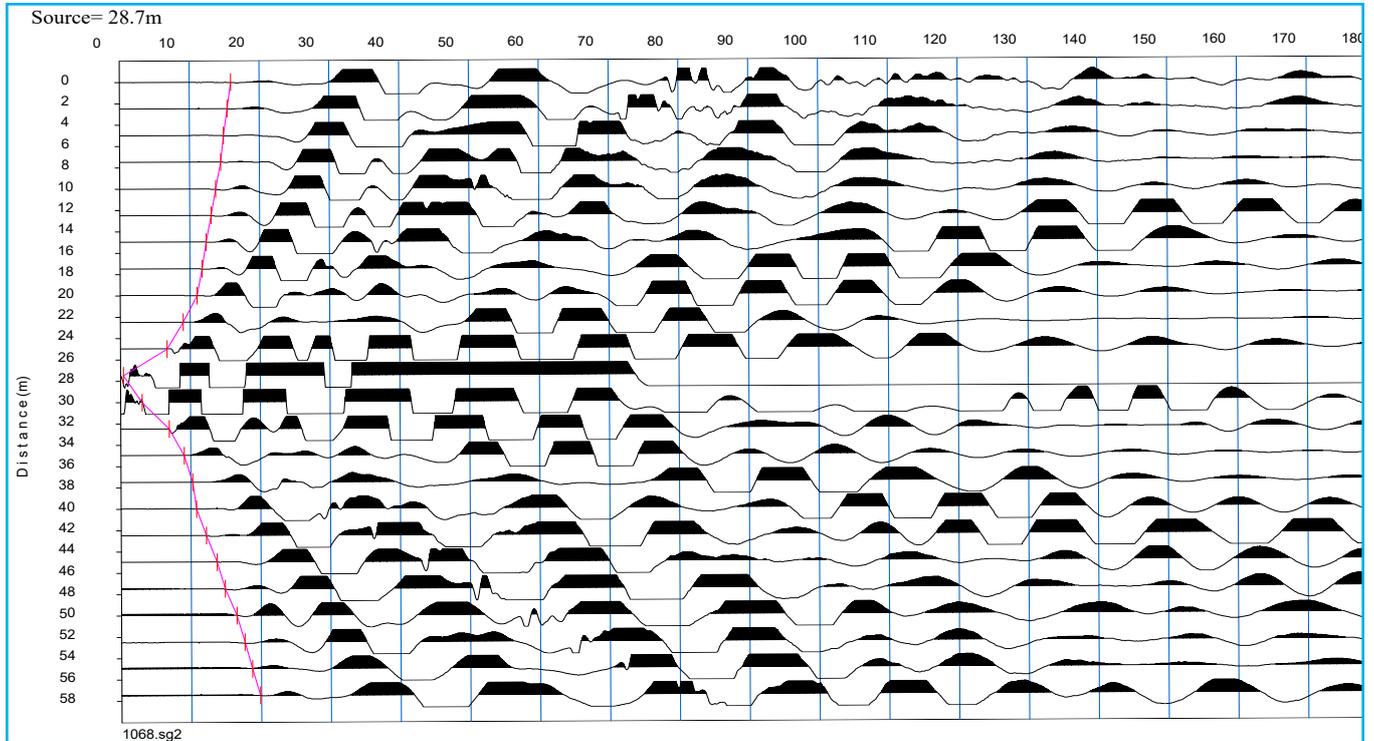
**Scoppio 1:** -3.00 m;  
**Scoppio 2:** 13.75 m;  
**Scoppio 3:** 28.75 m;  
**Scoppio 4:** 43.75 m;  
**Scoppio 5:** 60.50 m;



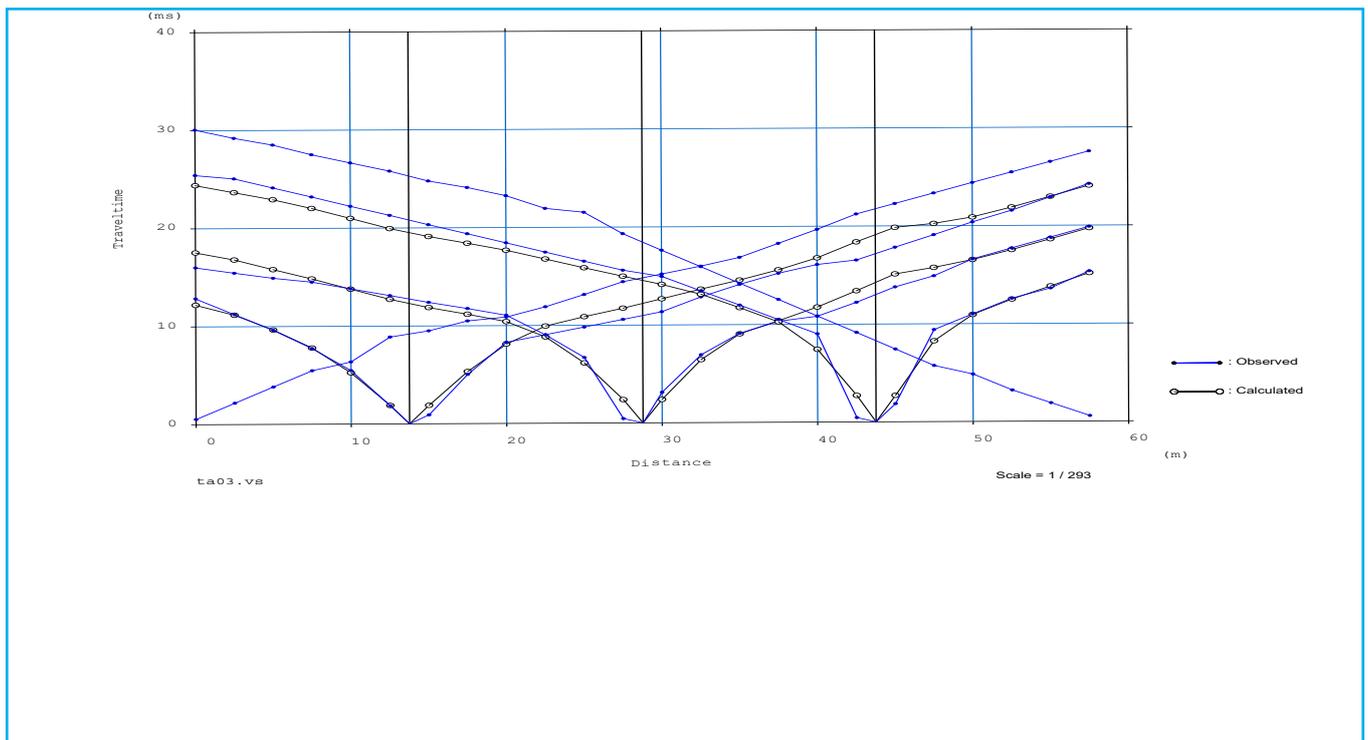
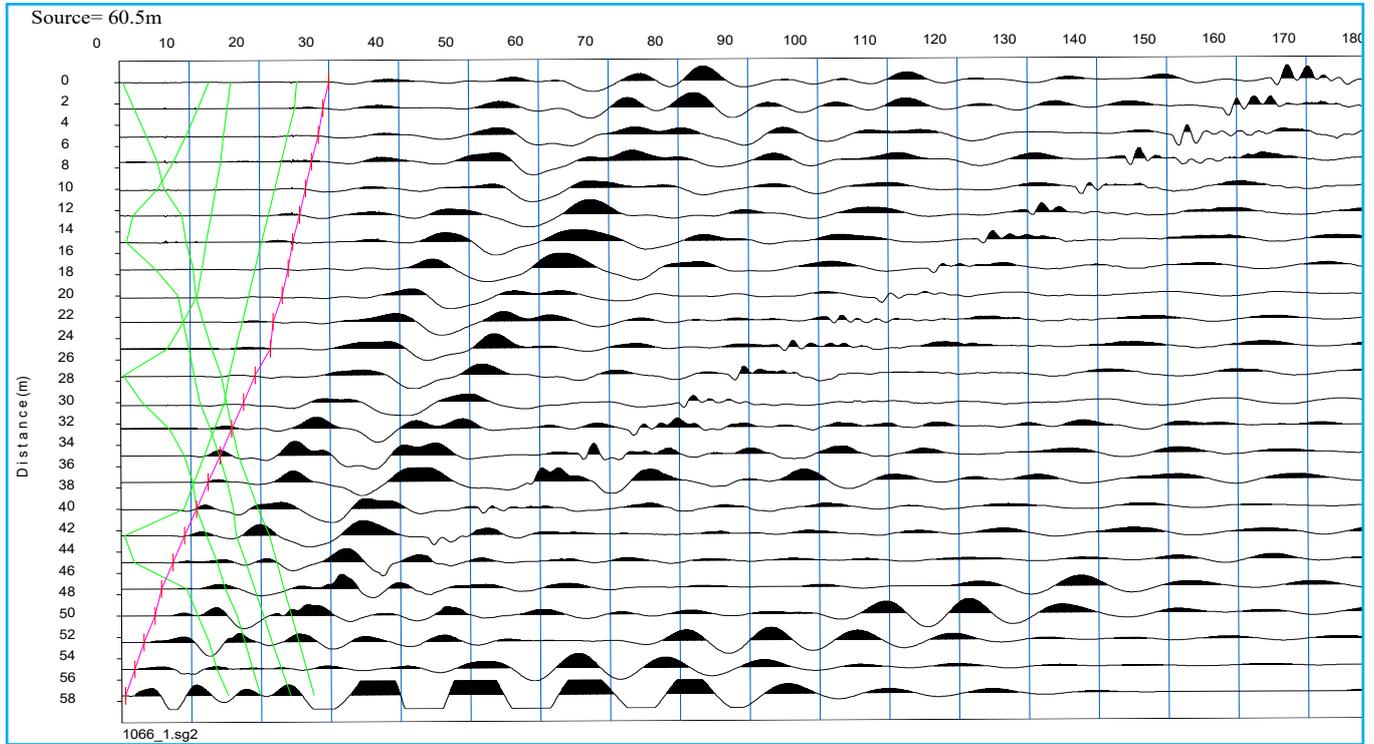
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



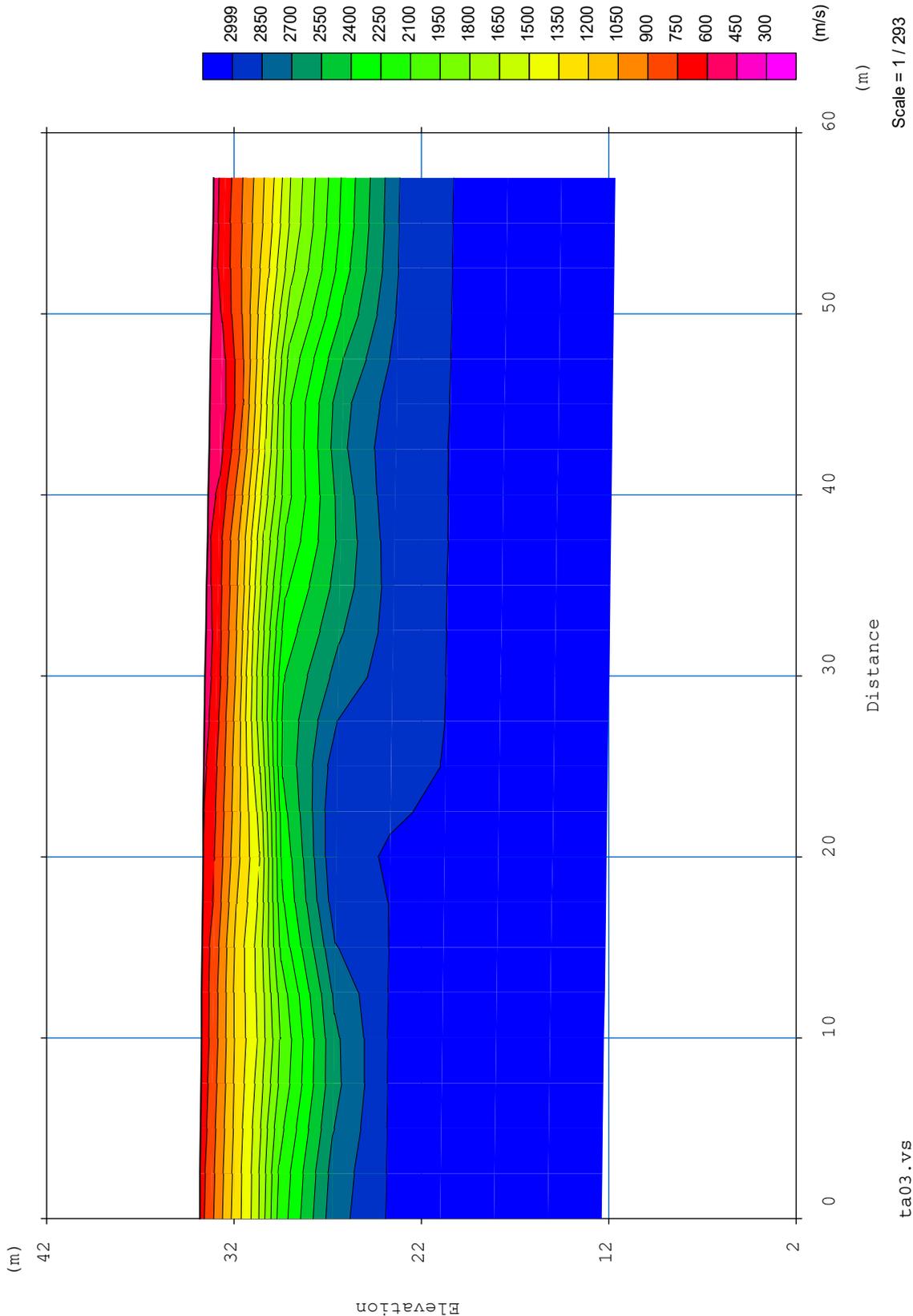
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



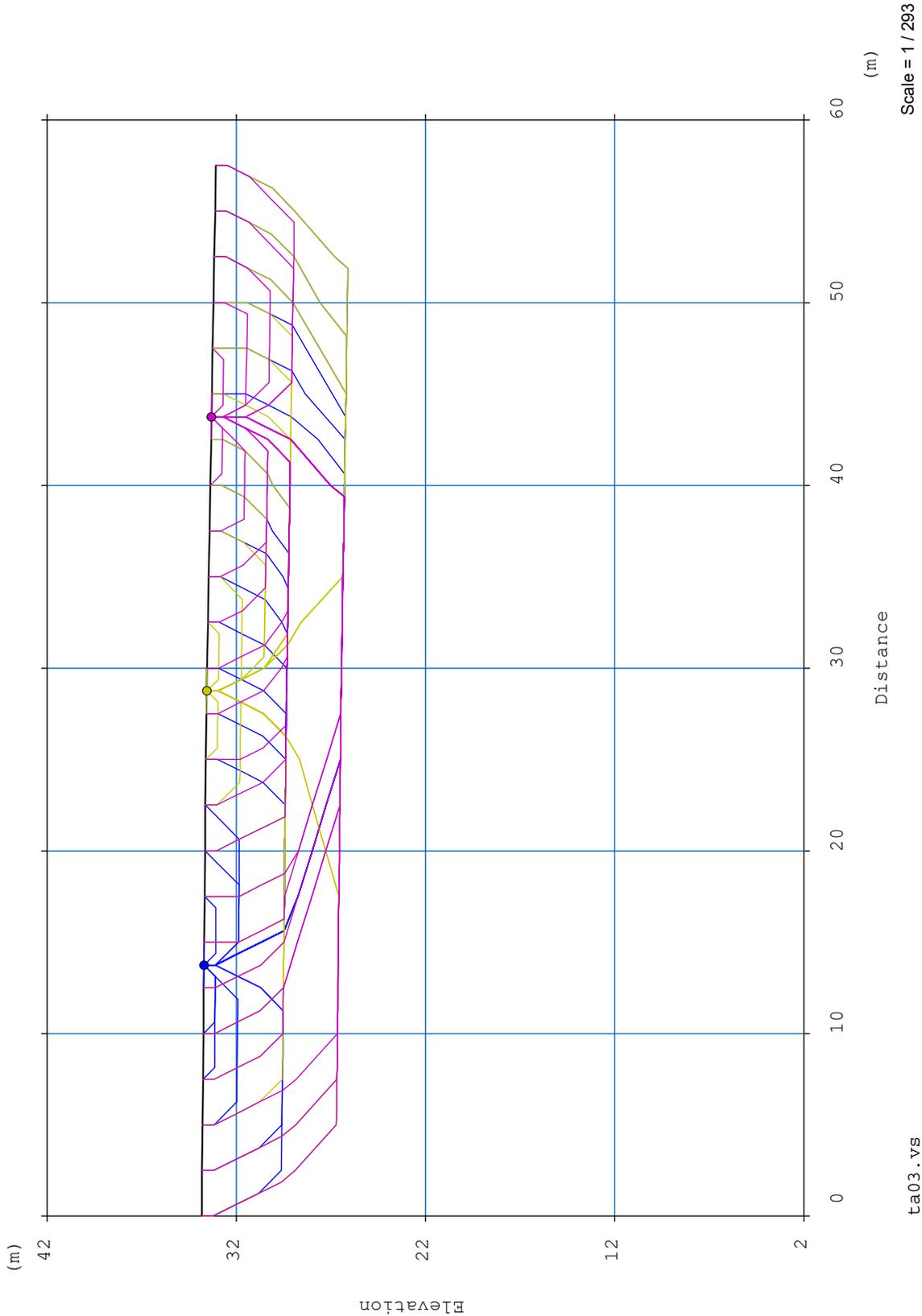
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



