



IRON SOLAR S.R.L.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO NEL TERRITORIO COMUNALE DI SALICE SALENTINO (LE) - VEGLIE (LE)

PROGETTO DEFINITIVO

prima emissione: ottobre 2020

REV.	DATA	DESCRIZIONE:

PROGETTAZIONE

ARCHITETTURA E PAESAGGIO



via Volga c/o Fiera del Levante Pad.129 - BARI (BA)
ing. Sebanino GIOTTA - ing. Fabio PACCAPELO
ing. Francesca SACCAROLA

VIRUSDESIGN®
arch. Vincenzo RUSSO
via Puglie n.8 - Cerignola (FG)



IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

GEOLOGIA

geol. Pietro PEPE

ACUSTICA

ing. Francesco PAPEO

ARCHEOLOGIA

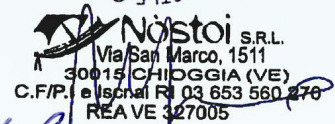
Nostoi S.r.l.

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

dr. for. Sara MASTRANGELO

ASPETTI FAUNISTICI

dott. nat. Fabio MASTROPASQUA



PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI

R.4 RELAZIONE GEOLOGICA, MORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA



COMUNI DI SALICE SALENTINO E VEGLIE

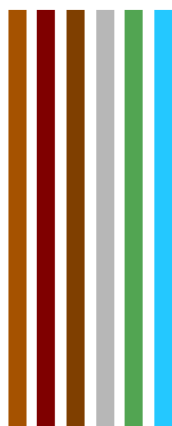
PROVINCIA DI BRINDISI

OGGETTO

ESECUZIONE DI GEOFISICHE PER IL PROGETTO DI
REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI



COMMITTENTE

IRON SOLAR s.r.l.

Via Lanzona - MILANO

INDAGINI E RILIEVI

APOGEO s.r.l.

Via Caduti di Nassiriya, 170 - 70022 Altamura (BA)

Cod. Fisc. e P. IVA 01037210778 REA: 472212 - Cap. Soc. € 94.628,00 i.v.

Tel. e Fax: 080/3143324 Email: apogeo.altamura@libero.it - PEC: apogeo.altamura@pec.it

www.apogeo.biz

Il Geologo Incaricato

Dott. Geol. Pietro PEPE



OS20A Class. I

OS20B Class. III Bis

DATA

SETTEMBRE 2020

Rif. Commessa

2020_132

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
2.1	Caratteri generali	4
2.2	Geomorfologia e Tettonica	6
2.3	Caratteri idrogeologici e idrografici	7
3	CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE	9
4	PROSPEZIONI SISMICHE	11
4.1	Prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P	11
4.1.1	Descrizione del metodo e della strumentazione	11
4.1.2	Acquisizione dei dati	11
4.1.3	Elaborazione dei dati	11
4.1.4	Rappresentazione dei dati	11
4.1.5	Interpretazione dei risultati	12
4.2	Prospezione sismica per la stima del V_s,eq	14
4.2.1	RE.MI. (Refraction Microtremors) - Descrizione del metodo e della strumentazione	14
4.2.2	RE.MI. - Acquisizione dei dati	14
4.2.3	RE.MI. - Elaborazione dei dati	15
4.2.4	RE.MI. - Rappresentazione dei risultati	15
4.2.5	RE.MI. - Interpretazione dei risultati	15
5	STIMA DEI MODULI DINAMICI.....	17
	ALLEGATO 01 - PLANIMETRIE.....	23
	ALLEGATO 02A - PROSPEZIONE SISMICA	29
	ALLEGATO 02B – PROSPEZIONI SISMICHE PER LA STIMA DEL V_s,eq.....	42
	ALLEGATO 03 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SULLE INDAGINI SISMICHE.....	55

1 PREMESSA

Su commissione della società IRON SOLAR s.r.l. è stata redatta la presente Relazione Geologica a supporto del progetto di realizzazione di un parco eolico in agro di Salice Salentino e Veglie (BR).

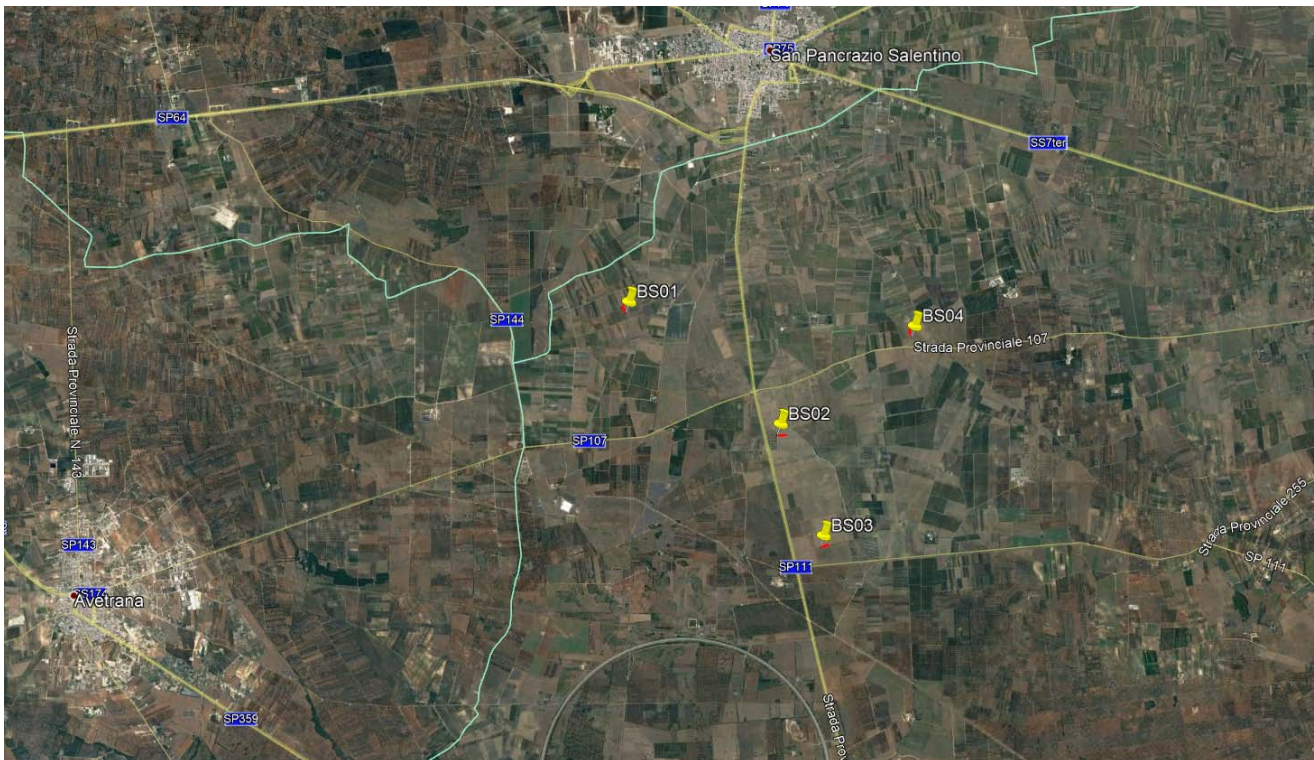
Al fine di meglio delineare le caratteristiche litologiche e sismiche dei luoghi oggetto di studio, è stata eseguita un'indagine geognostica a carattere geofisico, finalizzata ad accertare le condizioni del sottosuolo in esame ed in particolare a verificare:

- ✓ la locale sismo stratigrafia del sottosuolo;
- ✓ lo spessore e caratteristiche geomeccaniche dei sismostrati riconosciuti;
- ✓ il valore del $V_{s,eq}$ per l'attribuzione della categoria del sottosuolo secondo quanto richiesto dalla recente normativa in materia delle costruzioni "Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" del 17 gennaio 2018 (Suppl. Ord. G. U. 20.2.2018, n. 8).

Il piano d'indagine previsto al fine di investigare adeguatamente il sottosuolo in esame in funzione anche dell'opera da realizzarsi è consistito nella esecuzione di:

1. n. 4 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P, **BS01÷BS04**, di lunghezza pari a 125m;
2. n. 4 prospezioni sismiche eseguite con tecnica MASW per la determinazione delle onde di taglio (S) e successiva stima del $V_{s,eq}$, (**RE.MI.01÷ RE.MI.04**) ubicate in corrispondenza delle stesse basi sismiche, per le quali sono stati utilizzati n. 24 geofoni con spaziatura intergeofonica di 5m.

L'area in esame ricade a cavallo dei territori di Salice Salentino e Veglie, a ridosso della S.P. 109 e della S.P. 107, come riportato nell'immagine seguente (i punti in giallo riportano l'ubicazione delle indagini eseguite).