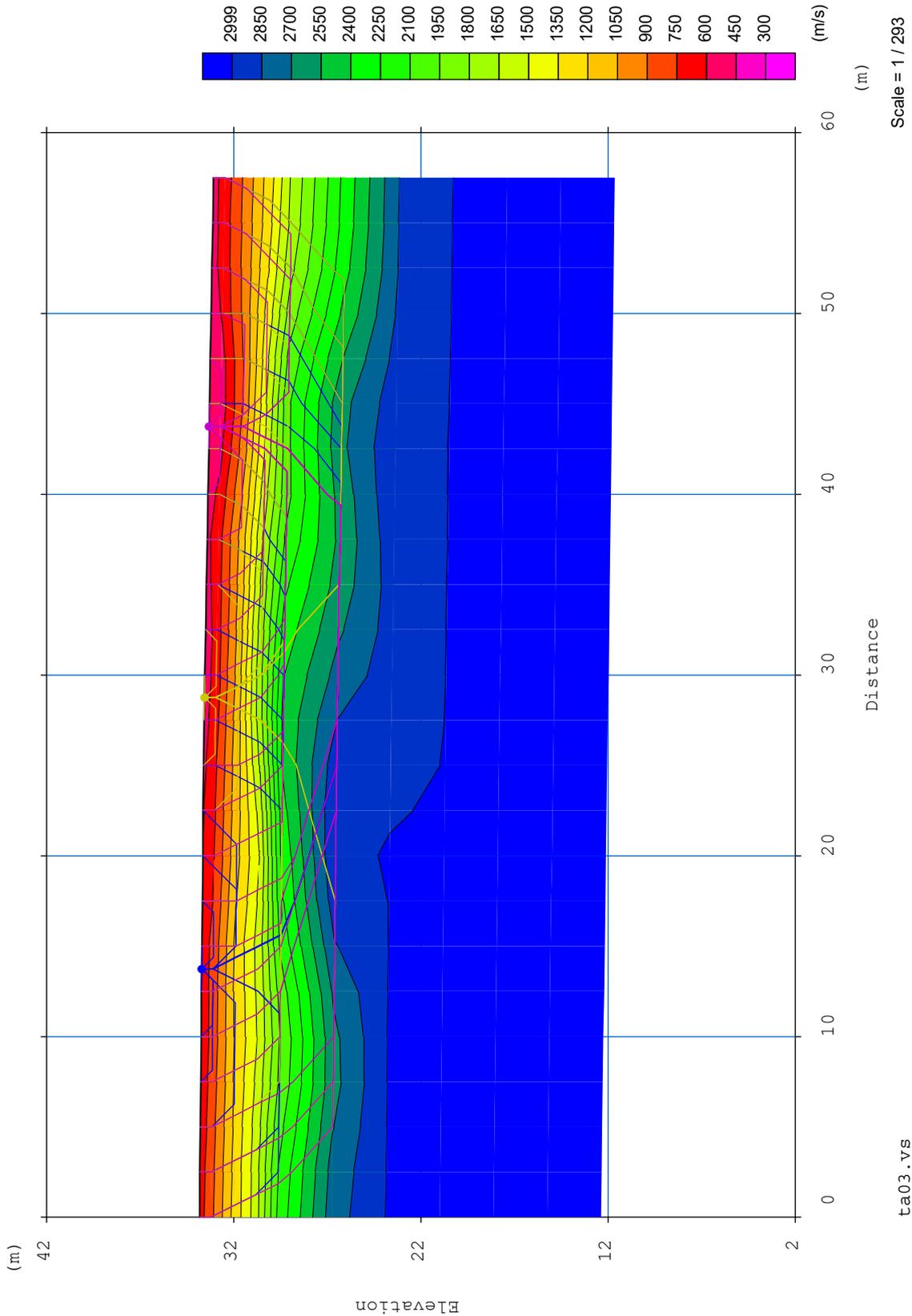
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



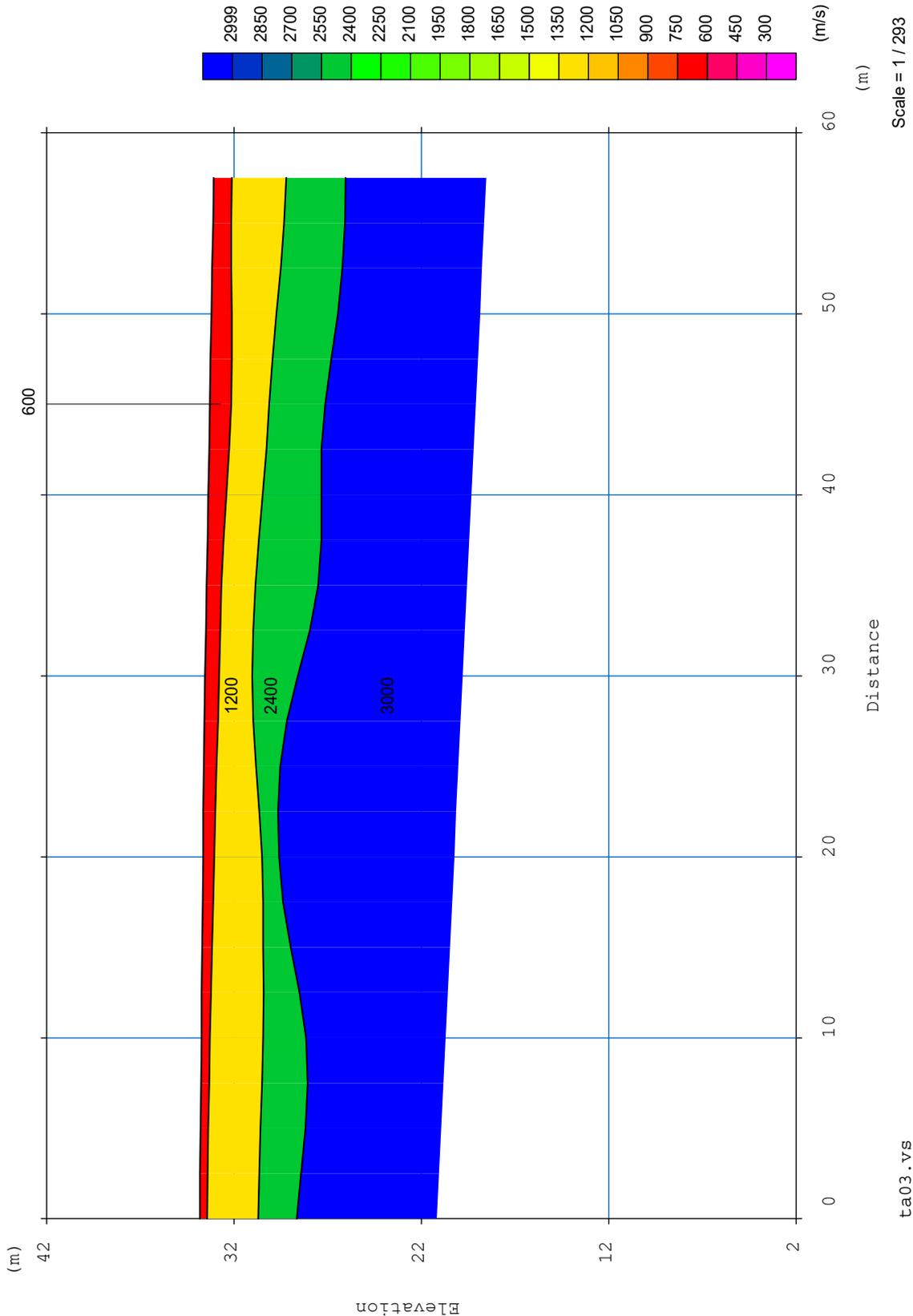
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA03**



## **TOMOGRAFIA DRSE751 - TA04**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-  
TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04**

**Id indagine** PRSE751 - SISMICA A RIFRAZIONE - TA04  
**LOCALITA'** LIZZANO (TA)  
**DATA E ORA** 19/06/2023

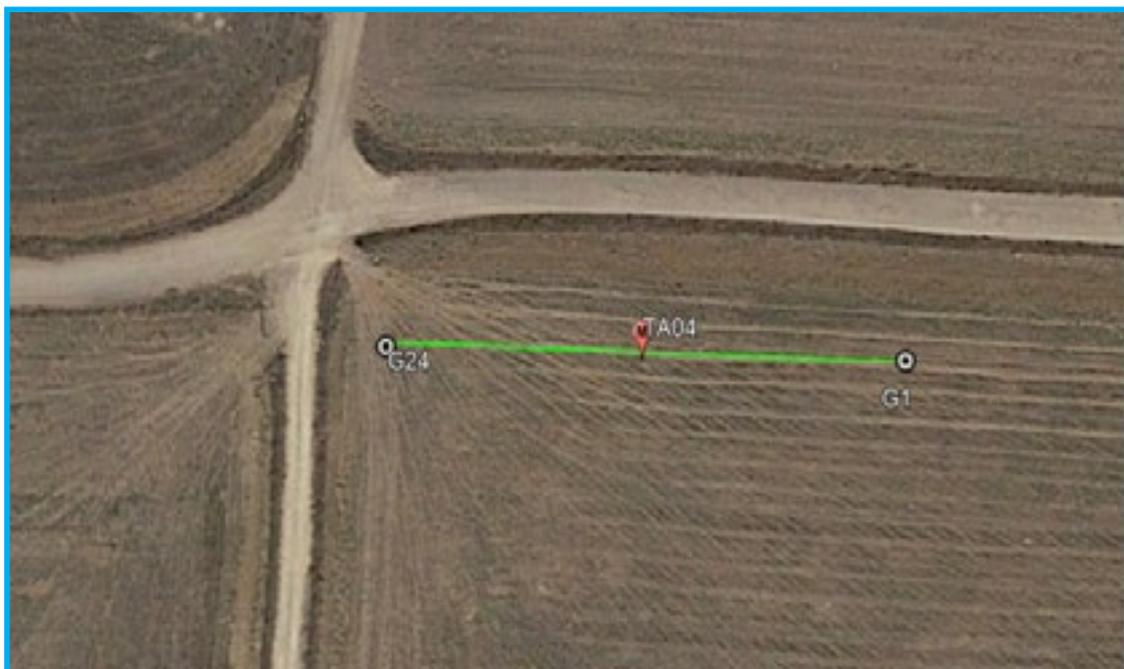
**Coordinate WGS 84 :**

**Geofono 1:** 0703662-4471803  
**Geofono 12-13:** 0703632-4471803  
**Geofono 24:** 0703603-4471803

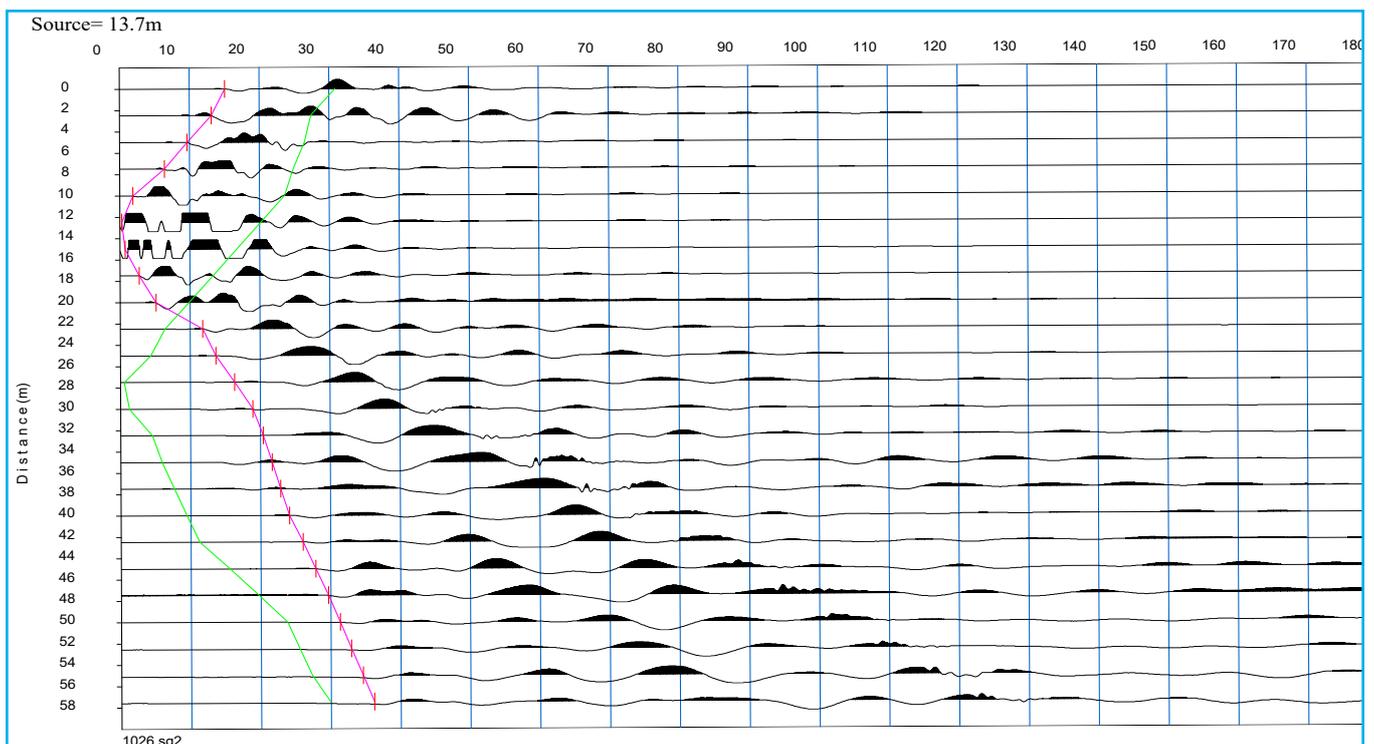
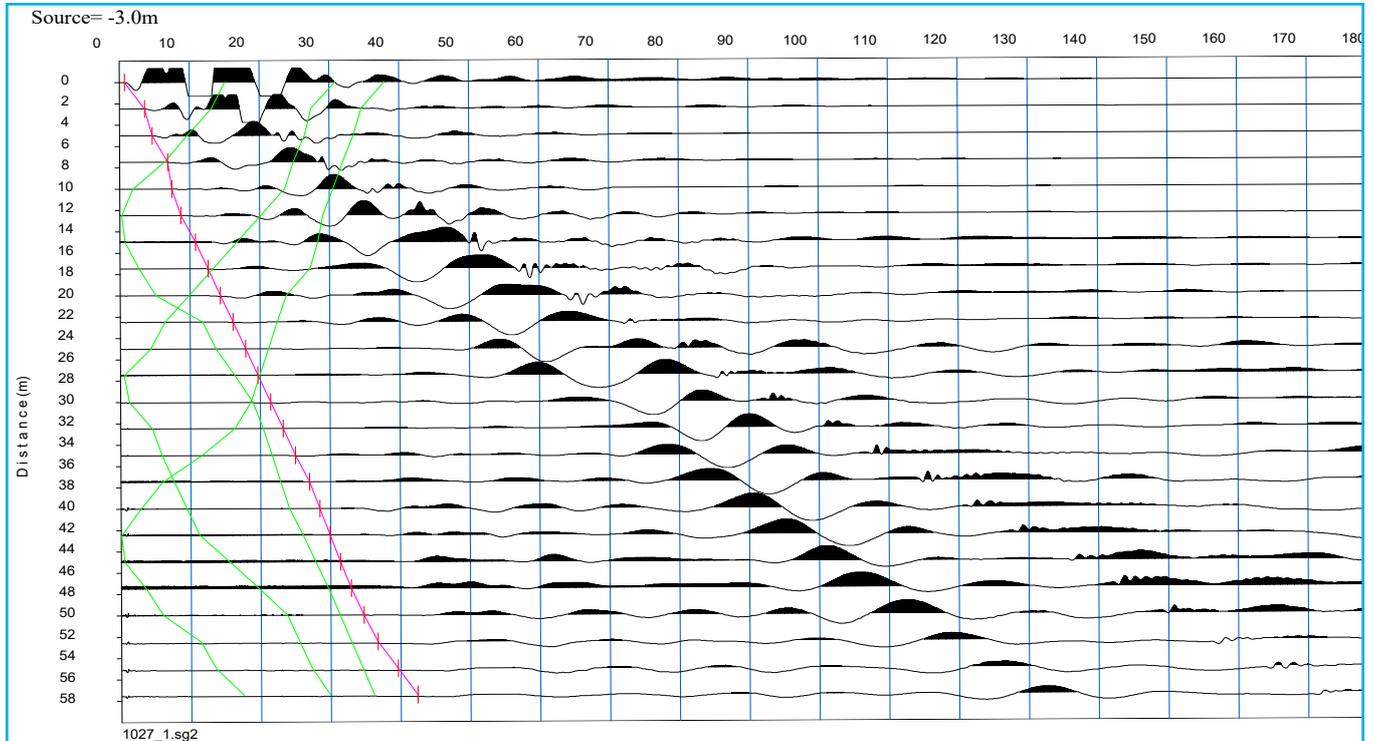
### **Onde P-Acquisizione dei dati**

**Distanza tra i geofoni :** 2.5 m  
**Estensione della prova:** 60 m  
**Posizione dello scoppio:**

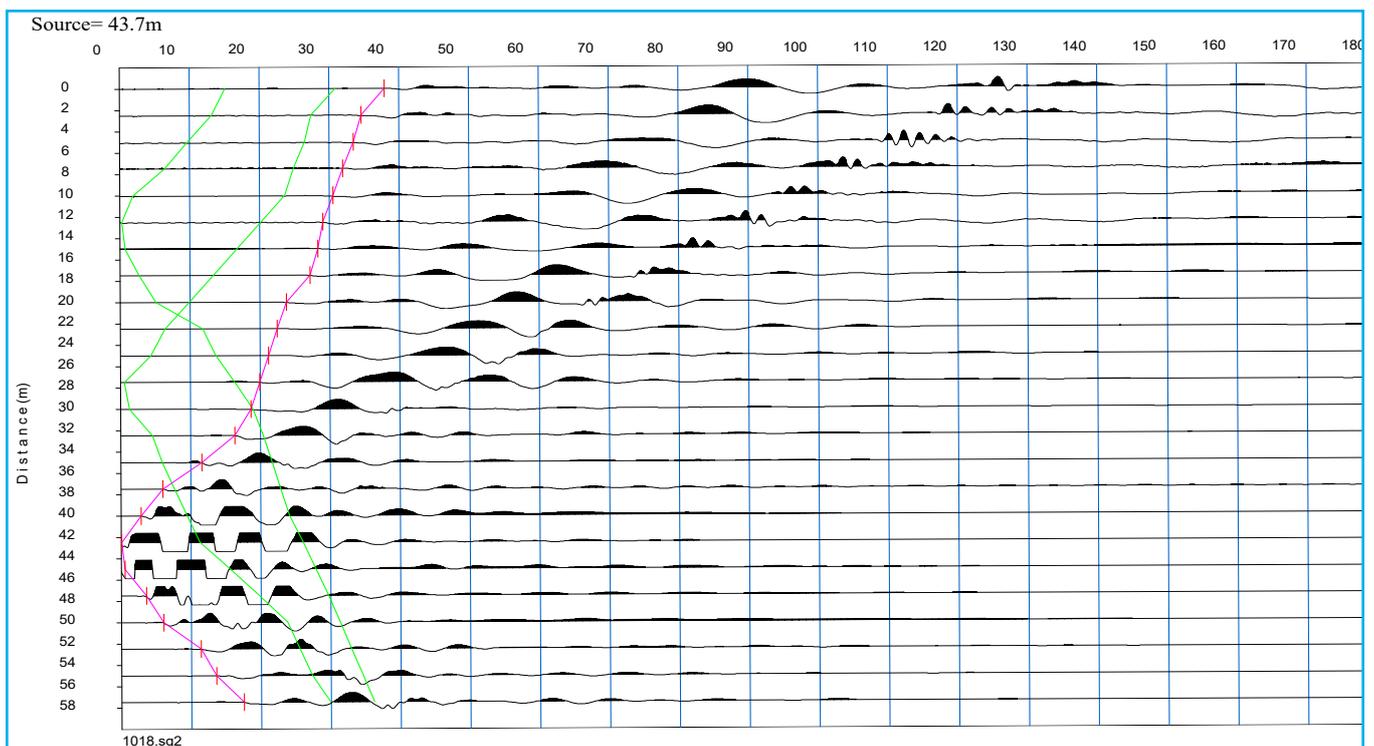
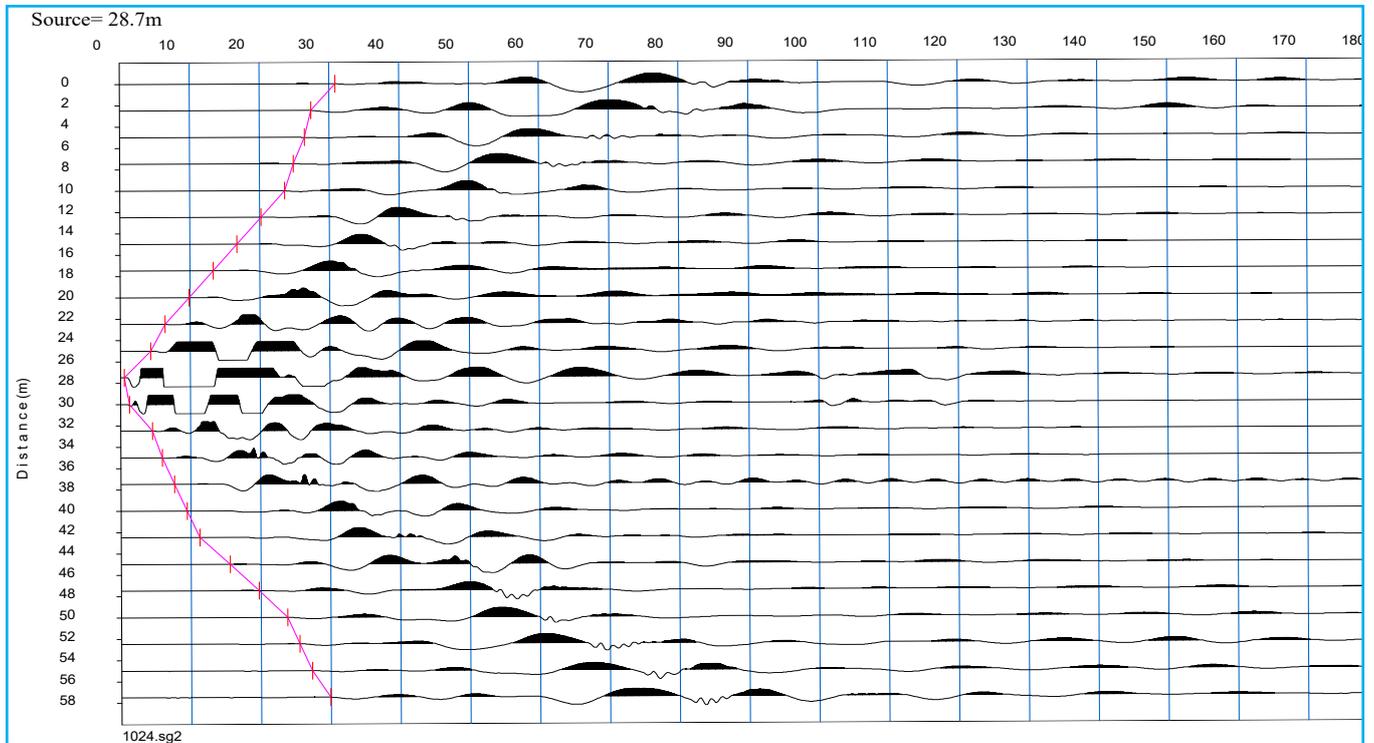
**Scoppio 1:** -3.00 m;  
**Scoppio 2:** 13.75 m;  
**Scoppio 3:** 28.75 m;  
**Scoppio 4:** 43.75 m;  
**Scoppio 5:** 60.50 m;



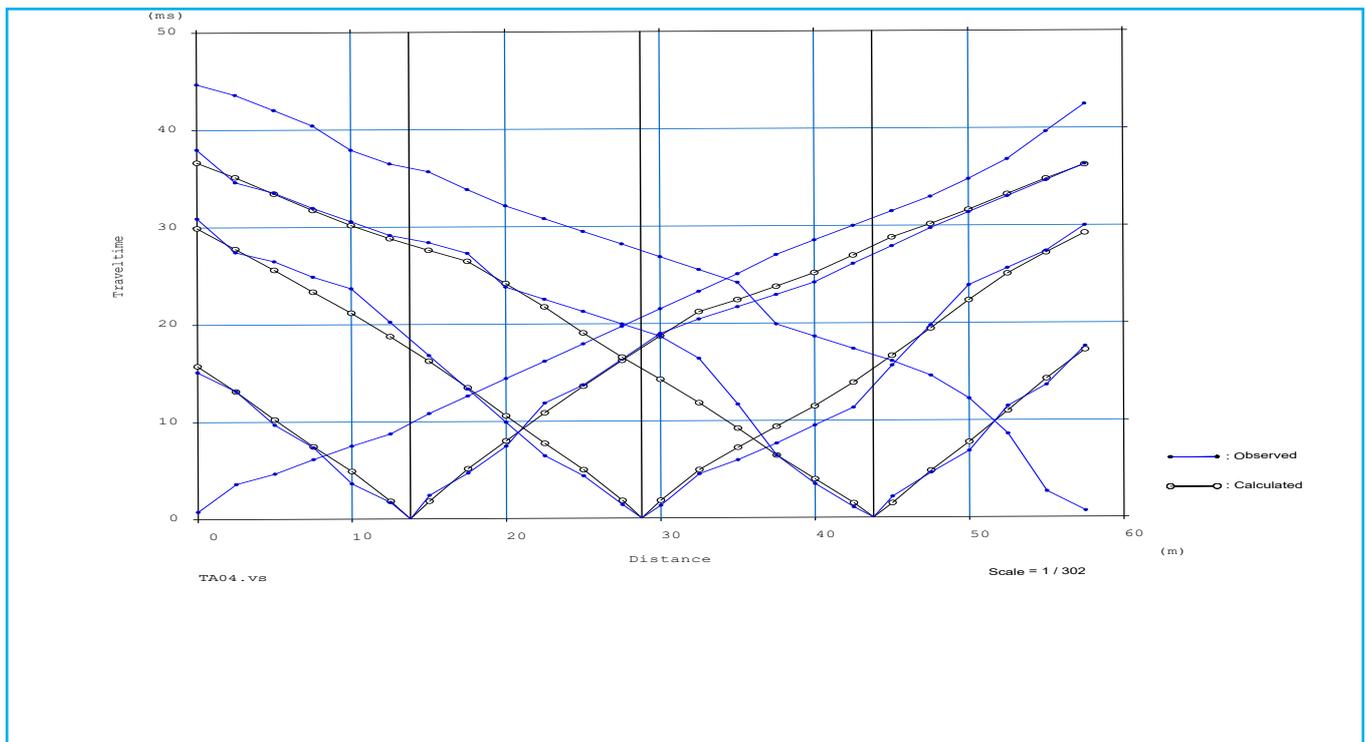
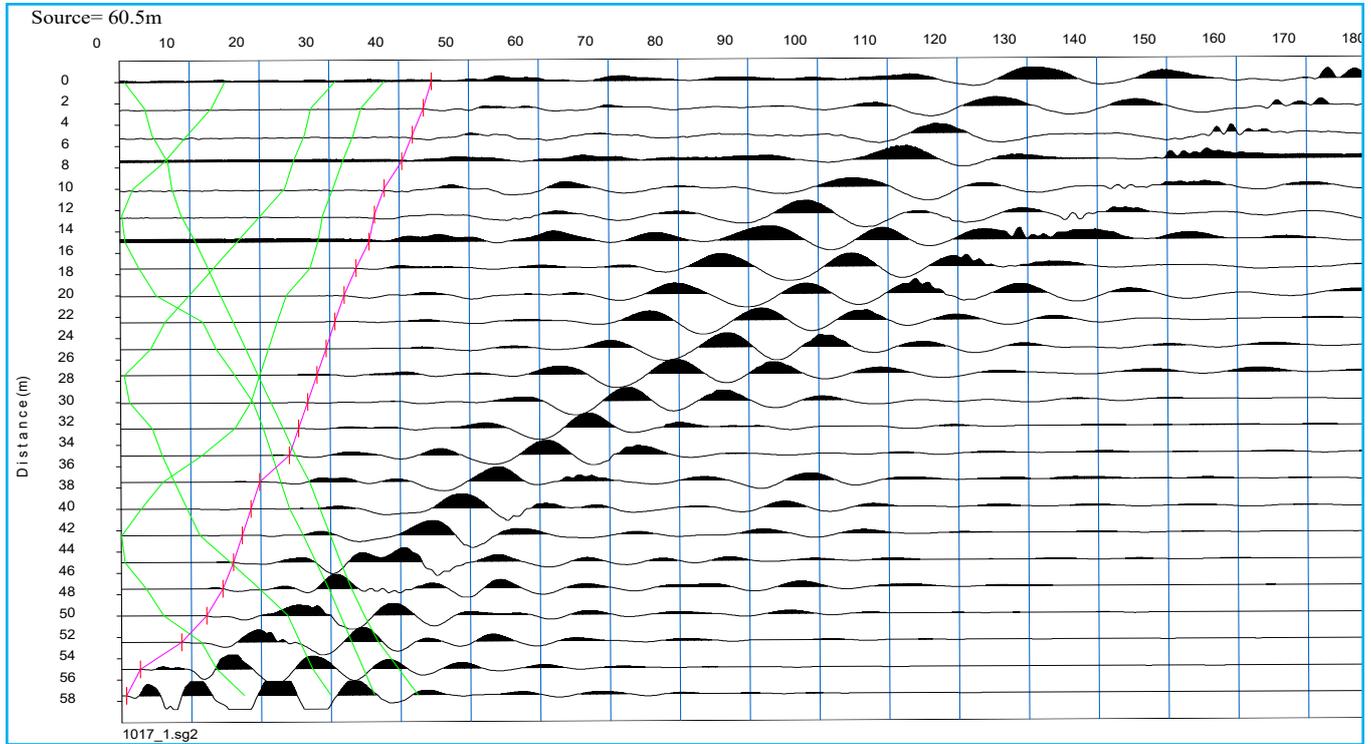
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



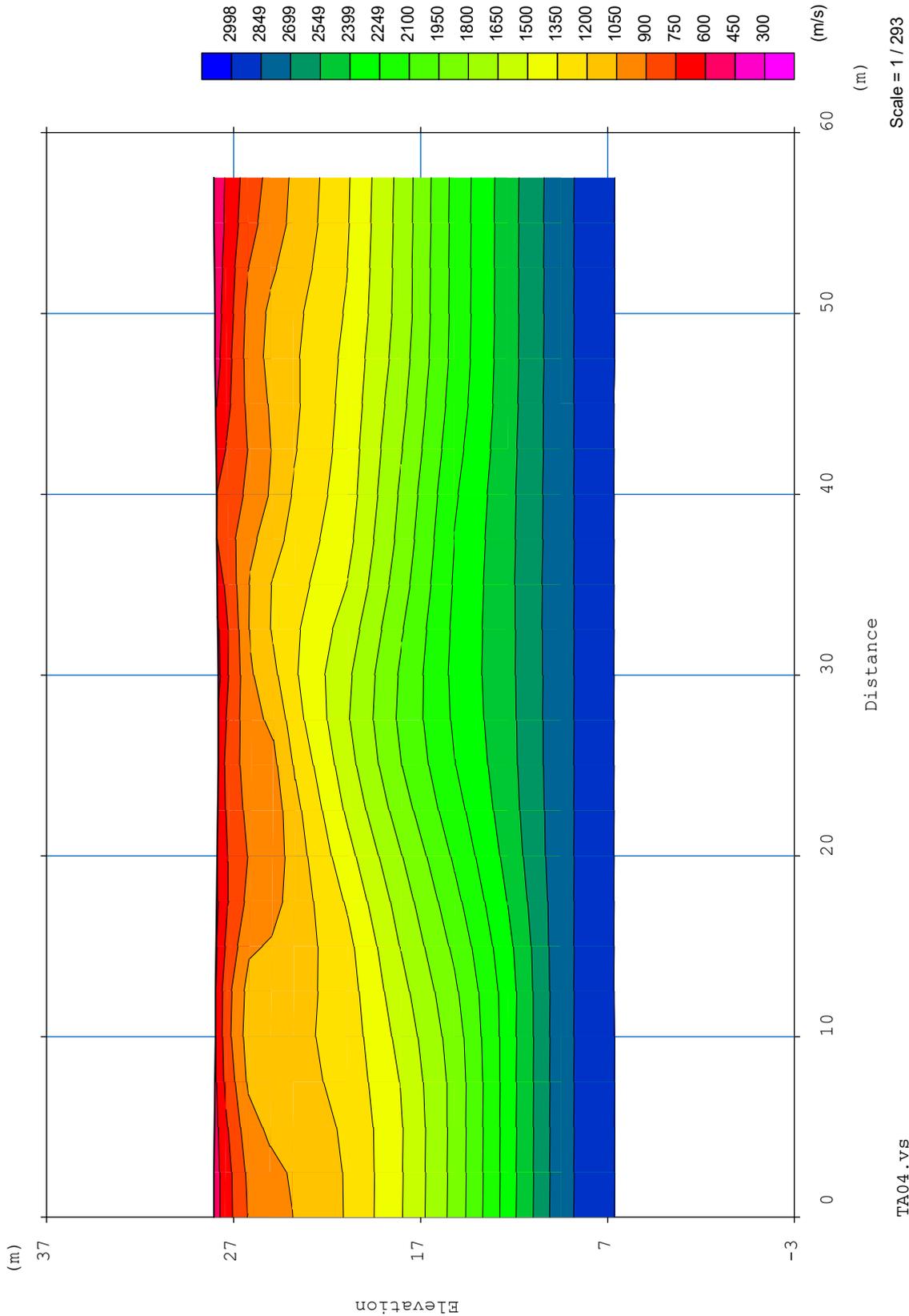
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