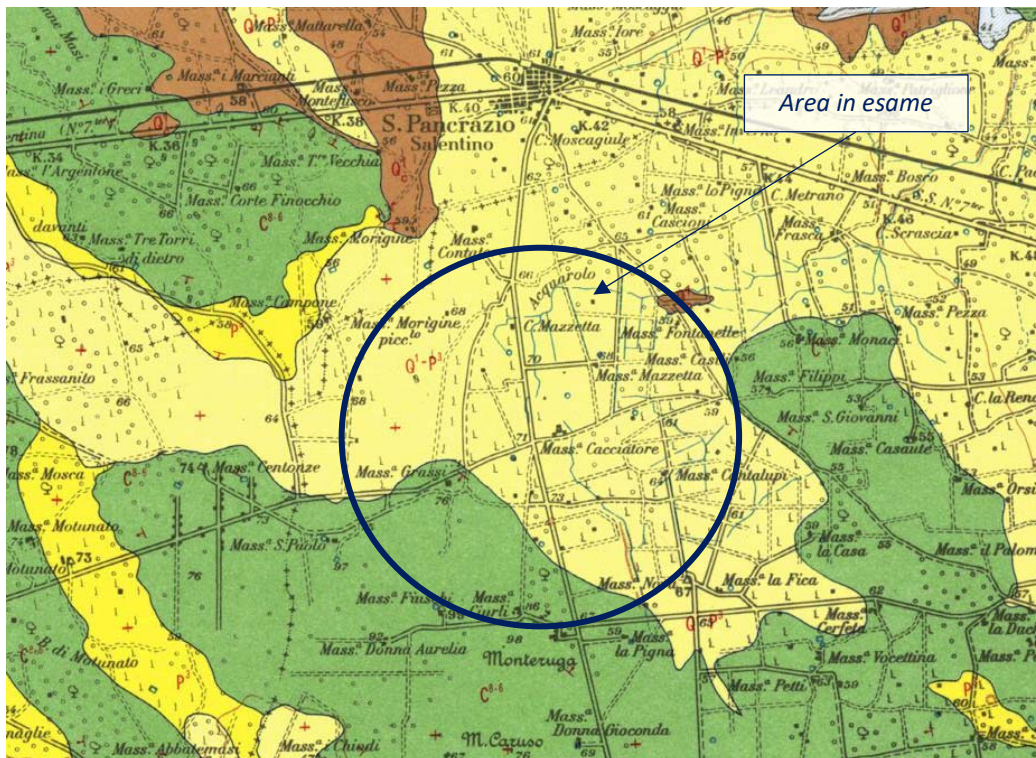


Stralcio ortofoto dell'area oggetto di intervento (fonte Google Earth)

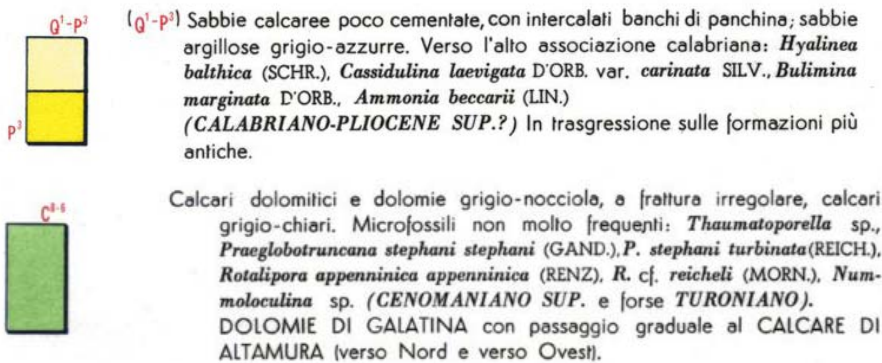
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 Caratteri generali

L'area di interesse, dal punto di vista geologico, ricade nel Foglio n. 203 della Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 "Brindisi". L'area in esame si colloca nel comprensorio della penisola Salentina geologicamente costituita da una successione di rocce calcareo-dolomitiche, calcarenitiche e sabbioso-argillose, la cui messa in posto è avvenuta nell'arco di tempo compreso tra il Mesozoico e il Quaternario.



Stralcio Foglio 203 della Carta geologica con ubicazione dell'area d'intervento



Infatti, la struttura geologica è caratterizzata dalla presenza di un substrato calcareo-dolomitico del Mesozoico (Piattaforma Carbonatica Apula) su cui si poggiano in trasgressione sedimenti calcarenitici e calcarei riferibili al Miocene, al Pliocene medio-sup. e al Pleistocene.

L'evoluzione geologica della penisola salentina può essere correlata al tratto più meridionale dell'Avampaese Apulo, la cui genesi è legata agli eventi tettonico-sedimentari che hanno interessato il promontorio africano

prima nella collisione con la placca euroasiatica, risalente alla fine del Mesozoico, poi, nella tettonogenesi appenninico-dinarica, a partire dal Neogene.

A tetto del basamento cristallino, nel Salento, è presente una potente copertura sedimentaria con alla base sedimenti di facies terrigena fluvio-deltizie correlabili con il Verrucano (Permiano-Triassico). Sui depositi terrigeni si rinviene una successione anidritico-dolomitica riferibile alle Anidriti di Burano (Triassico), ed una sovrastante successione giurassico-cretacica avente facies di piattaforma carbonatica.

Il territorio strettamente in esame è caratterizzato dall'affioramento delle seguenti unità geologiche, dalle più antiche alle più recenti:

- ✓ **Calcareni del Salento (Pleistocene):** unità geologica rappresentata da sabbie calcaree poco cementate con intercalati banchi di panchina, sabbie argillose grigio-azzurre ($Q^1 P^3$).

Il presente orizzonte è bene rappresentato nella parte centrale e meridionale del foglio Brindisi, dove occupa una vasta plaga, continua ma irregolare, costituita da bande allungate da ovest ad est oppure da ONO a ESE, tra loro collegate. È pure ben rappresentato nel f. Lecce, con un vasto affioramento nella parte centrale, in corrispondenza delle località di Cellino San Marco, San Pietro Vernotico, Torchiarolo.

In generale occupa aree morfologicamente depresse e pianeggianti, a quote variabili gradatamente da 150 m ad ovest a 10 m ad est. È distribuito precisamente nella parte centrale di antiche depressioni, occupate dal mare pliocenico-calambriano, accostandosi in discordanza all'orizzonte precedente. È costituito da sabbie calcaree di colore azzurrognolo, talvolta giallastro per ossidazione, in generale debolmente cementate. Talora le sabbie calcaree sono argillose e sono pure presenti livelli esclusivamente argillosi, azzurrognoli, simili alle argille di Galatina, di Nardò, ecc.

A settentrione l'orizzonte viene a contatto con la Formazione di Gallipoli. Il passaggio non è molto chiaro, sia per la scarsa esposizione di sedimenti interessati, sia per l'assenza di caratteri morfologici indicativi.

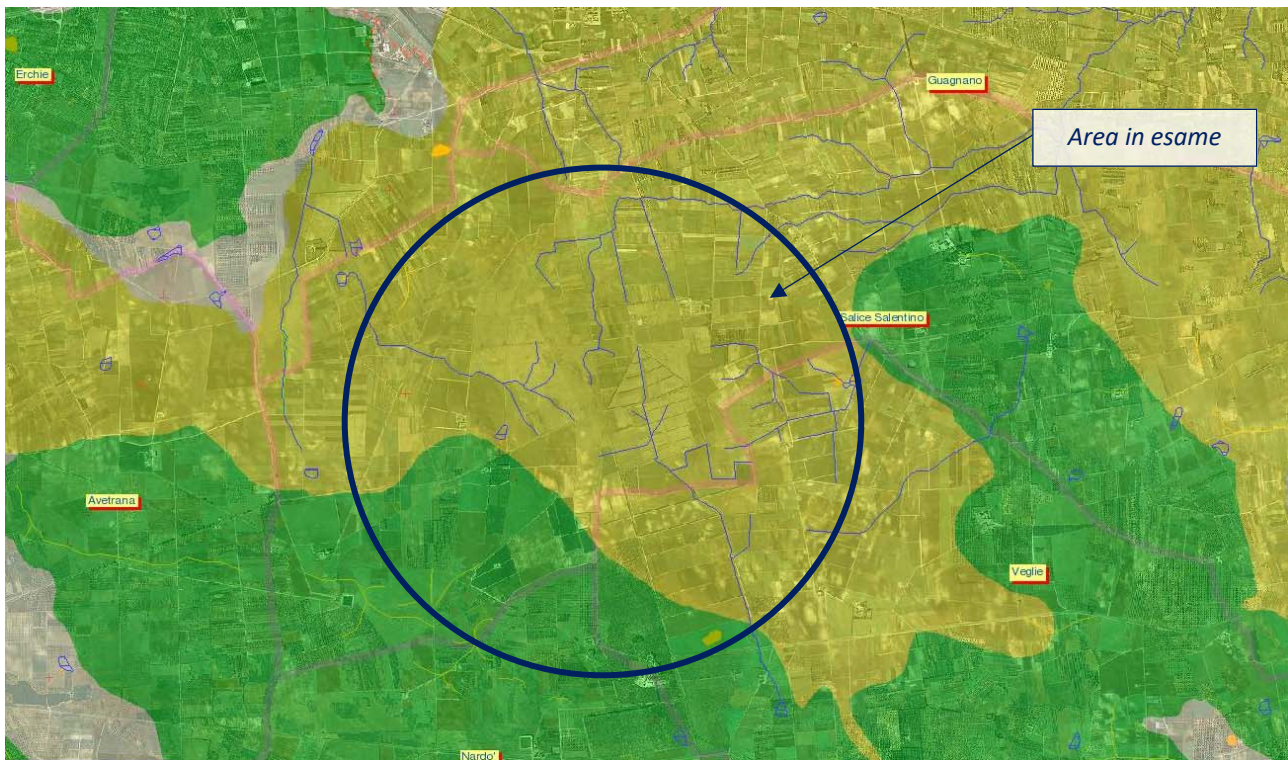
- ✓ **Dolomie di Galatina e Calcarea di Altamura (Cretaceo):** unità geologica rappresentata da calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, fratturati e con scarso contenuto di microfossili (C^{8-6}).