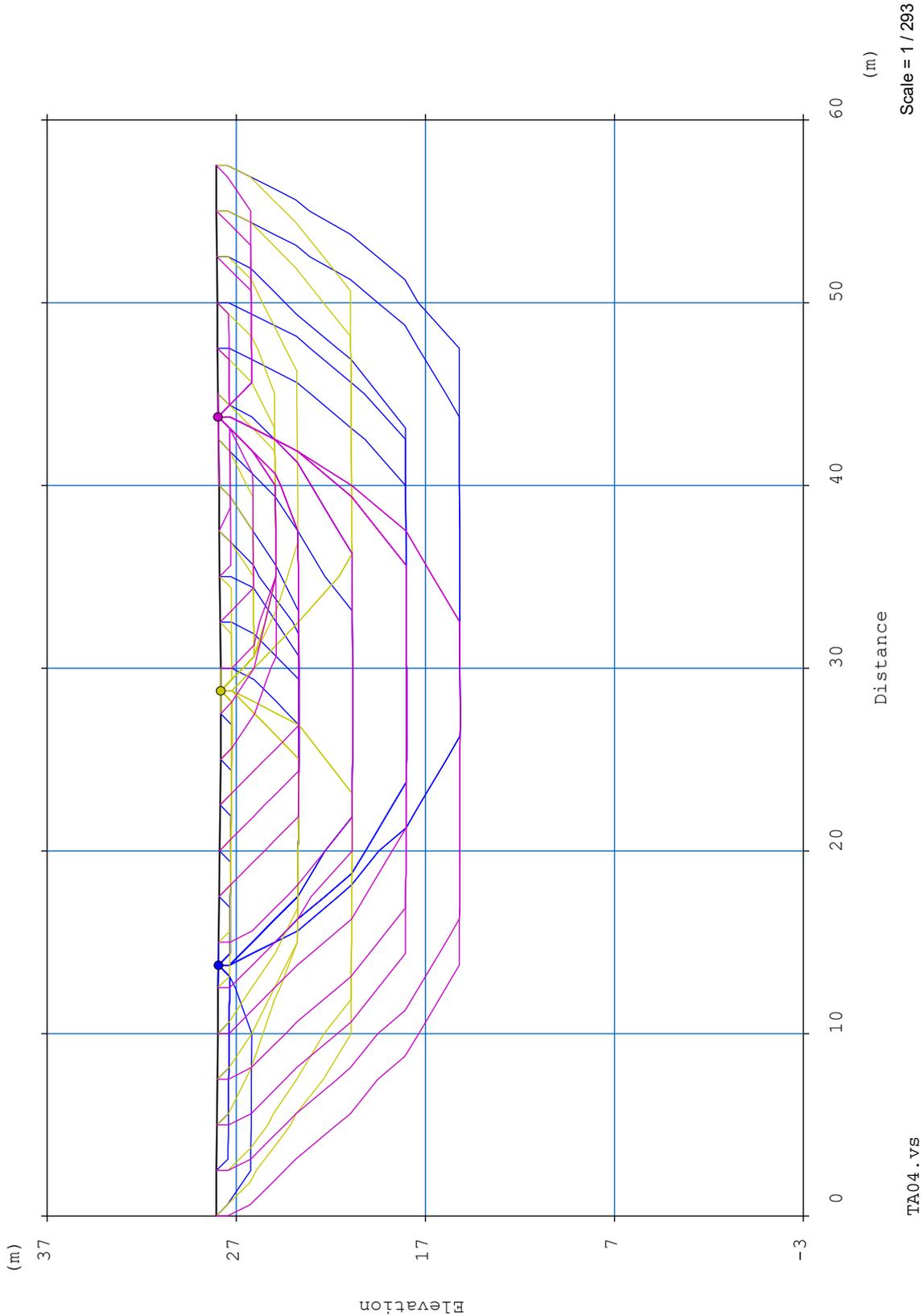
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



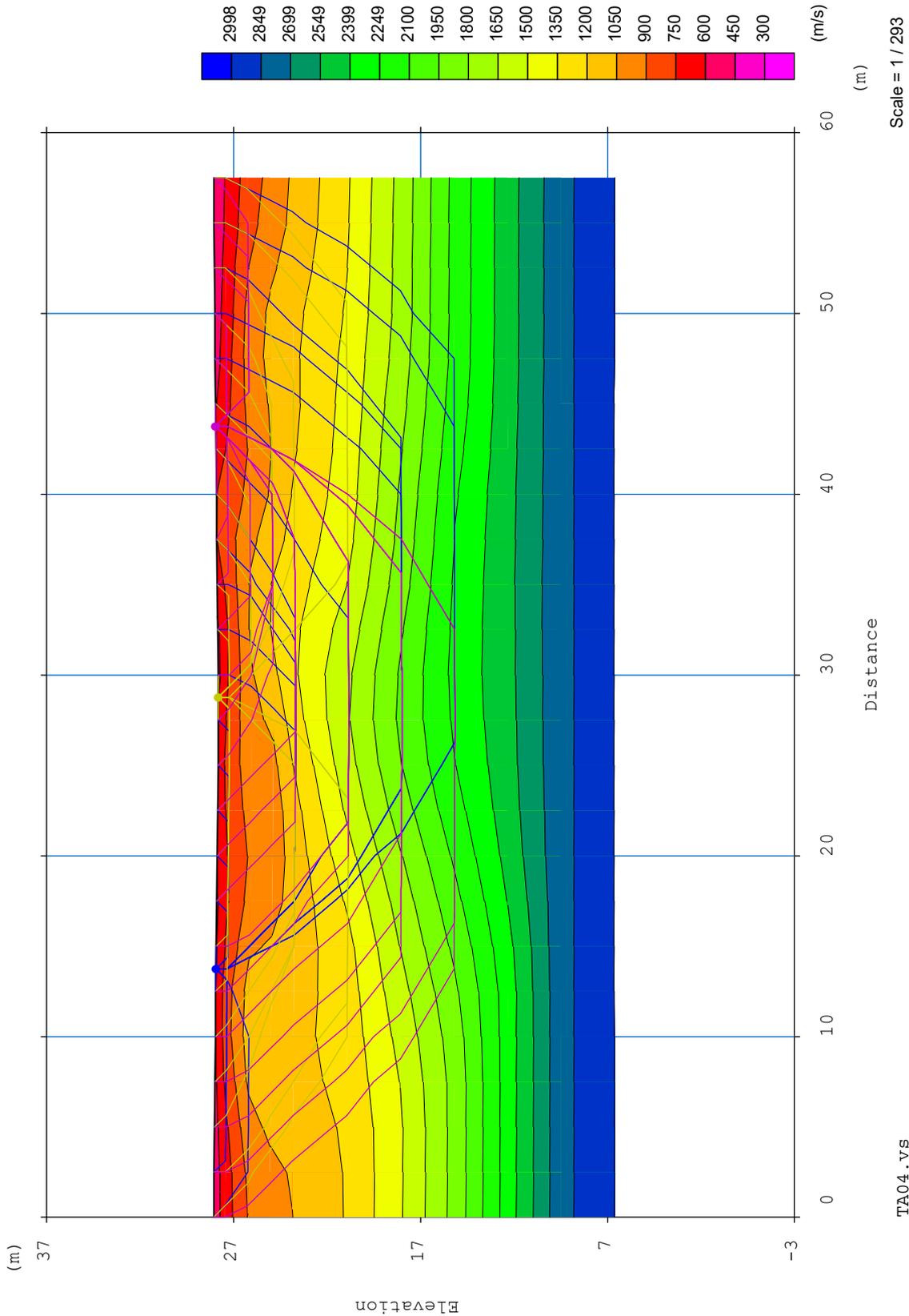
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



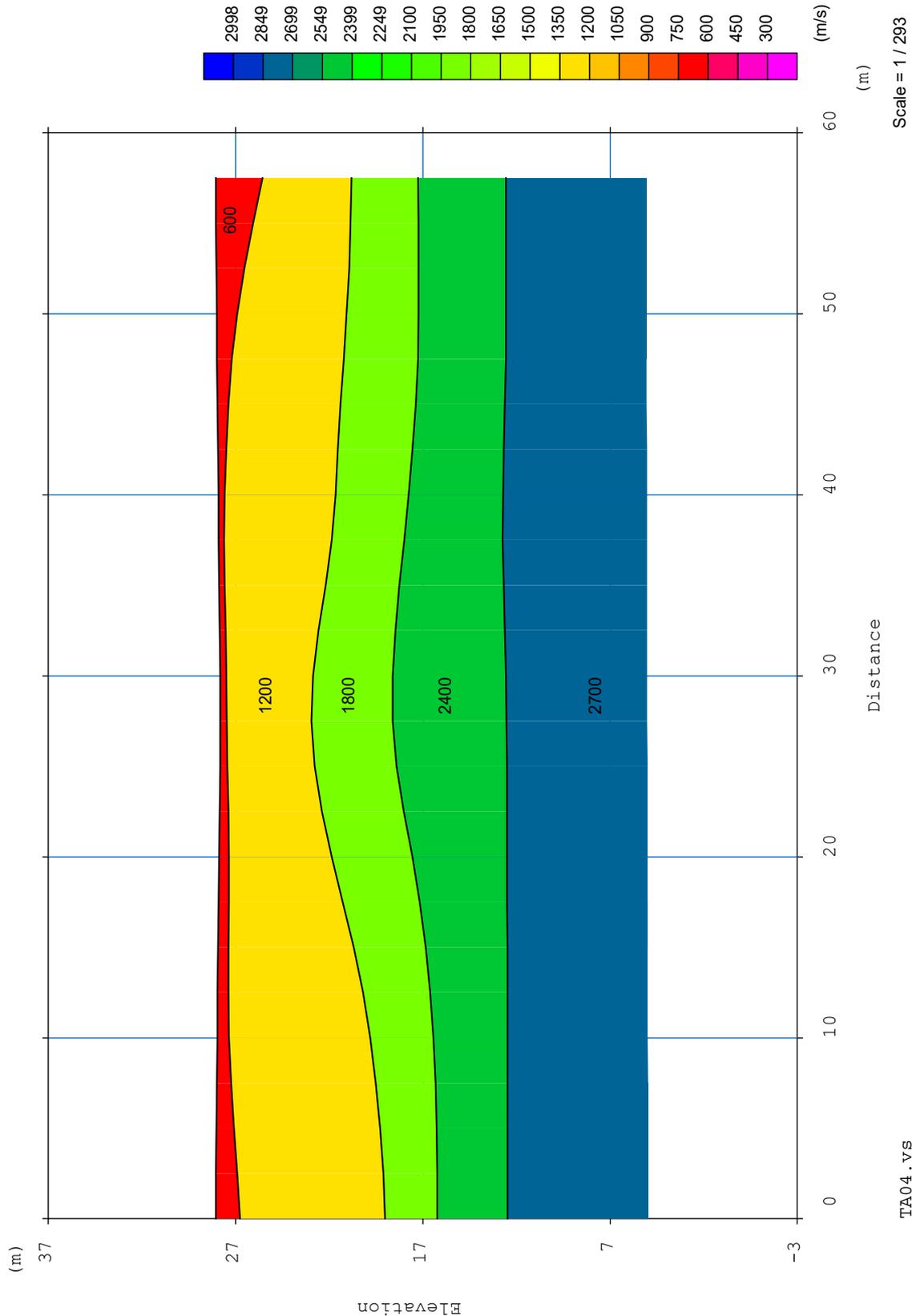
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04



TA04.v.s

## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA04**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05**