Circa la metà dell'area interessata dal progetto, è caratterizzata in affioramento dall'ammasso calcareo appartenente alla Formazione Dolomie di Galatina con passaggio graduale al Calcarea di Altamura di età del Cretaceo sup. Si presenta di colore grigiastro o grigio-nocciola è costituito da strati e banchi calcarei, a grana prevalentemente fine e a luoghi intensamente fratturati e carsificati. È caratterizzato prevalentemente da calcarea a tessitura fango sostenuta associabili, pertanto, ad ambienti di sedimentazione protetti e di mare basso riferibile ad un dominio di piattaforma interna di bassa energia. La fratturazione è in genere di tipo concoide mentre le strutture interne più ricorrenti sono laminazioni sottili, facilmente visibili quando la superficie è alterata. La componente scheletrica che caratterizza tale formazione è prevalentemente costituita da foraminiferi bentonici, alghe calcaree, rudiste e frammenti di echinodermi. Tra gli elementi non scheletrici si osservano livelli di breccie a cemento ocraceo o rossastro testimonianza di temporanee emersioni. Frequenti sono i livelli ad ostracodi e foraminiferi esclusivamente rappresentati dalla famiglia Ophthalmitidae.

Lo spessore affiorante nel Foglio "Brindisi" è dell'ordine di diverse centinaia di metri, mentre quelli osservati in fase di rilevamento in corrispondenza di cave a cielo aperto sono in media di 50 metri. In affioramento la formazione in esame mostra degli strati generalmente disposti in modo regolare e continuo tuttavia poiché non sono molto evidenti segni di una dinamica né distensiva (faglie) né compressiva (pieghe).

2.2 Geomorfologia e Tettonica

Il rilievo geologico di superficie non ha evidenziato la presenza di elementi tettonici di rilievo. I dati visibili in superficie in aree immediatamente limitrofe e i dati della letteratura indicano che gli strati sono suborizzontali o debolmente piegati.



Stralcio dell'area di intervento su carta idrogeomorfologica dell'ADB Puglia

Elementi Geostrutturali

Litologia substr.

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

Tettonica

- Faglia
- Faglia presunta
- Asse di anticlinale certo
- Asse di anticlinale presunto
- Asse di sinclinale certo
- Asse di sinclinale presunto
- Strati suborizzontali ($<10^\circ$)
- Strati poco inclinati ($10^\circ - 45^\circ$)
- Strati molto inclinati ($45^\circ - 80^\circ$)
- Strati subverticali ($>80^\circ$)
- Strati rovesciati
- Strati contorti

Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale

Corsi di acqua

- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato

Recapito finale di bacino endoreico

Sorgenti

Canali lagunari

Bacini Idrici

- Lago naturale
- Lago artificiale
- Laguna costiera
- Salina
- Stagno, acquitrino, zona palustre

Forme Carsiche

- Doline
- Grotte naturali
- Orlo di depressione carsica
- Voragini

Forme di modellamento di corso d'acqua

- Cigli e ripe
- Ciglio di sponda
- Ripa di erosione

Forme di versante

Linee

- Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
- Cresta affilata
- Cresta smussata
- Asse di displuvio
- Nicchia di distacco

Poligoni

- Corpo di frana
- Cono di detrito
- Area interessata da dissesto diffuso
- Area a calanchi e forme similari

Forme ed elementi di origine marina

Tipo di costa

- Costa rocciosa
- Costa rocciosa con spiaggia ciottolosa al piede
- Costa rocciosa con spiaggia sabbiosa al piede
- Falesia
- Falesia con spiaggia ciottolosa al piede
- Falesia con spiaggia sabbiosa al piede
- Rias
- Spiaggia sabbiosa
- Spiaggia ciottolosa
- Spiaggia sabbiosa-ciottolosa
- Cordoni dunari
- Faraglioni

La morfologia dell'area del foglio "Brindisi" è caratterizzata dalla presenza di dorsali e altipiani che solo in alcuni casi si elevano di qualche decina di metri al di sopra delle aree circostanti determinando le strutture morfologiche note localmente come "serre".

Queste elevazioni, che generalmente coincidono con alti strutturali, sono allungate in direzione NO-SE e sono separate fra loro da aree pianeggianti più o meno estese. Le formazioni affioranti nelle parti più elevate sono generalmente le più antiche, cretatiche o mioceniche, mentre nelle zone più depresse affiorano terreni miocenici e/o plio-pleistocenici.

Vi è in generale una buona corrispondenza tra la morfologia e l'andamento strutturale: le antiche linee di costa sono definite da piccole scarpate, le anticlinali determinano le zone più sopraelevate corrispondendo alle serre e alle alture; mentre le zone più depresse corrispondono generalmente alle sinclinali.

Questa situazione morfologico-strutturale dimostra che nel periodo di emersione delle aree non vi è stato un apprezzabile smantellamento da parte degli agenti esogeni ad eccezione dell'azione di abrasione marina che ha operato in maggiore misura ai margini delle strutture emerse.

Oltre al rilevamento geologico-geomorfologico, ai fini della verifica dei caratteri idro-geomorfologici dell'area è stata consultata la cartografia idro-geomorfologica in Web-Gis redatta dall'AdB Puglia, dalla quale si evince che il sito di stretto interesse, che per la sua estensione si trova a quote comprese tra 60 e 70 metri sul livello del mare, è contraddistinto da superfici sub-orizzontali o con blande pendenze verso NE, e dalla presenza di alcune zone depresse in corrispondenza delle quali sono rintracciabili segni di doline e recapiti finali di bacini endoreici.

2.3 Caratteri idrogeologici e idrografici

Le caratteristiche idrogeologiche della zona in esame risultano influenzate dalla morfologia del territorio, dalle condizioni di assetto strutturale e dalle caratteristiche di permeabilità delle formazioni affioranti. Come già evidenziato in precedenza, il deflusso superficiale si esplica per brevi percorsi condizionati sostanzialmente dall'andamento generale delle pendenze, giacché non esiste un reticolo idrografico di superficie. Le modalità di deflusso delle acque sotterranee risultano invece fortemente influenzate dal grado e dal tipo di permeabilità delle formazioni affioranti. Le acque pluviali che si infiltrano nel sottosuolo vanno quasi interamente ad alimentare la "falda profonda", un corpo acquifero di dimensioni cospicue, attestato nelle rocce del basamento carbonatico mesozoico. Tuttavia dal Pleistocene medio ad oggi l'azione delle acque meteoriche ha agito sulla superficie del paesaggio addolcendone le forme e scavando profonde incisioni sulle rocce carbonatiche che hanno portato poi allo sviluppo di forme tipicamente carsiche quali doline, inghiottitoi e soprattutto, un gran numero di grotte.

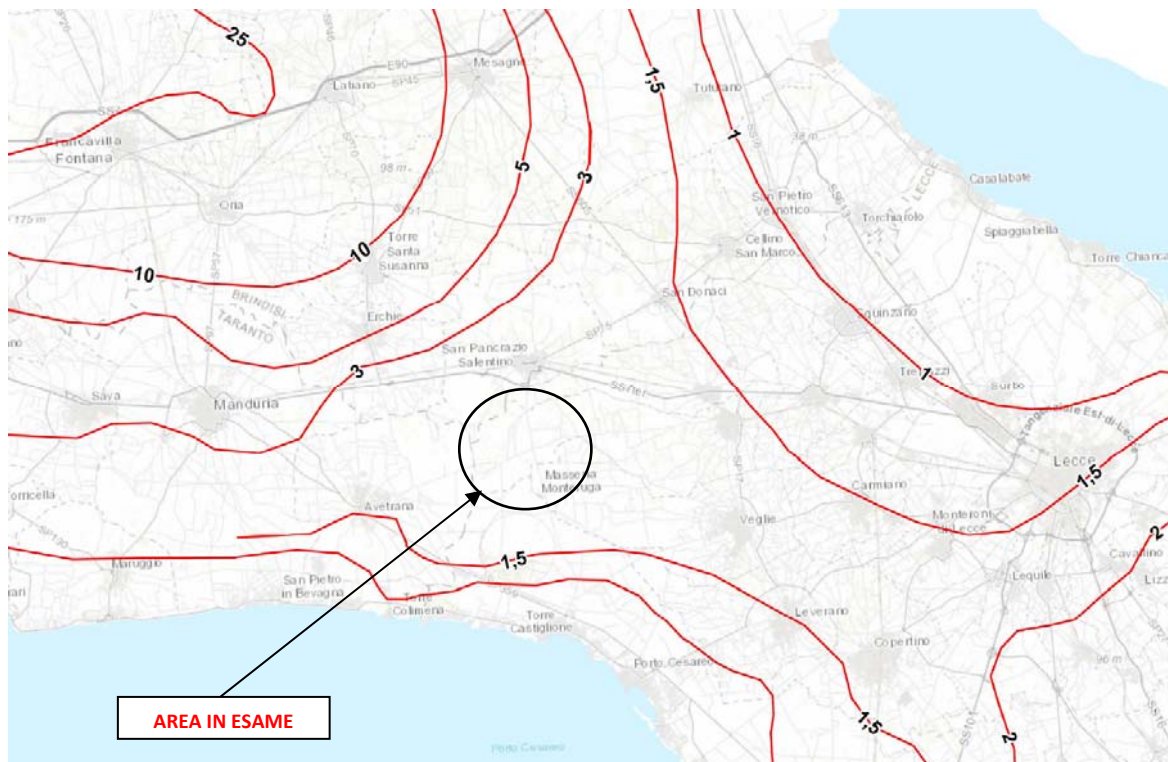
Le acque di falda costituiscono già da lungo tempo l'unica fonte di una certa consistenza per l'alimentazione idrica ai fini plurimi della Penisola Salentina. La circolazione idrica sotterranea si esplica nel Salento nell'ambito della formazione mesozoica basale, costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie generalmente molto permeabili per fessurazione e carsismo.

La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dalla presenza di due distinti sistemi la cui interazione tende a variare da luogo a luogo: il primo, più profondo, è rappresentato dalla falda carsica circolante nel basamento carbonatico mesozoico, fortemente fratturato e carsificato; il secondo, è costituito da una serie di falde superficiali, che si rinvergono a profondità ridotte dal piano campagna, ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento. La falda carsica, relativa all'acquifero costituito da rocce calcaree, tende a galleggiare sulle acque più dense d'intrusione marina, assumendo una tipica forma a lente biconvessa con spessori che vanno decrescendo dal centro verso i margini ionico ed adriatico. La superficie di separazione tra acque dolci ed acque salate, a differente densità, è data da una fascia di transizione il cui

spessore, anch'esso variabile, cresce all'aumentare della distanza dalla costa ed è, inoltre, funzione dello spessore dell'acquifero di acque dolci. La falda profonda trova direttamente recapito nel Mar Ionio e nel Mare Adriatico, verso cui defluisce con pendenze piezometriche piuttosto modeste. A luoghi può risultare intercettata da livelli poco permeabili dello stesso.

I caratteri di permeabilità delle formazioni geologiche affioranti sono tali da favorire una rapida infiltrazione in profondità delle acque meteoriche non permettendo un prolungato ruscellamento superficiale: risulta quindi assente un reticolo idrografico di superficie ed il deflusso delle acque fluviali avviene in occasione di piogge abbondanti, sotto forma di ruscellamento diffuso lungo le scarpate che delimitano le Serre. L'intero territorio presenta notevoli segni di un modellamento carsico policiclico e un'idrografia contrassegnata nelle parti interne dalla presenza di corsi d'acqua e bacini endoreici di varia dimensione e forma.

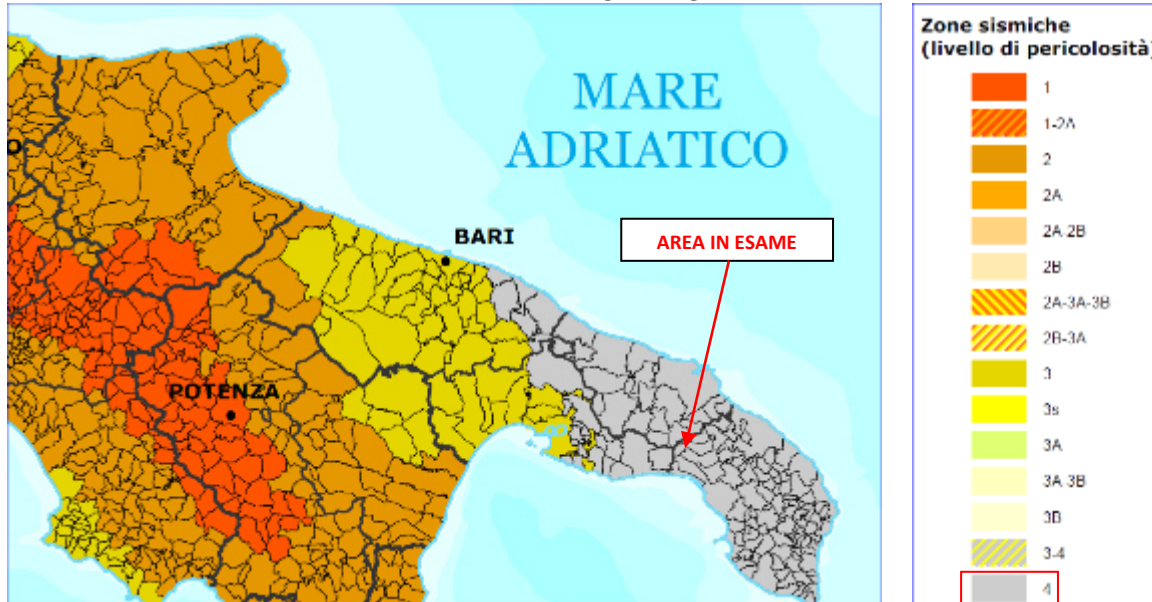
Sulla base dei dati desunti dal nuovo Piano di Tutela delle Acque aggiornamento 2015-2021, i carichi piezometrici degli acquiferi sono, nell'area in esame, dell'ordine di circa 1,5÷3 metri s.l.m..



Piano di Tutela delle Acque: distribuzione media dei carichi Piezometrici degli acquiferi

3 CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE

I comuni di Salice Salentino e Veglie, con D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009, ricadono in **zona sismica 4** (*livello di pericolosità molto basso*), come evidenziato nella figura seguente.



Classificazione sismica 2010 - Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003

Basandosi sulle indagini sismiche eseguite, i valori di velocità delle onde sismiche di taglio hanno evidenziato:

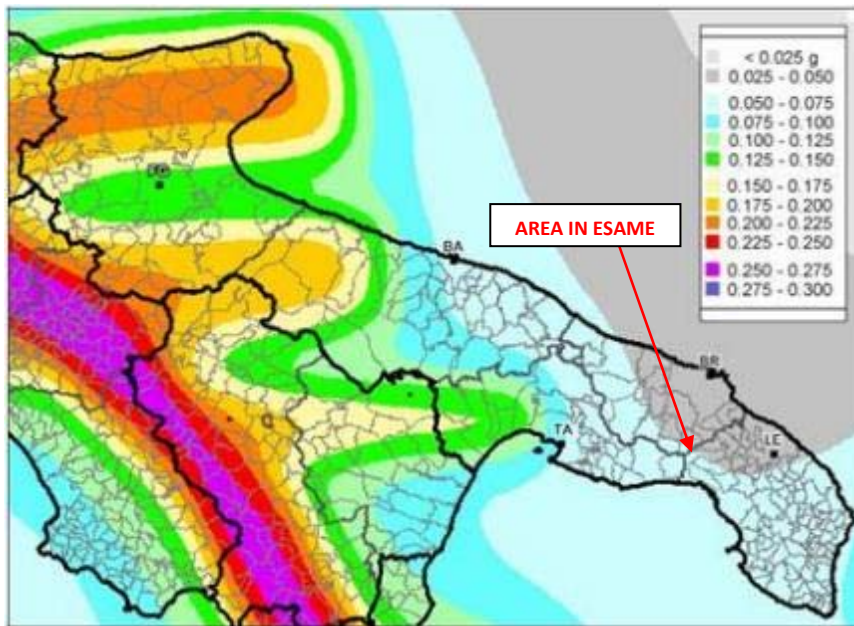
- in corrispondenza delle basi sismiche BS01 e BS02, il bedrock è stato rinvenuto ad una profondità compresa tra **-8.81 e -11.82 m** con valori di $V_{s,eq}$ del pacchetto di strati sovrastanti compreso tra **360 e 800 m/s**, pertanto rientrano nella categoria “**B**”;
- per le basi sismiche BS03 e BS04, il bedrock è stato rinvenuto entro i tre metri di profondità dal piano campagna, pertanto rientrano nella categoria di sottosuolo “**A**”.

Inoltre, in questo caso il valore del fattore S che tiene conto delle condizioni stratigrafiche e geotecniche del sito è pari a: **S=1.0**.

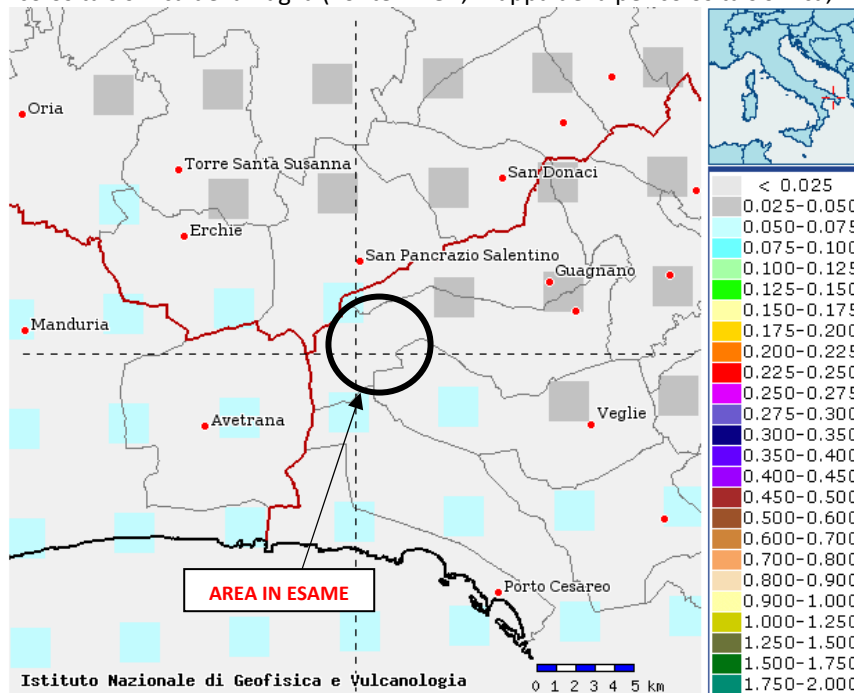
Alla luce delle attuali conoscenze si ritiene che non si pongono particolari problemi alla realizzazione dell’opera in oggetto. Naturalmente si terrà conto di quanto riportato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni del Gennaio 2018 che all’opera si deve attribuire un’accelerazione massima orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni $0.15 < a_g/g < 0.25$, pari ad un’accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico sulla formazione di base pari ad $a_g = 0.05g$.