**OGGETTO: PARCO EOLICO TARANTO-LIZZANO-  
TORRICELLA**

**COMMITTENZA: SANTA CHIARA ENERGY S.R.L.**



## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05**

**Id indagine** PRSE751 - SISMICA A RIFRAZIONE - TA05  
**LOCALITA'** LIZZANO (TA)  
**DATA E ORA** 19/06/2023

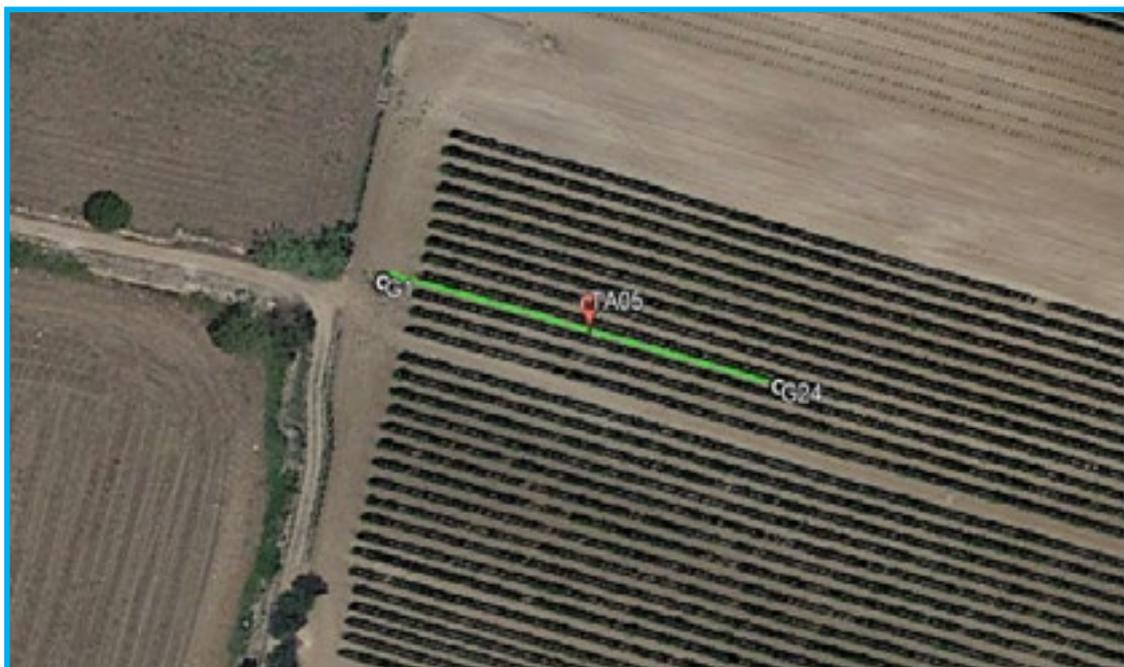
**Coordinate WGS 84 :**

**Geofono 1:** 0708860-4469249  
**Geofono 12-13:** 0708890-4469243  
**Geofono 24:** 0708918-4469237

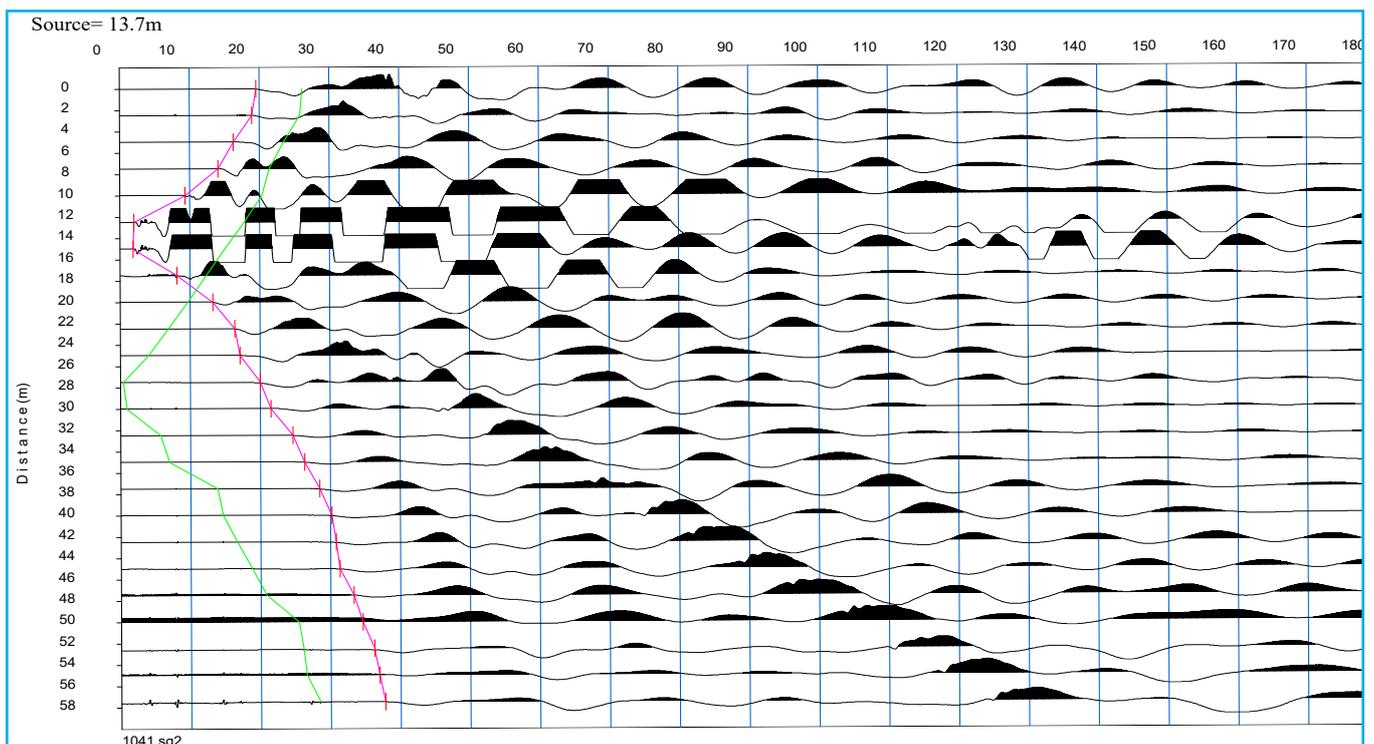
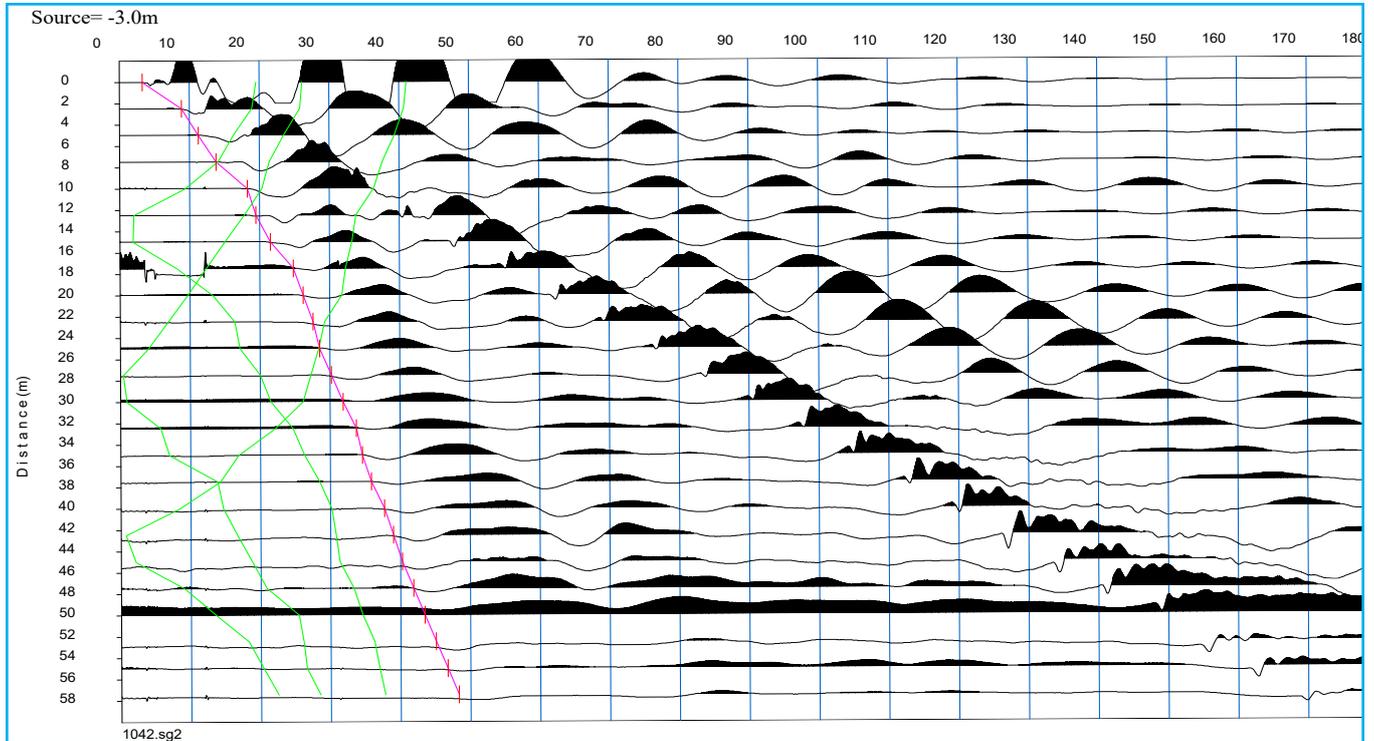
### **Onde P-Acquisizione dei dati**

**Distanza tra i geofoni :** 2.5 m  
**Estensione della prova:** 60 m  
**Posizione dello scoppio:**

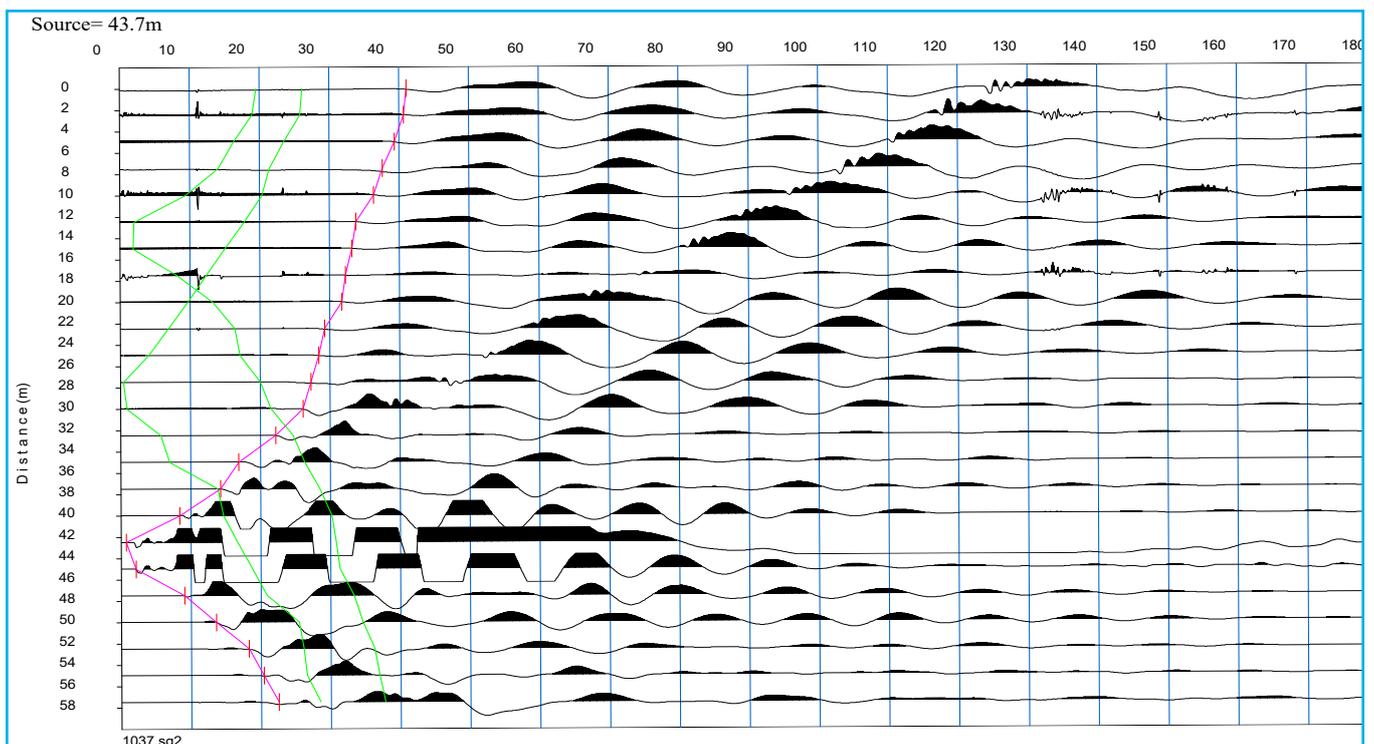
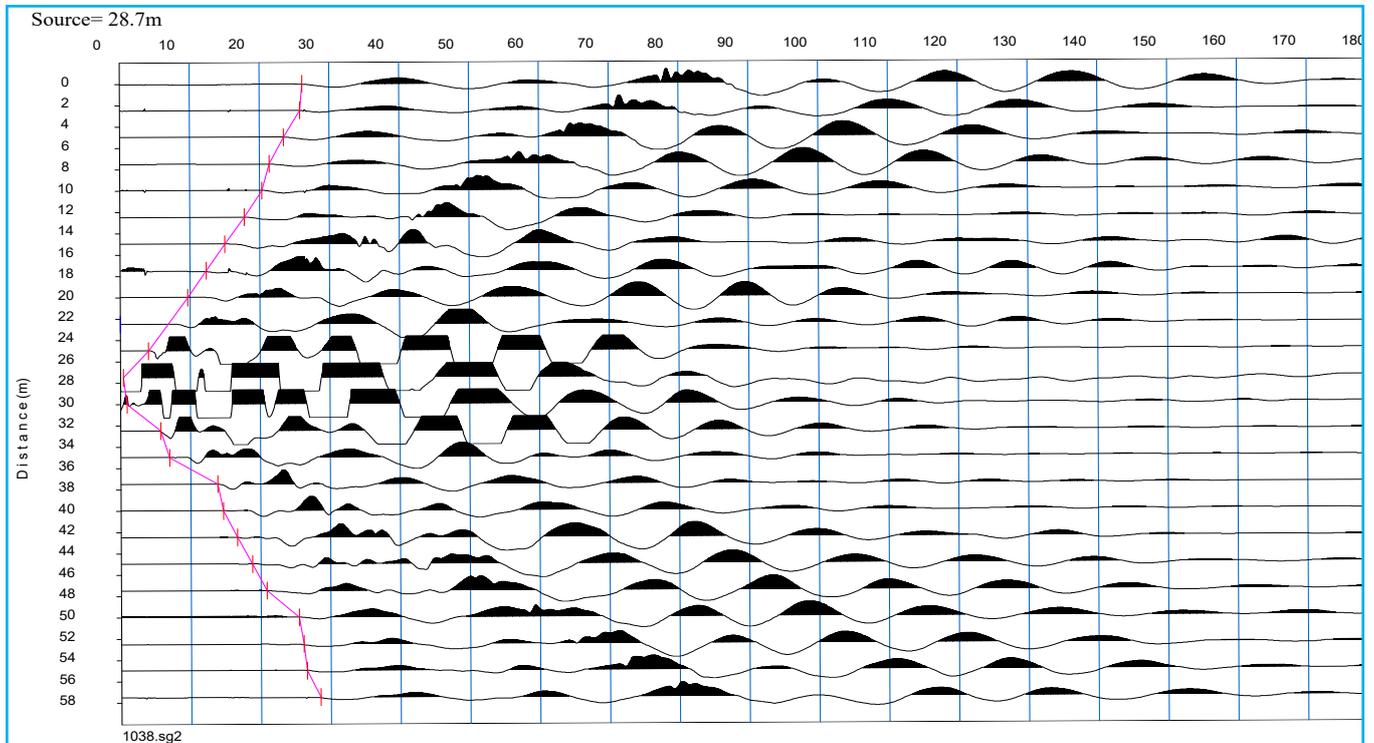
**Scoppio 1:** -3.00 m;  
**Scoppio 2:** 13.75 m;  
**Scoppio 3:** 28.75 m;  
**Scoppio 4:** 43.75 m;  
**Scoppio 5:** 60.50 m;



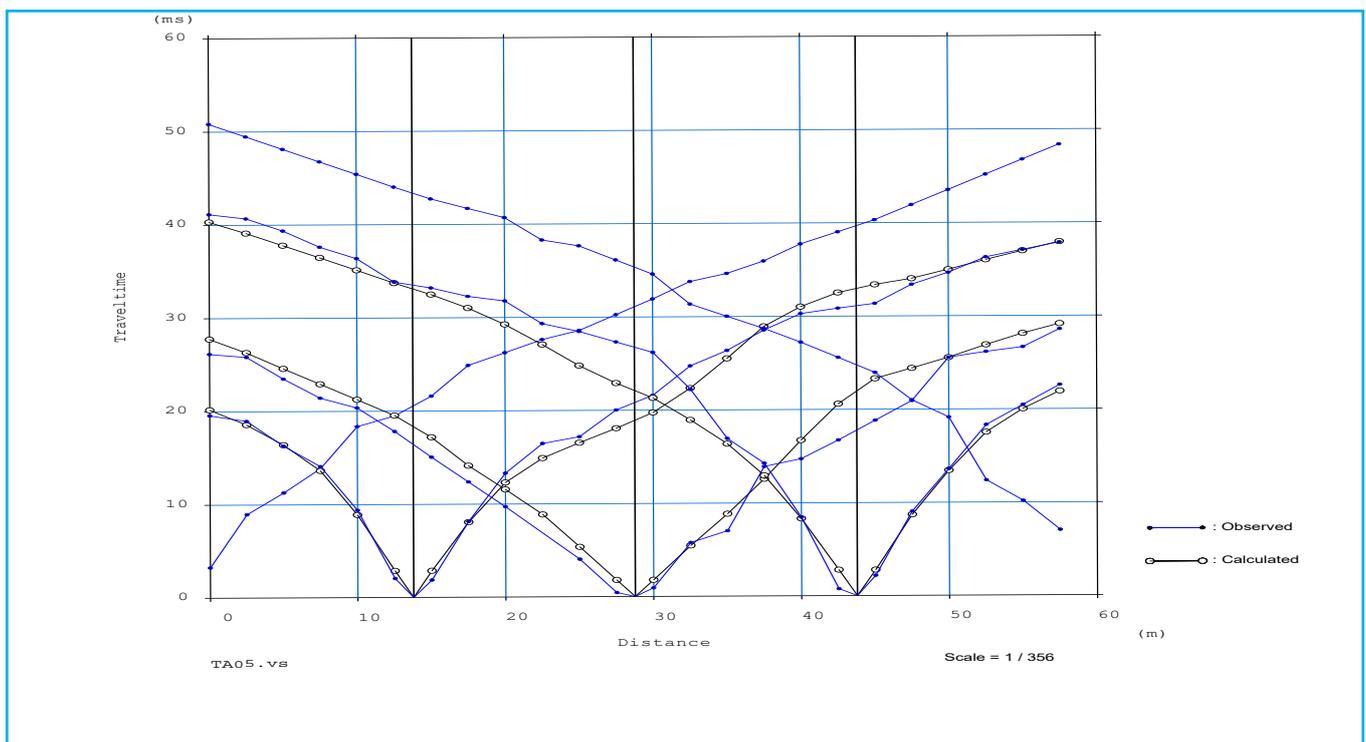
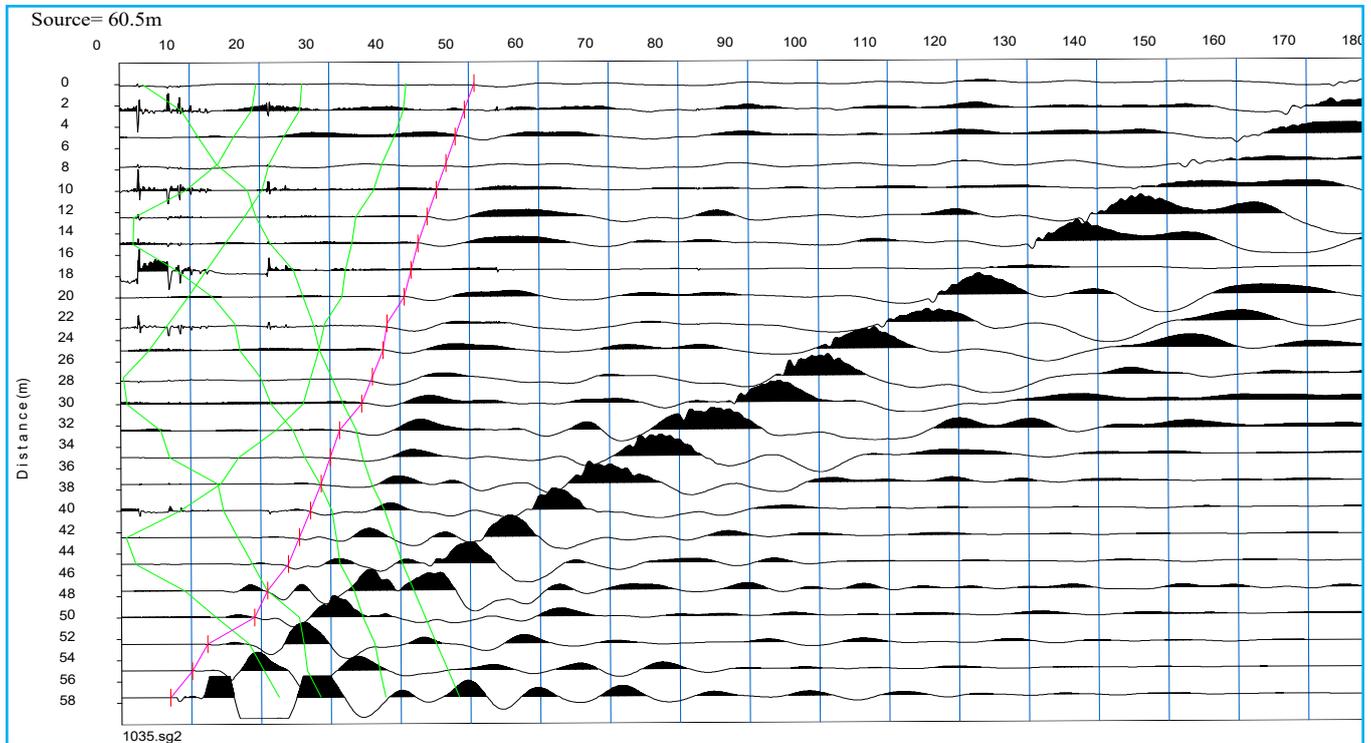
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05