In particolare, le recenti Norme superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell’azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell’azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle “categorie di sottosuolo” e della definizione di una “pericolosità di base” fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l’intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali “parametri spettrali” riferiti all’accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell’azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*_c). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall’INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Secondo le NTC l’area in questione è caratterizzata da un’accelerazione compresa tra 0.025 - 0.050 g, come evidenziato nelle figure seguenti, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s,eq} > 800m/sec$).



Pericolosità sismica della Puglia (Fonte: INGV, Mappa della pericolosità sismica, 2004)



Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi

Infine, per ulteriori considerazioni utili a caratterizzare la sismicità del sito in argomento, sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- il terreno di fondazione è costituito da substrato calcareo a luoghi con un livello superficiale costituito da un deposito sabbioso debolmente cementato;
- nell'area in esame non sono presenti faglie o importanti fratture, attive del substrato geologico;
- la falda superficiale è presente.

4 PROSPEZIONI SISMICHE

4.1 Prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P

4.1.1 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 sismostratigrafiche.

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in un sismografo a 24 canali, della "MAE" modello X610/S con acquisizione computerizzata dei dati e in una sorgente del tipo ad impatto verticale per la generazione di onde rilevate da 24 geofoni rispettivamente di frequenza pari a 14Hz per le onde P.

4.1.2 Acquisizione dei dati

Nell'ambito del presente studio, sono state eseguite n. 4 prospezioni sismiche a rifrazione, in onde P (**BS01÷BS04**), di lunghezza pari a 125 m per la quale sono stati effettuati cinque scoppi.

Infatti, per quanto riguarda la geometria adottata in riferimento alle basi sismiche eseguite, i 24 geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di 5.0 m, i punti di scoppio A e B sono a 5.0 m rispettivamente dal 1° e dal 24° geofono, in posizione esterna allo stendimento geofonico, lo scoppio C è posto al centro dello stendimento stesso (fra il 12° e il 13° geofono), mentre gli altri due scoppi intermedi D ed E rispettivamente tra 6° e 7° geofono e tra il 18° e il 19° geofono, quindi l'intero stendimento per ogni base risulta di 125m.

L'ubicazione dei profili sismici è mostrata nell'**Allegato 01**.

4.1.3 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 "low-pass" e "high-pass" 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.

4.1.4 Rappresentazione dei dati

I dati elaborati sono stati esportati e restituiti nell'**allegato 02A** dove sono stati riportati i sismogrammi relativi ai cinque punti di scoppio, le dromocrone, la sezione tomografica e il modello sismostratigrafico. In particolare

l'elaborazione tomografica rappresenta l'andamento dei sismostrati, lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ottenuta dalla elaborazione ed inversione dei dati sismici; il modello sismostratigrafico rappresenta invece l'interpretazione degli stessi sismostrati in funzione della geologia del sito, ottenuto correlando le velocità medie di ciascun sismostrato con i dati geologici noti e le loro velocità sismiche caratteristiche.

4.1.5 Interpretazione dei risultati

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

- 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;
- 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 $h < 0.25 * z$.
- nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- 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.

Riguardo al punto d) (vedi Zezza1-1976), possono essere distinti 5 differenti gradi di carsificazione ai quali corrispondono le seguenti caratteristiche dell'ammasso roccioso carsificato:

- grado V: $V_p = 0,7-1,0$ km/sec. Sono cancellati i caratteri tessiturali della roccia in posto i cui relitti si trovano inglobati in abbondanti terre rosse;
- grado IV: $V_p = 1,1-1,9$ km/sec. Sono conservati i caratteri tessiturali della roccia in posto attraversata in ogni senso da cavità carsiche attive e fossili;
- grado III: $V_p = 2,0-3,0$ km/sec. Diffusa presenza di cavità collegate ai processi di dissoluzione carsica;
- grado II: $V_p = 3,1- 4,5$ km/sec. Giunti di fessurazione interessati solo parzialmente da manifestazioni carsiche;
- grado I: $V_p > 4,5$ km/sec. Assenza completa di manifestazioni carsiche; giunti di fessurazione radi e bancate compatte.

Di seguito sono stati riportati, in tabella, i valori di velocità delle onde sismiche di compressione tipici di ogni litotipo.

Tabella 1.1 – Valori di velocità per le onde di compressione (da "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo" di Carrara – Rapolla – Roberti, "Il manuale del geologo" di Cassadio – Elmi).

LITOTIPO	Vp (m/sec)
Areato superficiale	300-800
Argille	1100-2900
Sabbia asciutta	200-1000
Sabbie umida	600-1800
Terreni alluvionali sciolti	400-2100
Acqua	1400-1500
Calcere fratturato	700-4200
Calcere compatto	2800-6400
Calcere cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450

¹ Valutazione geologica-tecnica degli ammassi rocciosi carsificati con particolare riferimento alle aree carsiche pugliesi. Mem. Soc. Geol. It., 14,1976.

Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidride	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo in corrispondenza di ogni **Base Sismica**. Il sottosuolo investigato è stato distinto, in tre sismostrati ciascuno caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione. Generalmente, data la lunghezza dello stendimento eseguito, è stato possibile investigare il sottosuolo fino alla profondità di 20 metri a partire dalla superficie topografica.

Di seguito si riportano le risultanze di questa base sismica eseguita:

✓ BS01 in onde P ed S (mediante RE.MI.01): si individuano tre sismostrati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	371	145	0,00÷1,00	<i>Terreno vegetale</i>
2	1200	520	1,00÷8,00	<i>Sabbia debolmente cementata</i>
3	2150	1082	8,00÷23,00	<i>Calcere compatto</i>

✓ BS02 in onde P ed S (mediante RE.MI.02): si individuano tre sismostrati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	415	170	0,00÷1,80	<i>Terreno vegetale</i>
2	1150	485	1,80÷11,80	<i>Sabbia debolmente cementata</i>
3	2250	1160	11,80÷23,80	<i>Calcere compatto</i>

✓ BS03 in onde P ed S (mediante RE.MI.03): si individuano tre sismostrati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	409	168	0,00÷0,50	<i>Terreno vegetale</i>
2	1380	592	0,50÷2,50	<i>Calcere molto fratturato e/o sabbia addensata</i>
3	2580	1357	2,50÷20,00	<i>Calcere compatto</i>

✓ BS04 in onde P ed S (mediante RE.MI.04): si individuano tre sismostrati

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	320	130	0,00÷0,40	<i>Terreno vegetale</i>
2	1280	581	0,50÷2,90	<i>Calcere molto fratturato e/o sabbia addensata</i>
3	2470	1260	2,90÷20,00	<i>Calcere compatto</i>

4.2 *Prospezione sismica per la stima del V_s ,eq*

4.2.1 *RE.MI. (Refraction Microtremors) - Descrizione del metodo e della strumentazione*

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio S (V_s ,eq) e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018, sono stati eseguiti n. 4 profili RE.MI. (**RE.MI.01**÷ **RE.MI.04**) ubicati in corrispondenza delle relative basi sismiche come mostrato nell'**Allegato 01**.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software.

A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95 ÷ 97%). È così possibile definire, con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo "Vs".

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in 24 geofoni verticali a 4.5Hz, in un sismografo a 24 canali della "MAE" modello X610/S con acquisizione computerizzata dei dati.

4.2.2 *RE.MI. - Acquisizione dei dati*

Le fasi operative possono essere così schematizzate:

- predisposizione dello stendimento, cioè una serie di 24 geofoni regolarmente spazati e in linea retta, di lunghezza pari a 115 metri (**RE.MI.01**);
- esecuzione di 20 registrazioni della durata di 30 sec del rumore ambientale;
- controllo dei dati raccolti con prima elaborazione in situ del profilo, in modo da verificare la coerenza del segnale, l'effettivo raggiungimento della profondità d'investigazione richiesta ed eventualmente apportare le necessarie variazioni dei parametri d'acquisizione prima di ripetere la registrazione;
- i dati raccolti sono registrati nell'hd dell'X610/S.

4.2.3 RE.MI. - Elaborazione dei dati

L'analisi prevede la formattazione dei files dati, l'analisi spettrale con l'individuazione della curva di dispersione e la modellazione del profilo.

È importante rilevare che il profilo di ciascun stendimento è stato ottenuto coinvolgendo nelle misurazioni un'estesa porzione del sito da investigare, esso quindi, pur non avendo la risoluzione di un profilo ottenuto ad es. con la tecnica down-hole, è più rappresentativo a larga scala rispetto a quelli ottenibili da un rilievo puntuale. I dati sono stati interpolati ed elaborati con i Software SWAN prodotto dalla Geostudi Astier.

4.2.4 RE.MI. - Rappresentazione dei risultati

Nell'**Allegato 02B** sono stati rappresentati, in tre grafici, le elaborazioni dei dati acquisiti con il metodo RE.MI. e il sismogramma medio di tutte le interazioni, dello stendimento svolto.

Il primo grafico, a partire dallo spettro F-K, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il numero d'onda: permette di riconoscere l'energia delle Onde di Rayleigh e fissare i punti che rappresentano l'andamento della curva di dispersione, funzione della distribuzione della velocità negli strati del sottosuolo. Nel grafico successivo, invece, è riportata la curva calcolata tramite l'inversione di un modello di sottosuolo, ottenuto per "aggiustamenti" successivi da un modello iniziale, cercando ovviamente di trovare la migliore corrispondenza con i punti prima individuati. Il grafico successivo riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.

4.2.5 RE.MI. - Interpretazione dei risultati

Alla luce della recente normativa in materia di costruzione, NTC 2018, è stato introdotto il calcolo del parametro, "Vs,eq", ottenuto attraverso la seguente formula:

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

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

N = Numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec

In tale espressione appare evidente come il calcolo delle velocità sismiche di taglio non si riferisce più necessariamente alla profondità di 30m, ma alla reale profondità del bedrock, ovvero, alla profondità di quella formazione rocciosa o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiore a 800m/s, pertanto la profondità del bedrock varierà di volta in volta a seconda dell'assetto geologico del sottosuolo.

Basandosi sull'indagine sismica eseguita è stato calcolato il valore del Vs,eq per il sottosuolo in esame a partire dal piano campagna e quindi la categoria di suolo; in corrispondenza delle basi sismiche BS01 e BS02, il bedrock è stato rinvenuto ad una profondità compresa tra **-8.81 e -11.82 m** con valori di Vs,eq del pacchetto di strati sovrastanti compreso tra **360 e 800 m/s**. Mentre per le basi sismiche BS03 e BS04, il bedrock è stato rinvenuto entro i tre metri di profondità dal piano campagna. Pertanto le aree investigate dalle basi sismiche BS01 e BS02, rientrano nella categoria "B", mentre le aree investigate dalle basi sismiche BS03 e BS04 rientrano nella categoria di sottosuolo "A" così come riportato nella seguente Tabella (§NTC 2018):

Tabella 3.2. II - Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

È opportuno precisare che dal profilo REMI si ricavano i valori di velocità delle onde S lungo la verticale a circa metà della lunghezza dello stendimento fino a una profondità mutevole in funzione della variazione delle frequenze; generalmente, se non ci sono particolari "accidenti", la profondità d'investigazione è pari alla lunghezza dello stendimento; in questo caso per lo stendimento RE.MI. eseguito, il modello sismostratigrafico riporta una profondità dei sismostrati fino a circa 23 m, calcolandoli a partire dal piano d'indagine.

5 STIMA DEI MODULI DINAMICI

Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica in onde P e dalla metodologia RE.MI., sono stati calcolati alcuni parametri geotecnici.

Assegnando, infatti, la densità in sito, ricavata empiricamente mediante l'equazione di Gardner, che lega la densità alla velocità delle onde longitudinali (V_p), sono stati calcolati il *coefficiente di Poisson* e alcuni moduli elastici dinamici. Le determinazioni dei moduli elastici, eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia.

I moduli elastici sismici possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (*Rzhevsky et alii, 1971*) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

$$E_{din} = 8.3E_{stat} + 0,97$$

Infine, con i dati ottenuti dall'indagine eseguita è possibile calcolare il coefficiente di reazione del terreno K_s (Kg/cm^3) attraverso la relazione di Vesic (1961):

$$K_s = E_s/B*(1 - u^2)$$

dove

B = larghezza della fondazione;

E_s = modulo di elasticità del terreno;

u = coefficiente di Poisson.

Infine per la classificazione geotecnica dell'ammasso, nell'ambito dello stesso foglio di calcolo, attraverso le letture sismiche, sono state determinate indirettamente, i valori di indice di qualità della roccia (RQD), nel caso degli ammassi rocciosi, la coesione dell'ammasso e l'angolo di attrito dello stesso.

Allo stesso tempo, per l'analisi dei pali sottoposti a forze orizzontali e nella verifica a svergolamento è stato determinato, indirettamente, il coefficiente di reazione orizzontale, K_h . Tale modulo viene determinato dalla formula di Chiarugi Maia secondo la quale è funzione di: modulo edometrico, modulo elastico del palo, diametro del palo, coefficiente di Poisson.

In ultimo per effettuare un'ulteriore verifica sui fattori di deformabilità delle terre, attraverso la relazione di Imai and Yoshimura, del 1977 sono stati determinati i valori di resistenza alla deformabilità del tipo SPT attraverso i valori delle velocità sismiche di taglio.

Di seguito sono riportati i principali moduli elastici dei terreni riguardanti la base sismica eseguita; tali valori si riferiscono all'ammasso pertanto devono essere intesi come valori medi.

Note bibliografiche			
Parametro calcolato	Bibliografia	Unità di misura	Formula
Modulo di Poisson (Bowles 1988)	Simeon Denis Poisson (Fisico e matematico francese)	Grandezza adimensionale	$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{1-\sigma}{0,5-\sigma}}$
Densità naturale	Equazione di Gardner	gr/cm ³	$\rho = 0,23V_p^{0,25}$
Correlazione empirica tra Vs e SPT	Imai and Yoshimura, 1977	Grandezza adimensionale	$V_s = f / (N_{spt})$
Coefficiente di sottofondo	Vesic, 1961	Kg/cm ³	$k = E / [B(1-n_2)]$
Coefficiente di sottofondo verticale	Vol I di Geotecnica e tecnica delle fondazioni – Cestelli Guidi	Kg/cm ³	$K_v = a_2 * E_d / b$ dove $a_2 = 2 / \log_e(b+2H) / b$
Coefficiente di sottofondo orizzontale	Metodo Chiarugi-Maia	Kg/cm ³	$k_h = \frac{E_d}{D \cdot (1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{E_d \cdot D^4}{E_p \cdot J} \right)^{1/2}$ <small>E_d: Modulo edometrico ν: Coefficiente di Poisson E_p: Modulo elastico della sezione, se in ca (E_p= 18000 × √(Rck)) D: Diametro del palo J: Momento d'inerzia della sezione se circolare (J = π × D⁴ / 64)</small>
Modulo di Young dinamico	Bowles 1988	Mpa	$E = V_s^2 \rho \cdot [3V_p^2 - 4V_s^2 / V_p^2 - V_s^2]$
Modulo di Young statico	Rzhevsky et all., 1971	Mpa	$E_{din} = 8,3E_{stat} + 0,97$
Modulo di Bulk	Bowles 1988	Mpa	$K = E_{din} / (3 * (1-2 * n))$
Modulo di taglio dinamico	Bowles 1988	Mpa	$G_{din} = E_{din} / (2 * (1+n))$
Modulo di taglio statico	Bowles 1988	Mpa	$G_{stat} = E_{stat} / (2 * (1+n))$
Modulo di Compressione Edometrica	Relazione di Navier	Kh/cm ²	$M = E * [(1-n) / (1-n-2 * n^2)]$

BASE SISMICA 01 - STIMA DEI MODULI DINAMICI			
	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	371	1200	2150
Velocità onde S (m/s):	145	520	1082
V _{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESORE MEDIO STRATO (m)	1.00	7.00	15.00
Litologia sintetica	Terreno agrario	Sabbia debolmente cementata	Calcare compatto
Profondità Media Strato (m)	0.50	4.50	15.50
Modulo di Poisson (ν)	0.41	0.38	0.33
Densità naturale (ρ in gr/cm ³) = $0,23 \times V_p^{0,25}$ (Gardner et al., 1974)	1.36	1.82	2.11
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhewsky e Novik (1971))	47.28%	39.53%	30.65%
MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Kg/cm ²)	807	13660	65757
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Kg/cm ²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	286	4934	24713
MOD. di BULK (K) (Kg/cm ²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	1491	19695	64626
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Kg/cm ²) (Rzhewsky et alii, 1971)	97	1646	7922
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Kg/cm ²)	34	594	2977
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm ²) (da velocità onde P e densità) $\rho * V_p^2$ (valido per le terre)	19	268	995
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm ²) $M = ((V_p * V_p * \rho * (1 + \nu) * (1 - 2 * \nu)) / (1 - \nu))$ (relazione di NAVIER)	8	139	671
Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m ² *sec)	197	949	2284
Frequenza dello Strato	36	19	18
Periodo dello Strato	0.03	0.05	0.06
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI (VALIDO PER LE TERRE)			
N _{SPT} (Imai and Yoshimura, 1977)	7	>50	>50
N _{SPT} = $7,24E-07 \times V_s^{3,15}$ (Formazioni a prevalente componente argillosa)	5	>50	>50
N _{SPT} = $1,77E-06 \times V_s^{2,80}$ (Formazioni argillose con intercalazioni litoidi)	2	>50	>50
N _{SPT} = $1,60E-06 \times V_s^{2,90}$ (Depositi Alluvionali)	3	>50	>50
$\Phi = -80,942 * V^{1,2} - 105,19 * V + 73,668$ (angolo di attrito da modello elastico)	17	21	30
$\Phi_{min} = V_s^{0,44} - 6,2$ (angolo di resistenza al taglio minimo)	29	55	78
$\Phi_{max} = V_s^{0,44}$ (angolo di resistenza al taglio massimo)	35	61	84
Cu (coesione non drenata in Kg/cm ² = $(V_s/23)^{1/0,475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0.49	7.24	33.85
Cu = (coesione non drenata = $(V_s - 17,5) / 2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.49	1.95	4.13
Cu = (coesione non drenata = $(V_s / 7,93)^{1/0,63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1.03	7.80	24.96
Cu = (coesione non drenata = $(V_s / 187)^{1/0,372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.51	15.94	114.26
Cu = (coesione non drenata = $(V_s / 228)^{1/0,510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.42	5.14	21.60
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	43	70
Φ (angolo di attrito in °)	NA	29	31
C (coesione in kg/cm ²)	NA	2.2	3.6
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle Vp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.200	0.358
Rapporto di velocità al quadrato (VR ²)	NA	0.040	0.128
RQD ($0,97 \times (V_p / V_{LAB})^2 * 100$)	NA	3.9%	12.5%
RQD (relazione empirica sui calcri - F. Zezza 1976)	NA	12.9%	28.9%
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm ³ → VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	1.17	19.31	88.93
$k = 17,2 * V_s^{1,25}$ Kg/cm ³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	0.88	4.36	10.89
K _v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm ³ → $K_v = \alpha_2 * E_d / b$ dove $\alpha_2 = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	0.08	3.28	20.00
K _h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm ³ - Chiarugi-Maia)	0.13	18.34	237.82
INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = V_p / V_s)	2.6	2.3	2.0
Q _{ult} (kg/cm ²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	1.97	9.49	22.84
Q _{amm} = Q _{ult} / Fs	0.77	4.11	11.49