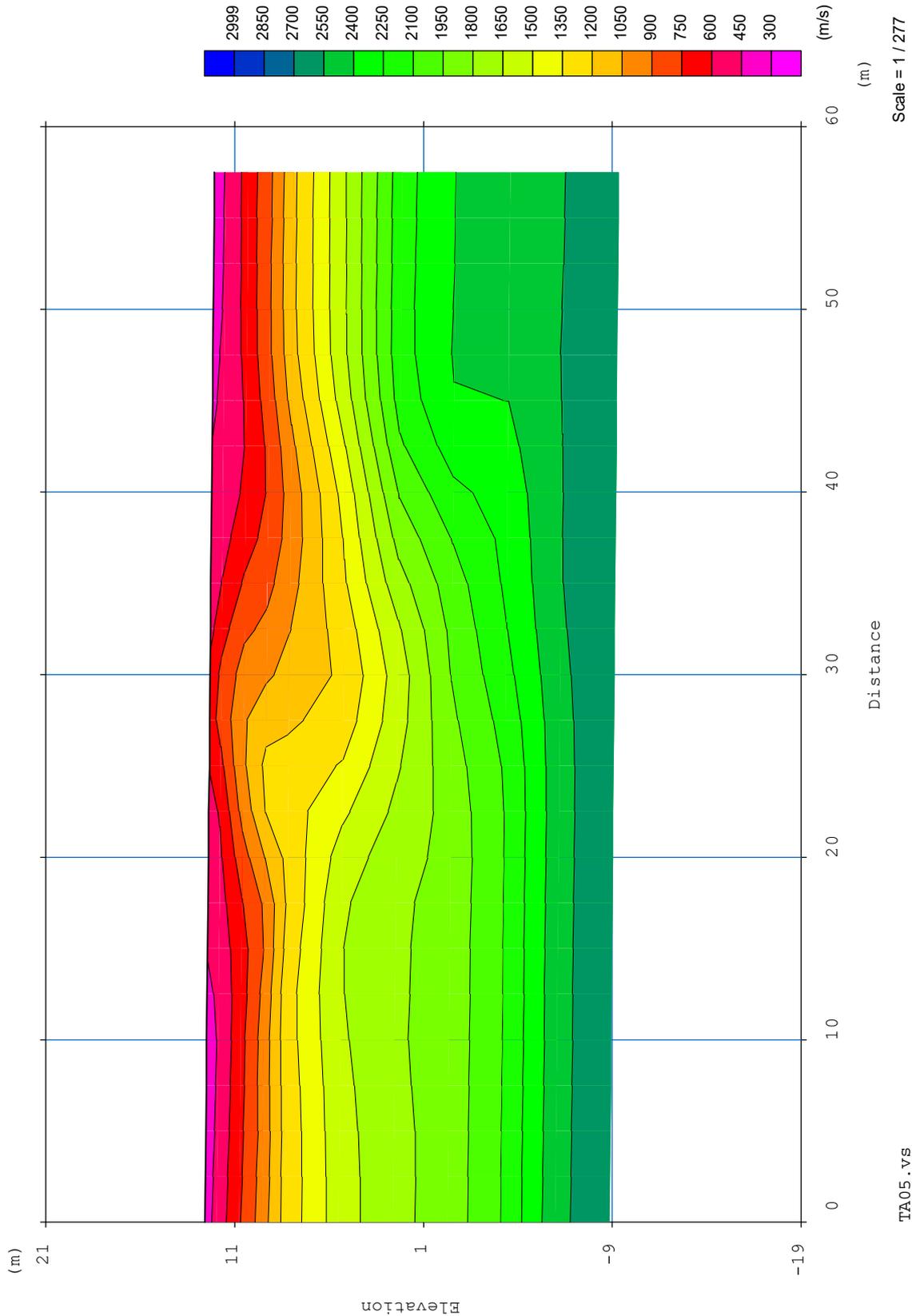
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05



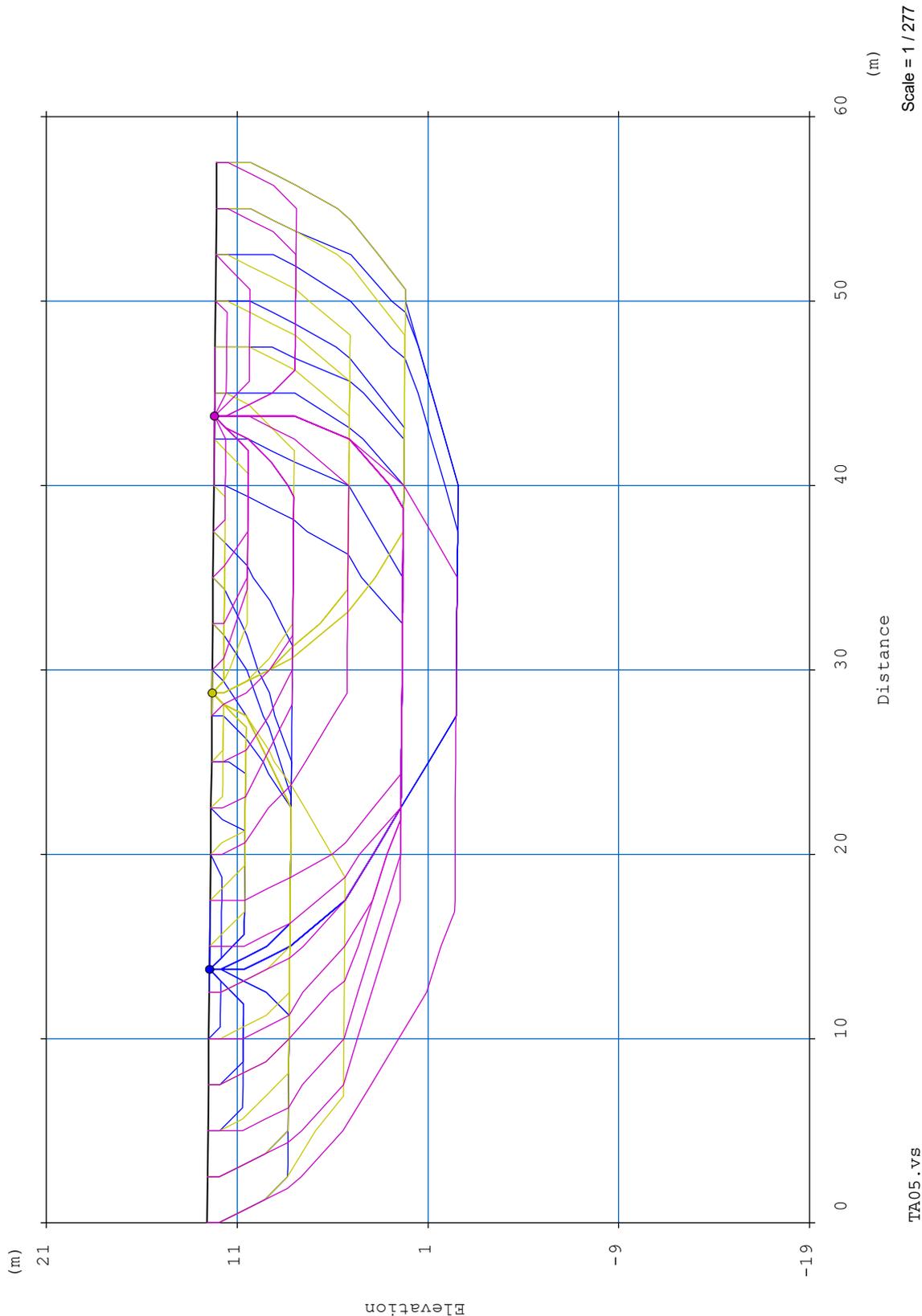
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05



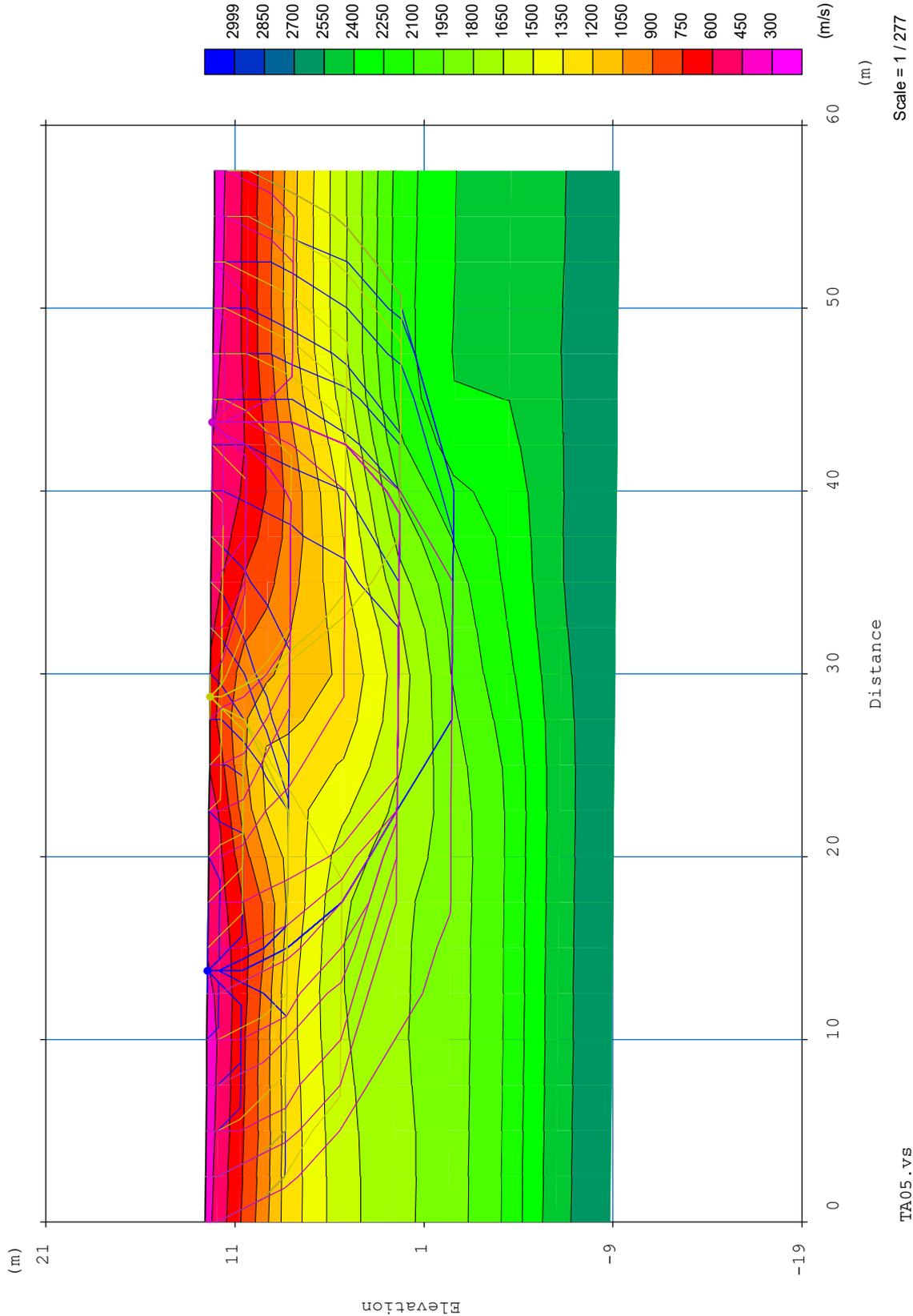
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05



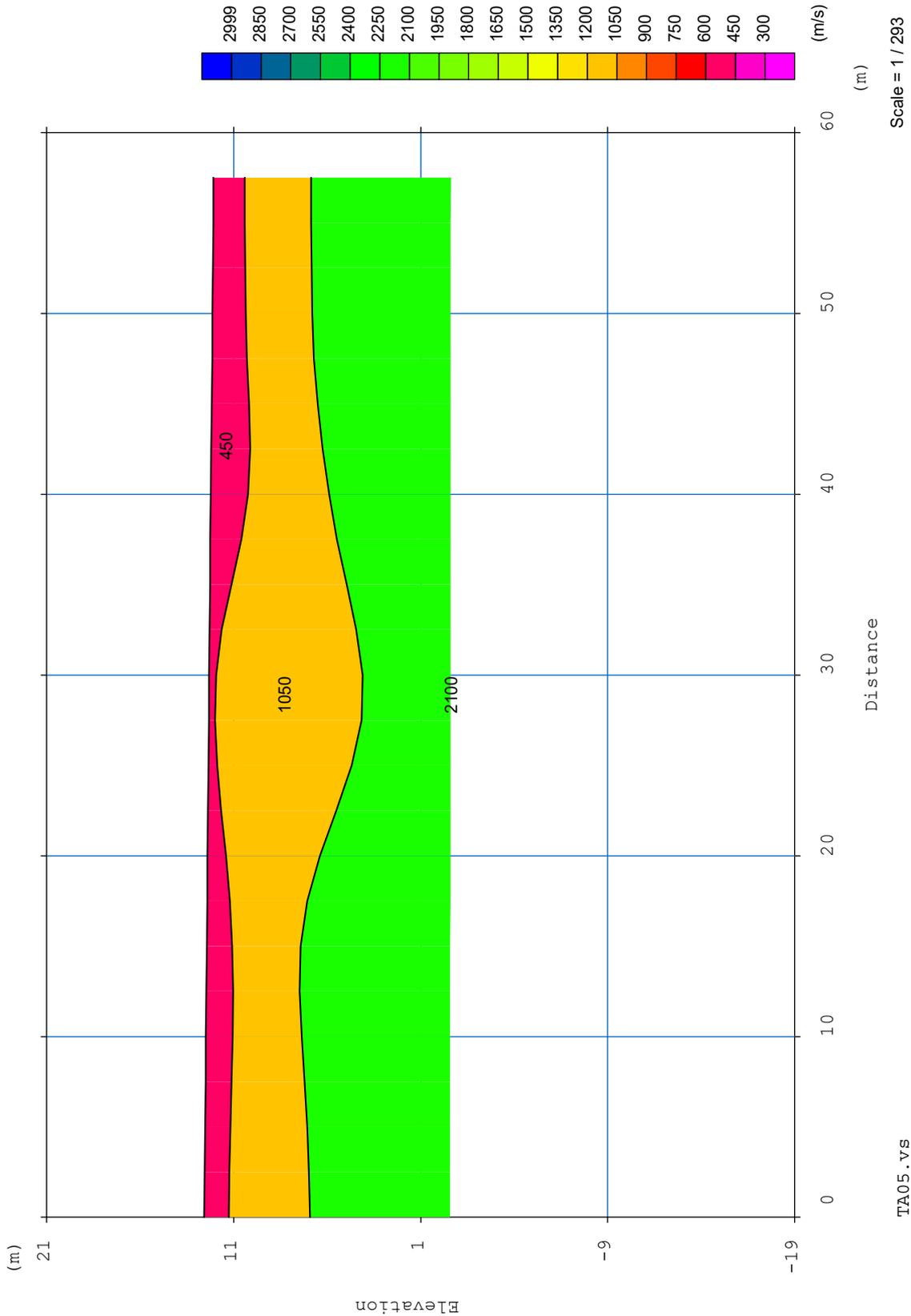
## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05



## TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05

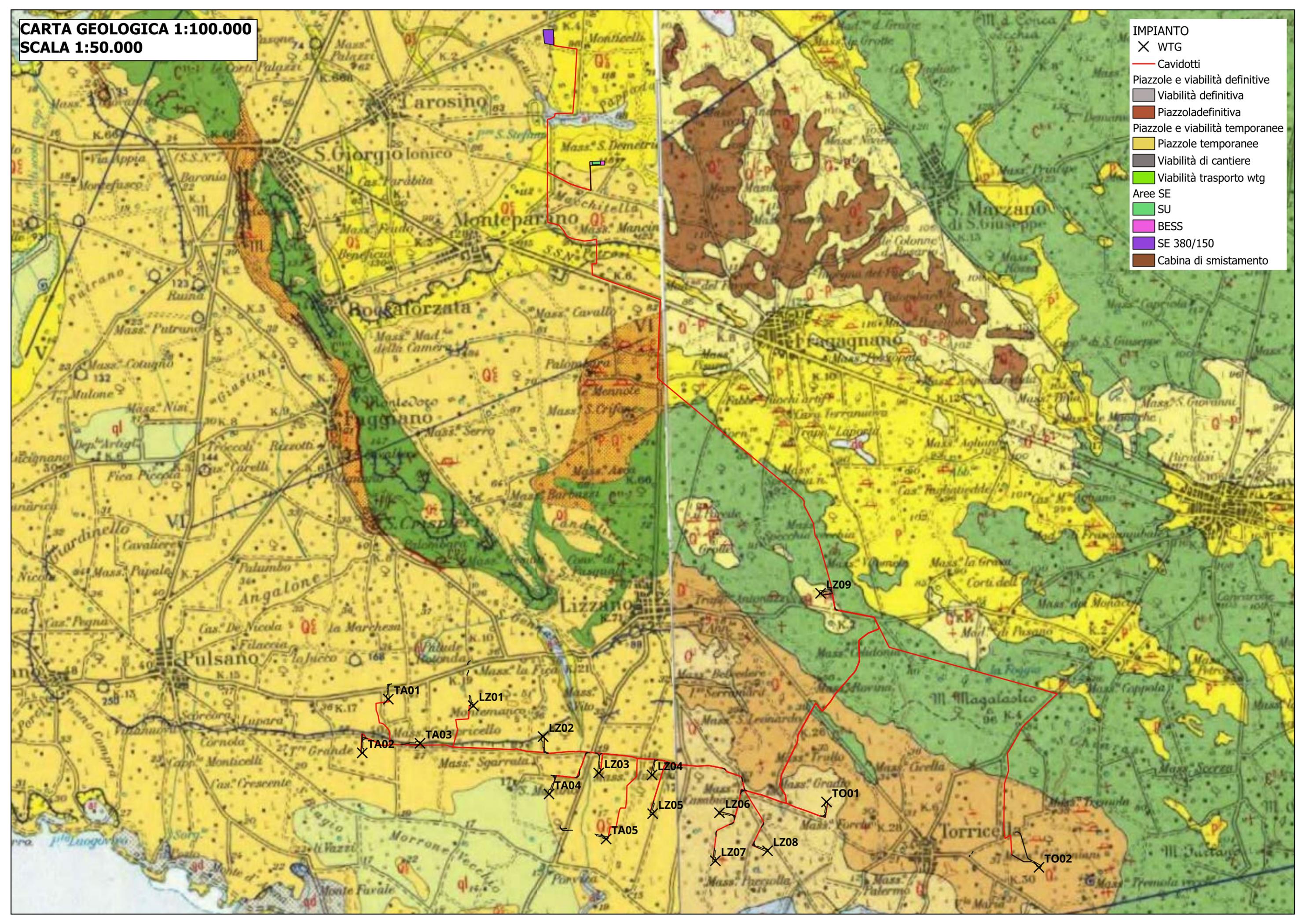


## **TOMOGRAFIA PRSE751 - TA05**

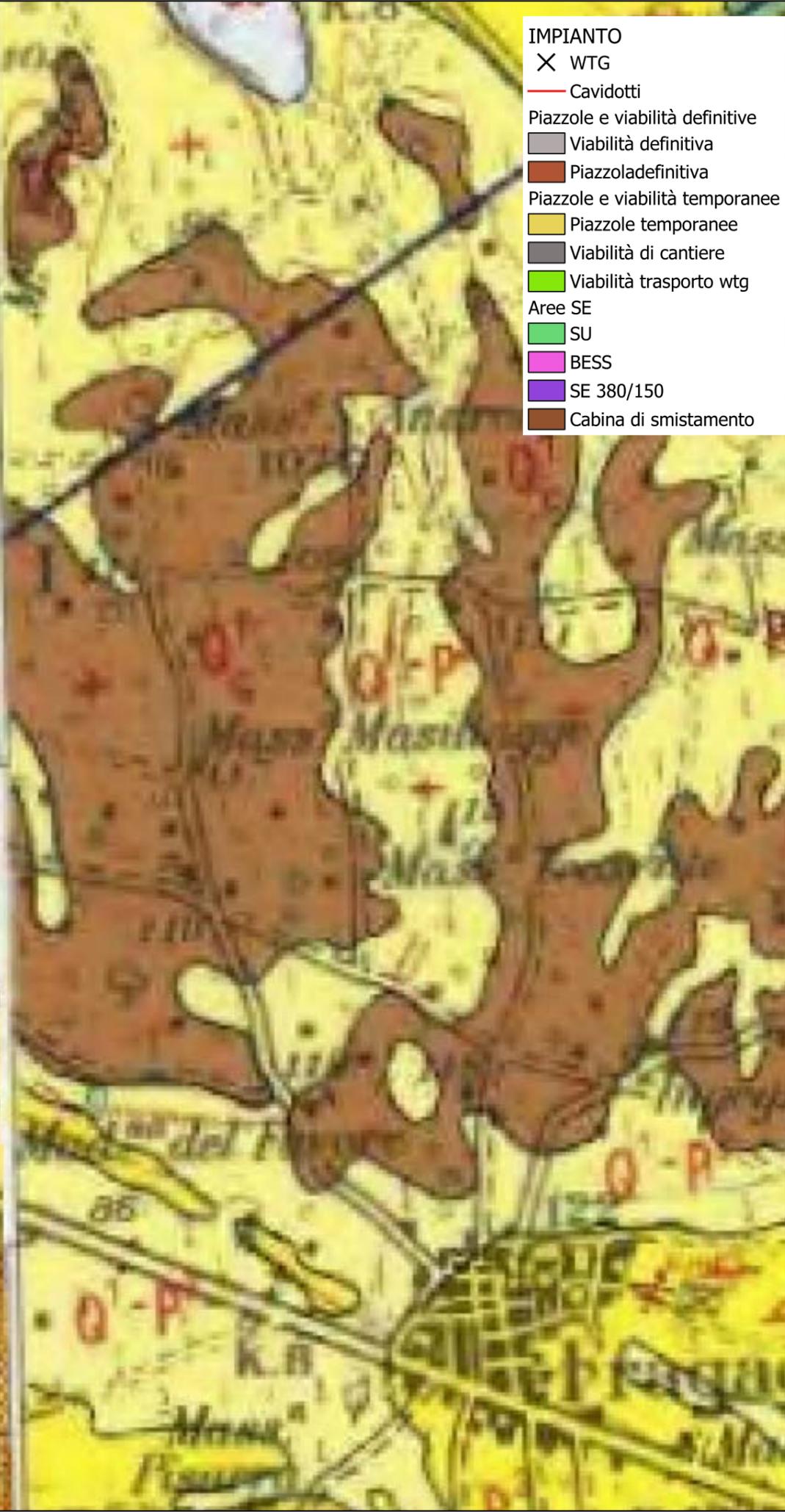
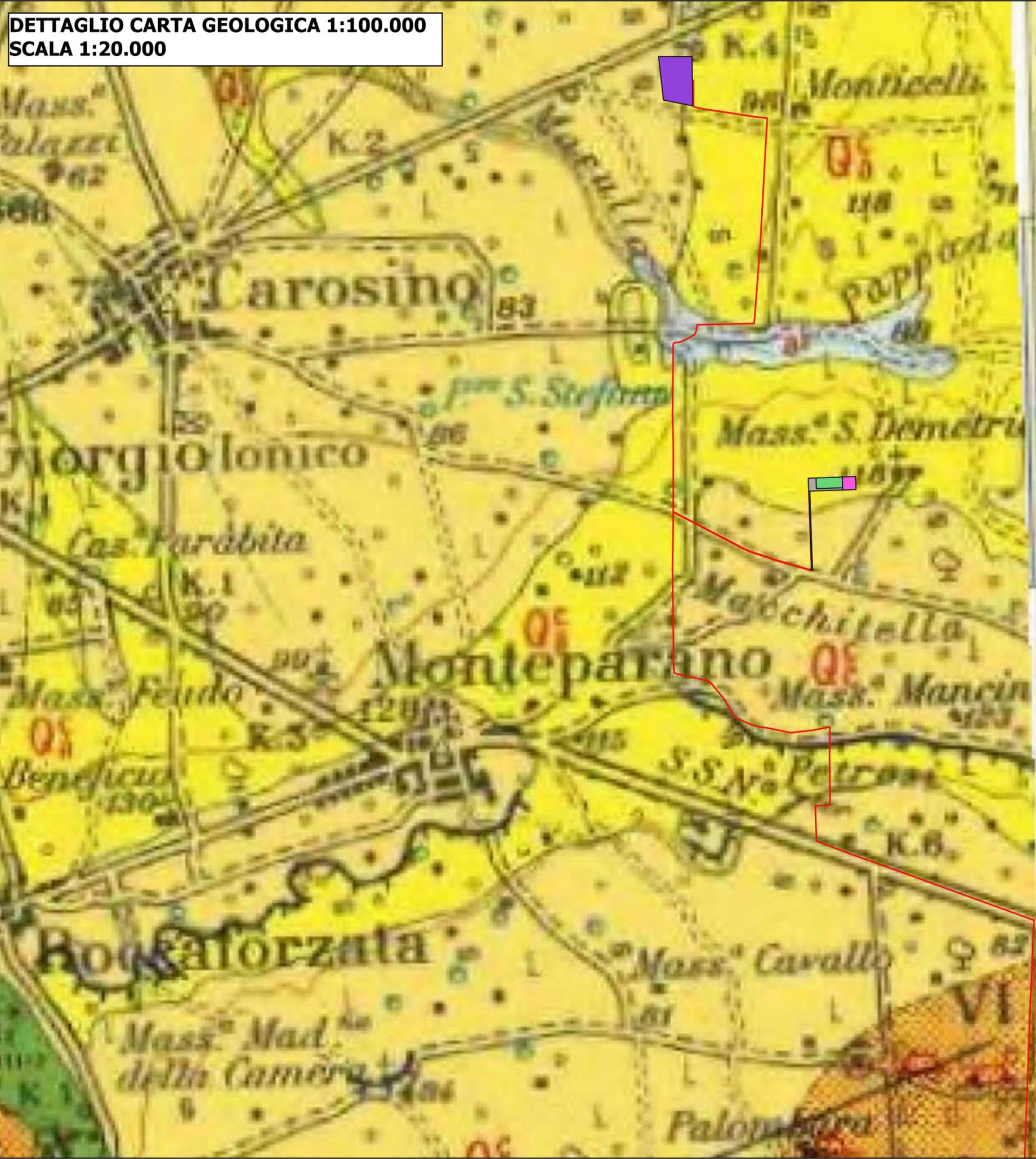


**CARTA GEOLOGICA 1:100.000**  
**SCALA 1:50.000**

- IMPIANTO**
- ✕ WTG
  - Cavidotti
  - Piazzole e viabilità definitive
    - Viabilità definitiva
    - Piazzola definitiva
  - Piazzole e viabilità temporanee
    - Piazzole temporanee
    - Viabilità di cantiere
    - Viabilità trasporto wtg
  - Aree SE
    - SU
    - BESS
    - SE 380/150
    - Cabina di smistamento



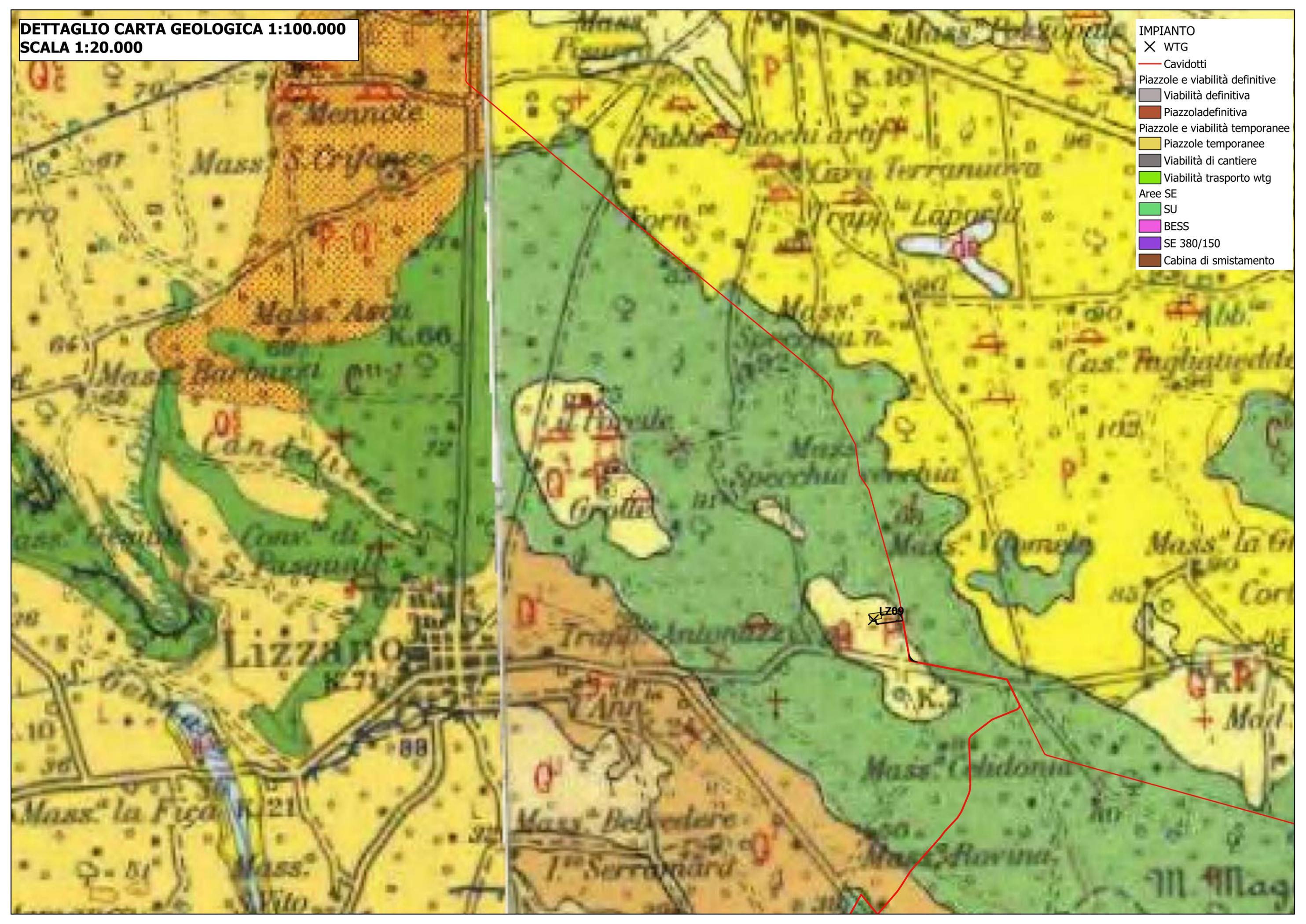
DETTAGLIO CARTA GEOLOGICA 1:100.000  
SCALA 1:20.000



- IMPIANTO
- X WTG
  - Cavidotti
  - Piazzole e viabilità definitive
  - Viabilità definitiva
  - Piazzole definitive
  - Piazzole e viabilità temporanee
  - Piazzole temporanee
  - Viabilità di cantiere
  - Viabilità trasporto wtg
  - Aree SE
  - SU
  - BESS
  - SE 380/150
  - Cabina di smistamento