BASE SISMICA 02 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	415	1150	2250
Velocità onde S (m/s):	170	485	1160
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.80	10.00	12.00
Litologia sintetica	Terreno agrario	Sabbia debole cemento	Calcare compatto
Profondità Media Strato (m)	0.90	6.80	17.80
Modulo di Poisson (ν)	0.40	0.39	0.32
Densità naturale (ρ in gr/cm³) = 0,23xVp^{0,25} (Gardner et al., 1974)	1.40	1.81	2.14
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	46.87%	40.00%	29.72%
MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Kg/cm²)	1132	11820	75787
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Kg/cm²) G _{din} = E _{din} /(2*(1+ ν))	404	4246	28729
MOD. di BULK (K) (Kg/cm²): K=E _{din} /(3*(1-2* ν))	1871	18213	69781
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Kg/cm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	136	1424	9131
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Kg/cm²)	49	512	3461
MOD. DI COMPRESIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\rho * Vp^2$ (valido per le terre)	25	243	1102
MOD. DI COMPRESIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) M=((Vp*Vp* ρ *(1+ ν)*(1-2* ν))/(1- ν)) (relazione di NAVIER)	12	121	773
Rigidità Sismica ($\gamma * Vp$) (Tonn/m²*sec)	238	876	2477
Frequenza dello Strato	24	12	24
Periodo dello Strato	0.04	0.08	0.04
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI (VALIDO PER LE TERRE)			
N_{SPT} (Imai and Yoshimura, 1977)	11	>50	>50
N_{SPT} = 7,24E-07xVs^{3,15} (Formazioni a prevalente componente argillosa)	8	>50	>50
N_{SPT} = 1,77E-06xVs^{2,80} (Formazioni argillose con intercalazioni litoidi)	3	>50	>50
N_{SPT} = 1,60E-06xVs^{2,90} (Depositi Alluvionali)	5	>50	>50
Φ = -80,942*V²-105,19*V+73,668 (angolo di attrito da modello elastico)	19	20	32
Φ min = Vs^{0,44}-6,2 (angolo di resistenza al taglio minimo)	31	53	81
Φ max = Vs^{0,44} (angolo di resistenza al taglio massimo)	37	59	87
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = (Vs/23)^{1/0,475}*0,010197 (Dickenson 1990))	0.69	6.25	39.19
Cu=(coesione non drenata=(Vs-17,5)/2,63*0,010197 (Oh et al. 2008))	0.59	1.81	4.43
Cu=(coesione non drenata=(Vs/7,93)^{1/0,63}*0,010197 (Levesques et al. 2007))	1.32	6.98	27.88
Cu=(coesione non drenata=(Vs/187)^{1/0,372}*0,010197*100 da prove DH - Likitersuang e Kyaw (2010))	0.79	13.22	137.77
Cu=(coesione non drenata=(Vs/228)^{1/0,510}*0,010197*100 da prove MASW - Likitersuang e Kyaw (2010))	0.57	4.48	24.76
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	41	73
ϕ (angolo di attrito in °)	NA	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.1	3.7
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delleVp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.192	0.375
Rapporto di velocità al quadrato (VR²)	NA	0.037	0.141
RQD (0,97x(Vp/VLAB)2*100	NA	3.6%	13.6%
RQD (relazione empirica sui calcri - F. Zezza 1976)	NA	12.2%	30.8%
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) k=E/[B(1-ν²)]	1.62	16.82	101.65
k = 17,2*Vs^{1,25} Kg/cm³(Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.08	3.99	11.88
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> K_v = α2*Ed/b dove α2=2/log_e(b+2H)/b)	0.15	3.19	21.61
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	0.30	24.73	300.86
INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza= Vp/Vs)	2.4	2.4	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = γ_{nat}*vs*(0,1) (Keceli 2012)	2.38	8.76	24.77
Q_{amm}=Q_{ult}/Fs	0.97	3.69	12.77

BASE SISMICA 03 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	409	1380	2580
Velocità onde S (m/s):	168	592	1357
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.50	2.00	17.50
Litologia sintetica	Terreno agrario	Calccare fratturato	Calccare compatto
Profondità Media Strato (m)	0.25	1.50	11.25
Modulo di Poisson (ν)	0.40	0.39	0.31
Densità naturale (ρ in gr/cm³) = 0,23xVp^{0,25} (Gardner et al., 1974)	1.39	1.89	2.21
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	46.93%	37.85%	26.64%
MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Kg/cm²)	1101	18372	106493
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Kg/cm²) G _{din} = E _{din} /(2*(1+ ν))	393	6622	40684
MOD. di BULK (K) (Kg/cm²): K=E _{din} /(3*(1-2* ν))	1807	27153	92818
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Kg/cm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	132	2213	12830
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Kg/cm²)	47	798	4902
MOD. DI COMPRESIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\rho * Vp^2$ (valido per le terre)	24	367	1500
MOD. DI COMPRESIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) M=((Vp*Vp* ρ *(1+ ν)*(1-2* ν))/(1- ν)) (relazione di NAVIER)	11	187	1086
Rigidità Sismica ($\gamma * Vp$) (Tonn/m²*sec)	234	1119	2998
Frequenza dello Strato	84	74	19
Periodo dello Strato	0.01	0.01	0.05
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI (VALIDO PER LE TERRE)			
N_{SPT} (Imai and Yoshimura, 1977)	11	>50	>50
N_{SPT} = 7,24E-07xVs^{3,15} (Formazioni a prevalente componente argillosa)	7	>50	>50
N_{SPT} = 1,77E-06xVs^{2,80} (Formazioni argillose con intercalazioni litoidi)	3	>50	>50
N_{SPT} = 1,60E-06xVs^{2,90} (Depositi Alluvionali)	5	>50	>50
Φ = -80,942*V²-105,19*V+73,668 (angolo di attrito da modello elastico)	19	21	33
Φ min = Vs^{0,44}-6,2 (angolo di resistenza al taglio minimo)	31	58	87
Φ max = Vs^{0,44} (angolo di resistenza al taglio massimo)	37	65	93
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = (Vs/23)^{1/0,475}*0,010197 (Dickenson 1990))	0.67	9.51	54.52
Cu=(coesione non drenata=(Vs-17,5)/2,63*0,010197 (Oh et al. 2008))	0.58	2.23	5.19
Cu=(coesione non drenata=(Vs/7,93)^{1/0,63}*0,010197 (Levesques et al. 2007))	1.30	9.58	35.76
Cu=(coesione non drenata=(Vs/187)^{1/0,372}*0,010197*100 da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.76	22.59	210.03
Cu=(coesione non drenata=(Vs/228)^{1/0,510}*0,010197*100 da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.56	6.62	33.68
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	48	79
ϕ (angolo di attrito in °)	NA	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.5	4.0
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delleVp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.230	0.430
Rapporto di velocità al quadrato (VR²)	NA	0.053	0.185
RQD (0,97x(Vp/VLAB)2*100	NA	5.1%	17.9%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	15.6%	37.2%
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) k=E/[B(1-ν²)]	1.57	26.04	141.83
k = 17,2*Vs^{1,25} Kg/cm³(Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.06	5.12	14.45
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> K_v = α2*Ed/b dove α2=2/log_e(b+2H)/b)	0.07	2.62	33.80
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	0.08	9.02	268.65
INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza= Vp/Vs)	2.4	2.3	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = γ_{nat}*vs*(0,1) (Keceli 2012)	2.34	11.19	29.98
Q_{amm}=Q_{ult}/Fs	0.96	4.80	15.77