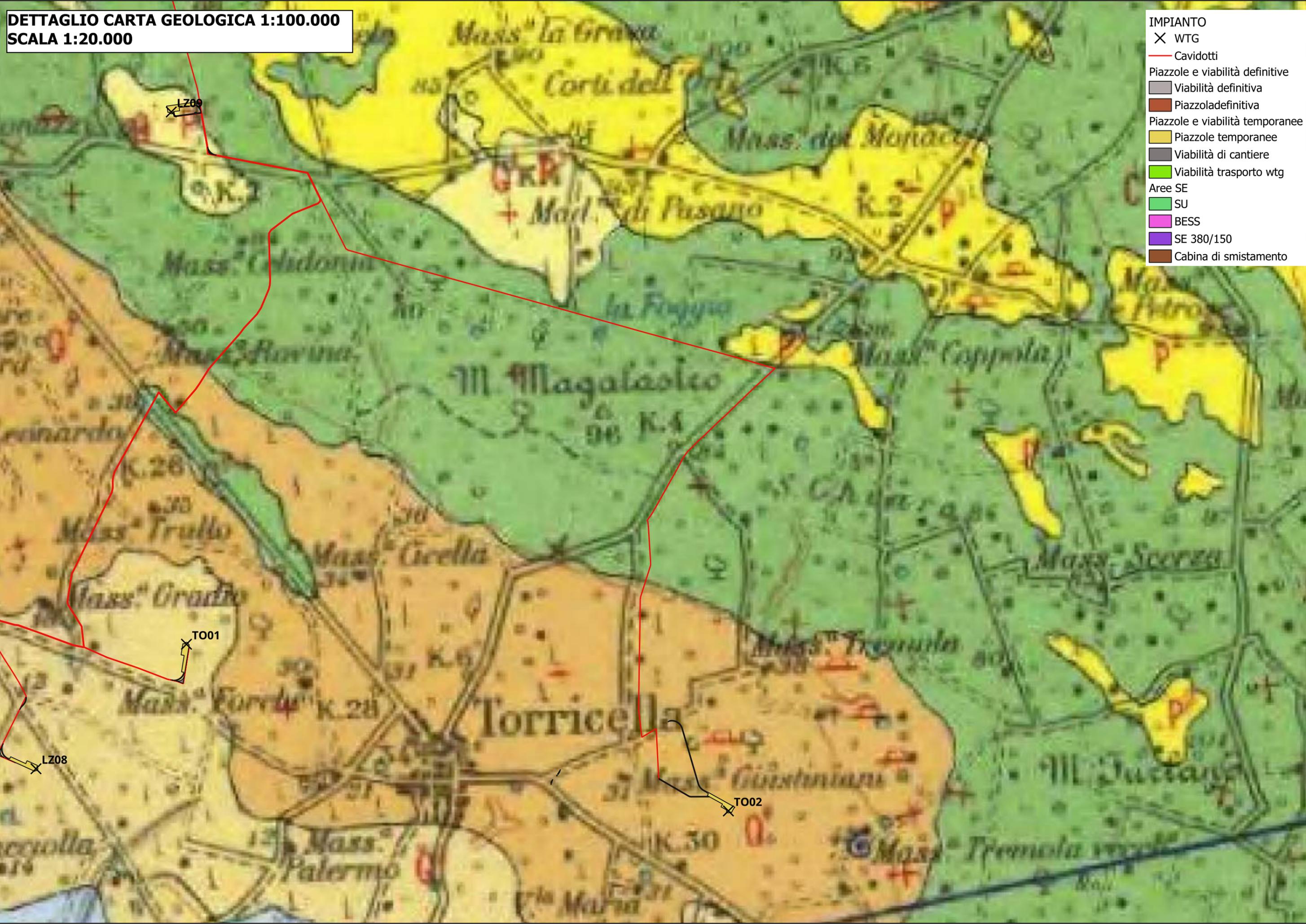
DETTAGLIO CARTA GEOLOGICA 1:100.000  
SCALA 1:20.000

- IMPIANTO
- X WTG
  - Cavidotti
  - Piazzole e viabilità definitive
    - Viabilità definitiva
    - Piazzola definitiva
  - Piazzole e viabilità temporanee
    - Piazzole temporanee
    - Viabilità di cantiere
    - Viabilità trasporto wtg
  - Aree SE
    - SU
    - BESS
    - SE 380/150
    - Cabina di smistamento



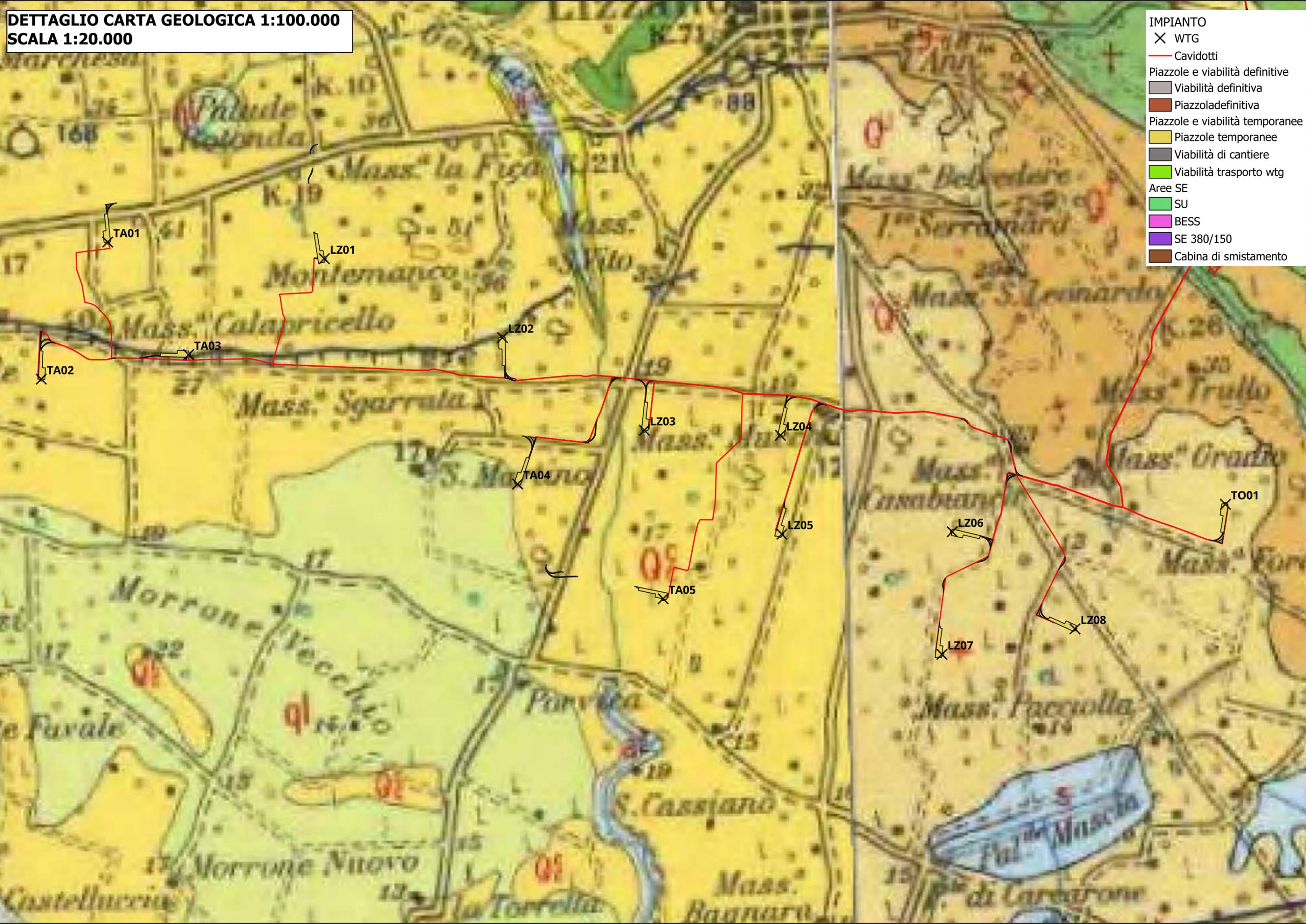
DETTAGLIO CARTA GEOLOGICA 1:100.000  
SCALA 1:20.000

- IMPIANTO
- X WTG
  - Cavidotti
- Piazzole e viabilità definitive
- Viabilità definitiva
  - Piazzola definitiva
- Piazzole e viabilità temporanee
- Piazzole temporanee
  - Viabilità di cantiere
  - Viabilità trasporto wtg
- Aree SE
- SU
  - BESS
  - SE 380/150
  - Cabina di smistamento



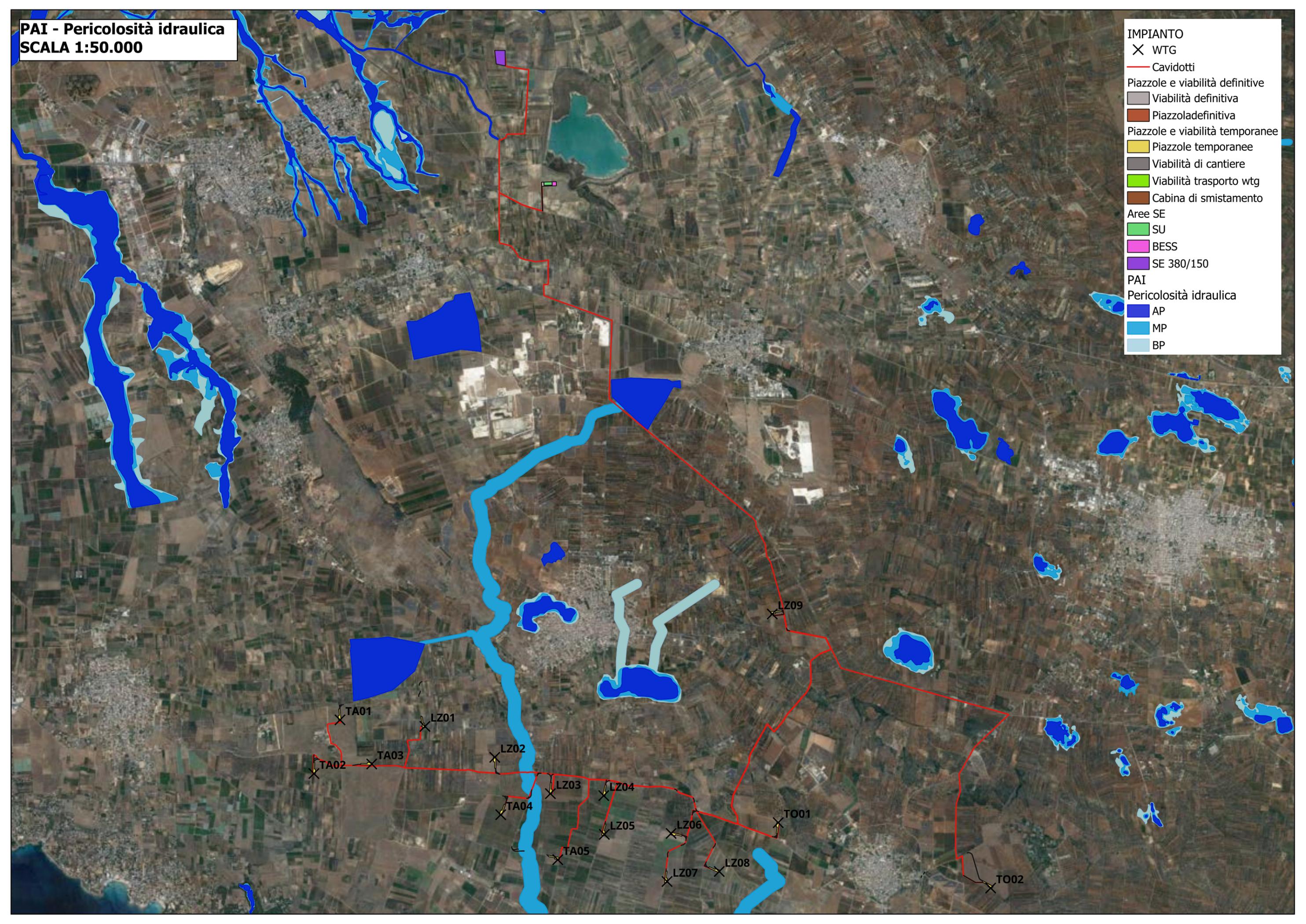
DETTAGLIO CARTA GEOLOGICA 1:100.000  
SCALA 1:20.000

- IMPIANTO
- X WTG
  - Cavidotti
- Piazzole e viabilità definitive
- Viabilità definitiva
  - Piazzola definitiva
- Piazzole e viabilità temporanee
- Piazzole temporanee
  - Viabilità di cantiere
  - Viabilità trasporto wtg
- Aree SE
- SU
  - BESS
  - SE 380/150
  - Cabina di smistamento



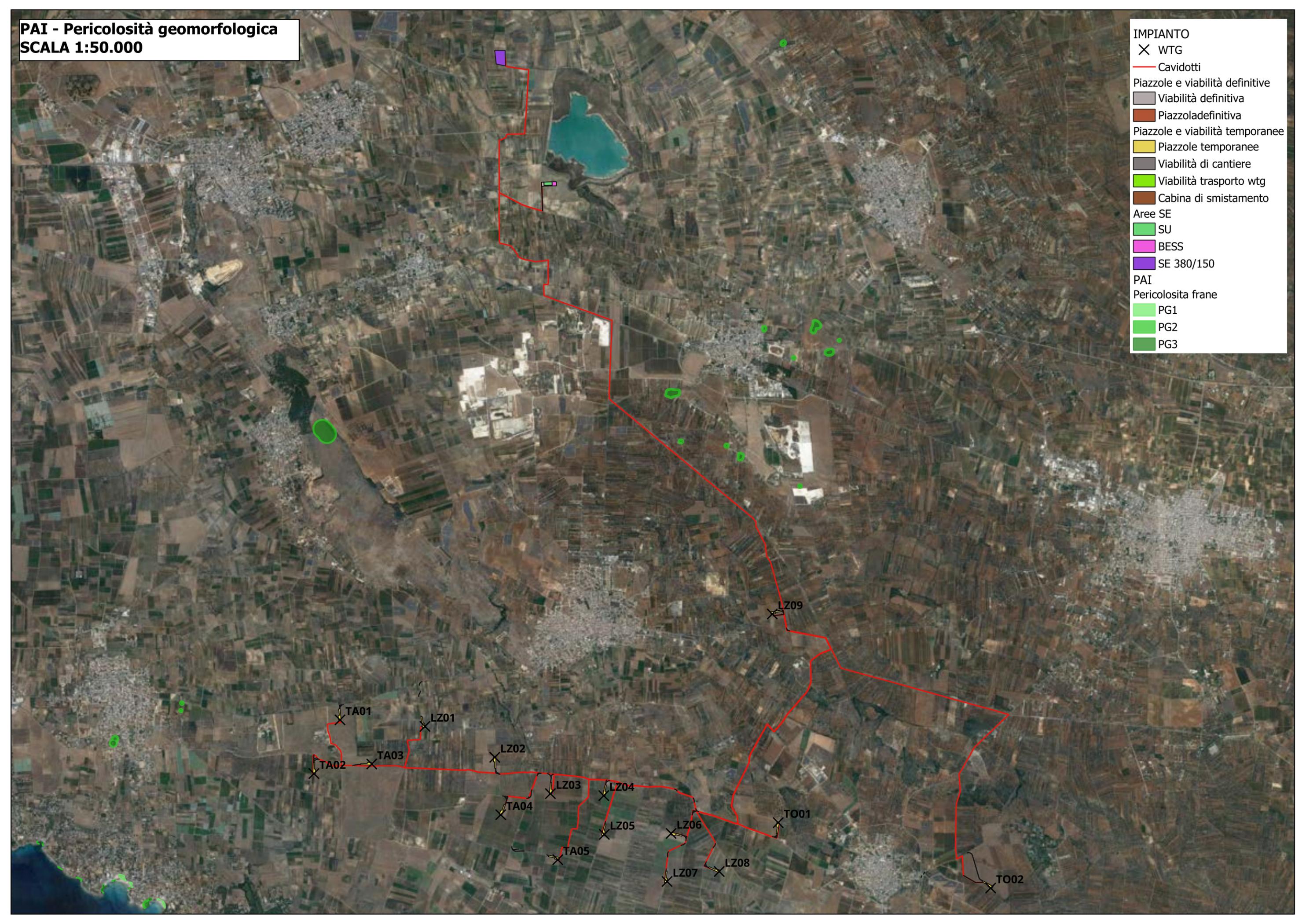
**PAI - Pericolosità idraulica**  
**SCALA 1:50.000**

- IMPIANTO**  
X WTG  
— Cavidotti
- Piazzole e viabilità definitive**  
■ Viabilità definitiva  
■ Piazzoladefinitiva
- Piazzole e viabilità temporanee**  
■ Piazzole temporanee  
■ Viabilità di cantiere  
■ Viabilità trasporto wtg  
■ Cabina di smistamento
- Aree SE**  
■ SU  
■ BESS  
■ SE 380/150
- PAI**  
**Pericolosità idraulica**  
■ AP  
■ MP  
■ BP



**PAI - Pericolosità geomorfologica**  
**SCALA 1:50.000**

- IMPIANTO**
- ✕ WTG
  - Cavidotti
- Piazzole e viabilità definitive**
- Viabilità definitiva
  - Piazzoladefinitiva
- Piazzole e viabilità temporanee**
- Piazzole temporanee
  - Viabilità di cantiere
  - Viabilità trasporto wtg
  - Cabina di smistamento
- Aree SE**
- SU
  - BESS
  - SE 380/150
- PAI**
- Pericolosità frane**
- PG1
  - PG2
  - PG3



**PAI - Reticolo idrografico**  
**SCALA 1:50.000**

**IMPIANTO**

- X WTG
- Cavidotti

**Piazzole e viabilità definitive**

- Viabilità definitiva
- Piazzola definitiva

**Piazzole e viabilità temporanee**

- Piazzole temporanee
- Viabilità di cantiere
- Viabilità trasporto wtg
- Cabina di smistamento

**Aree SE**

- SU
- BESS
- SE 380/150

**PAI**

- Reticolo idrografico
- Reticolo idrografico distretto 12\_2022