BASE SISMICA 04 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	320	1280	2470
Velocità onde S (m/s):	130	581	1260
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.50	2.40	17.00
Litologia sintetica	Terreno agrario	Calccare fratturato	Calccare compatto
Profondità Media Strato (m)	0.25	1.70	11.40
Modulo di Poisson (ν)	0.40	0.37	0.32
Densità naturale (ρ in gr/cm³) = 0,23xVp^{0,25} (Gardner et al., 1974)	1.31	1.85	2.19
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	47.76%	38.79%	27.66%
MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Kg/cm²)	621	17153	91883
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Kg/cm²) G _{din} = E _{din} /(2*(1+ ν))	222	6259	34696
MOD. di BULK (K) (Kg/cm²): K=E _{din} /(3*(1-2* ν))	1047	22034	87070
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Kg/cm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	75	2067	11070
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Kg/cm²)	27	754	4180
MOD. DI COMPRESIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\rho * Vp^2$ (valido per le terre)	14	310	1360
MOD. DI COMPRESIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) M=((Vp*Vp* ρ *(1+ ν)*(1-2* ν))/(1- ν)) (relazione di NAVIER)	6	175	937
Rigidità Sismica ($\gamma * Vp$) (Tonn/m²*sec)	170	1077	2754
Frequenza dello Strato	65	61	19
Periodo dello Strato	0.02	0.02	0.05
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI (VALIDO PER LE TERRE)			
N_{SPT} (Imai and Yoshimura, 1977)	5	>50	>50
N_{SPT} = 7,24E-07xVs^{3,15} (Formazioni a prevalente componente argillosa)	3	>50	>50
N_{SPT} = 1,77E-06xVs^{2,80} (Formazioni argillose con intercalazioni litoidi)	1	>50	>50
N_{SPT} = 1,60E-06xVs^{2,90} (Depositi Alluvionali)	2	>50	>50
Φ = -80,942*V²-105,19*V+73,668 (angolo di attrito da modello elastico)	18	24	31
Φ min = Vs^{0,44}-6,2 (angolo di resistenza al taglio minimo)	27	58	84
Φ max = Vs^{0,44} (angolo di resistenza al taglio massimo)	33	64	90
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = (Vs/23)^{1/0,475}*0,010197 (Dickenson 1990))	0.39	9.14	46.64
Cu=(coesione non drenata=(Vs-17,5)/2,63*0,010197 (Oh et al. 2008))	0.44	2.18	4.82
Cu=(coesione non drenata=(Vs/7,93)^{1/0,63}*0,010197 (Levesques et al. 2007))	0.86	9.30	31.79
Cu=(coesione non drenata=(Vs/187)^{1/0,372}*0,010197*100 da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.38	21.48	172.07
Cu=(coesione non drenata=(Vs/228)^{1/0,510}*0,010197*100 da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.34	6.38	29.12
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	47	76
ϕ (angolo di attrito in °)	NA	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.4	3.9
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delleVp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.213	0.412
Rapporto di velocità al quadrato (VR²)	NA	0.046	0.169
RQD (0,97x(Vp/VLAB)2*100	NA	4.4%	16.4%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	14.1%	35.1%
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) k=E/[B(1-ν²)]	0.89	23.95	123.70
k = 17,2*Vs^{1,25} Kg/cm³(Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	0.77	5.00	13.17
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> K_v = α2*Ed/b dove α2=2/log_e(b+2H)/b)	0.04	2.67	28.93
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	0.05	8.34	247.32
INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza= Vp/Vs)	2.5	2.2	2.0
Q_{ult} (kg/cm²) = γ_{nat}*vs*(0,1) (Keceli 2012)	1.70	10.77	27.54
Q_{amm}=Q_{ult}/Fs	0.69	4.89	14.05

ALLEGATO 01 - PLANIMETRIE

- UBICAZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE

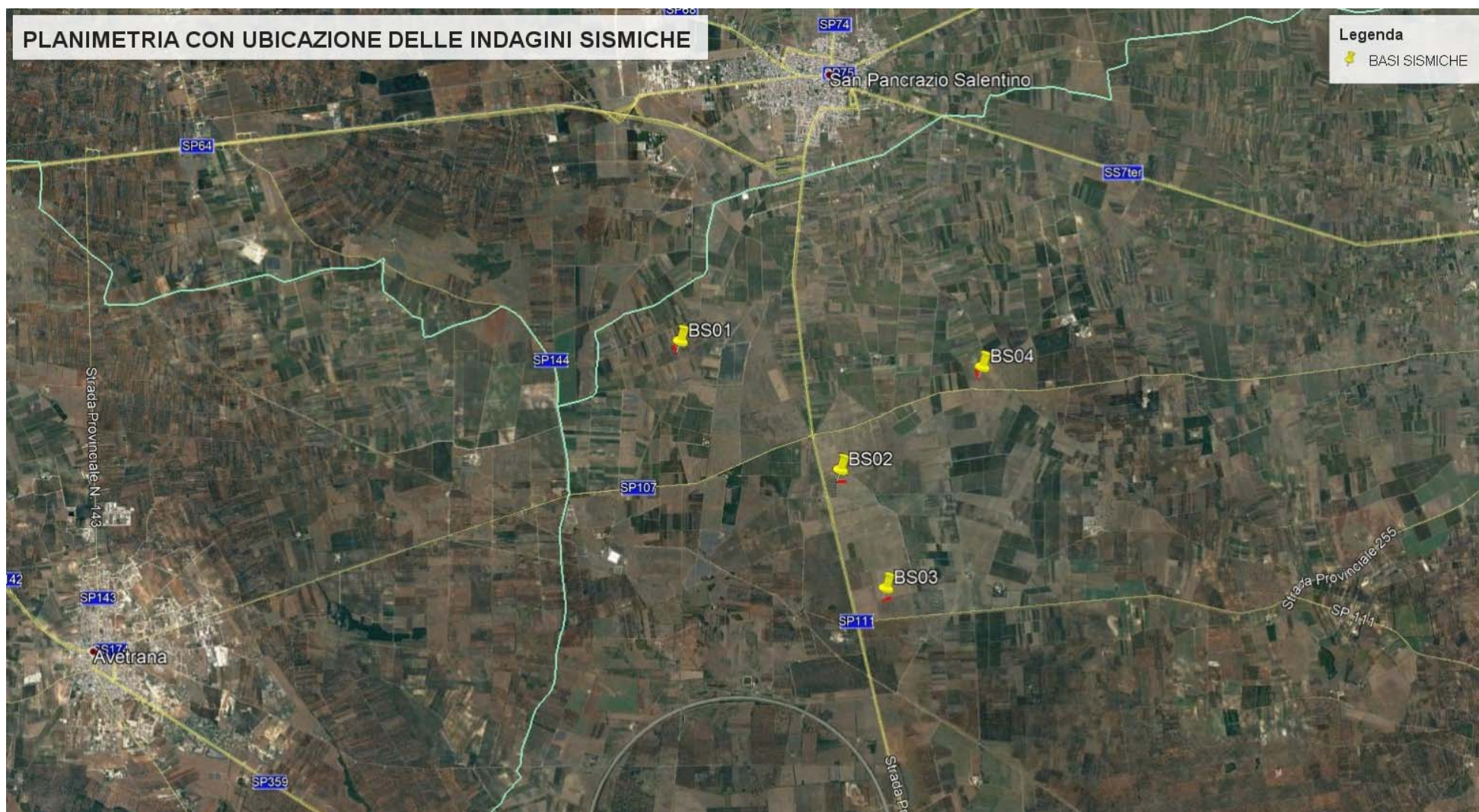


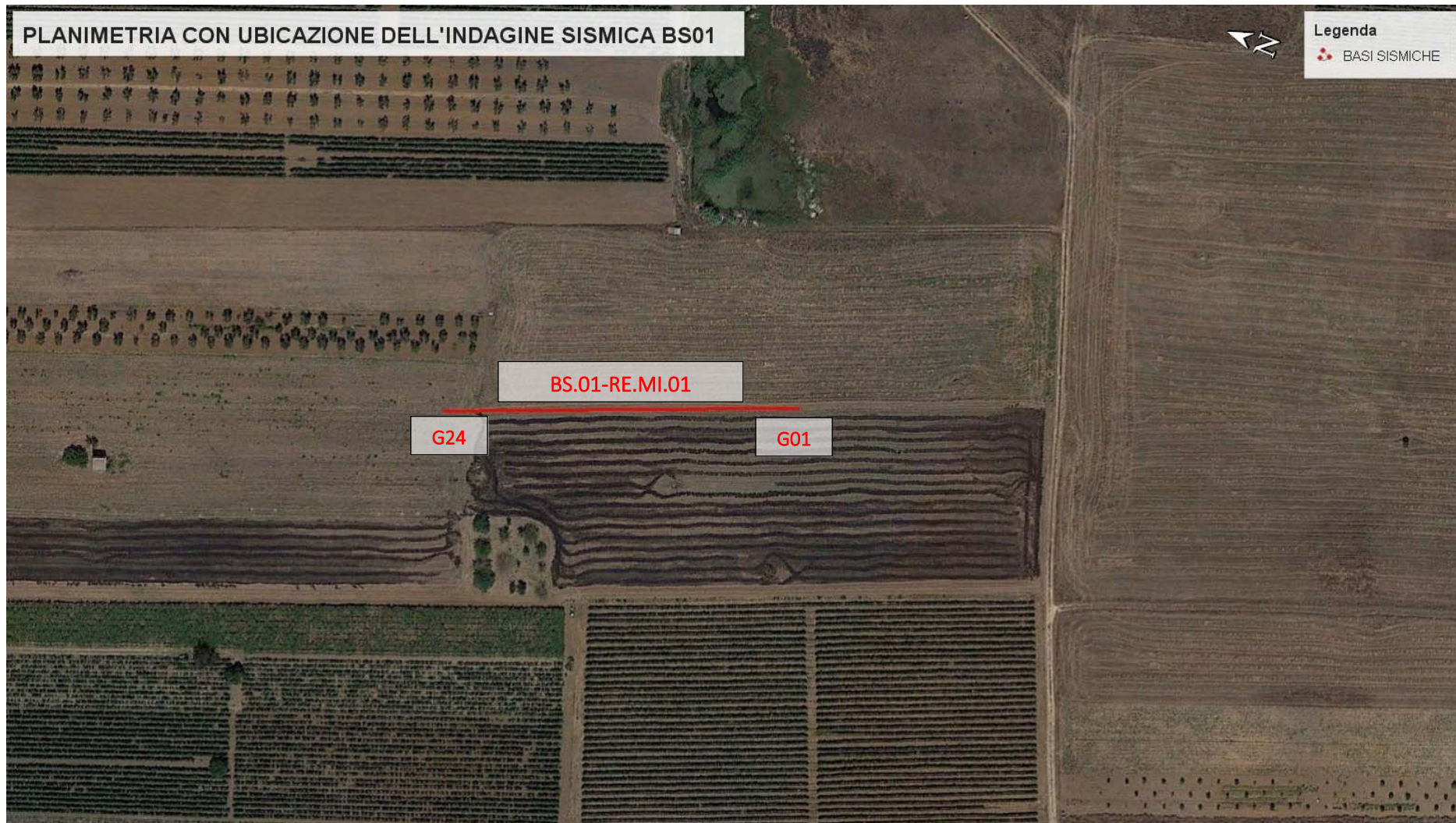
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283





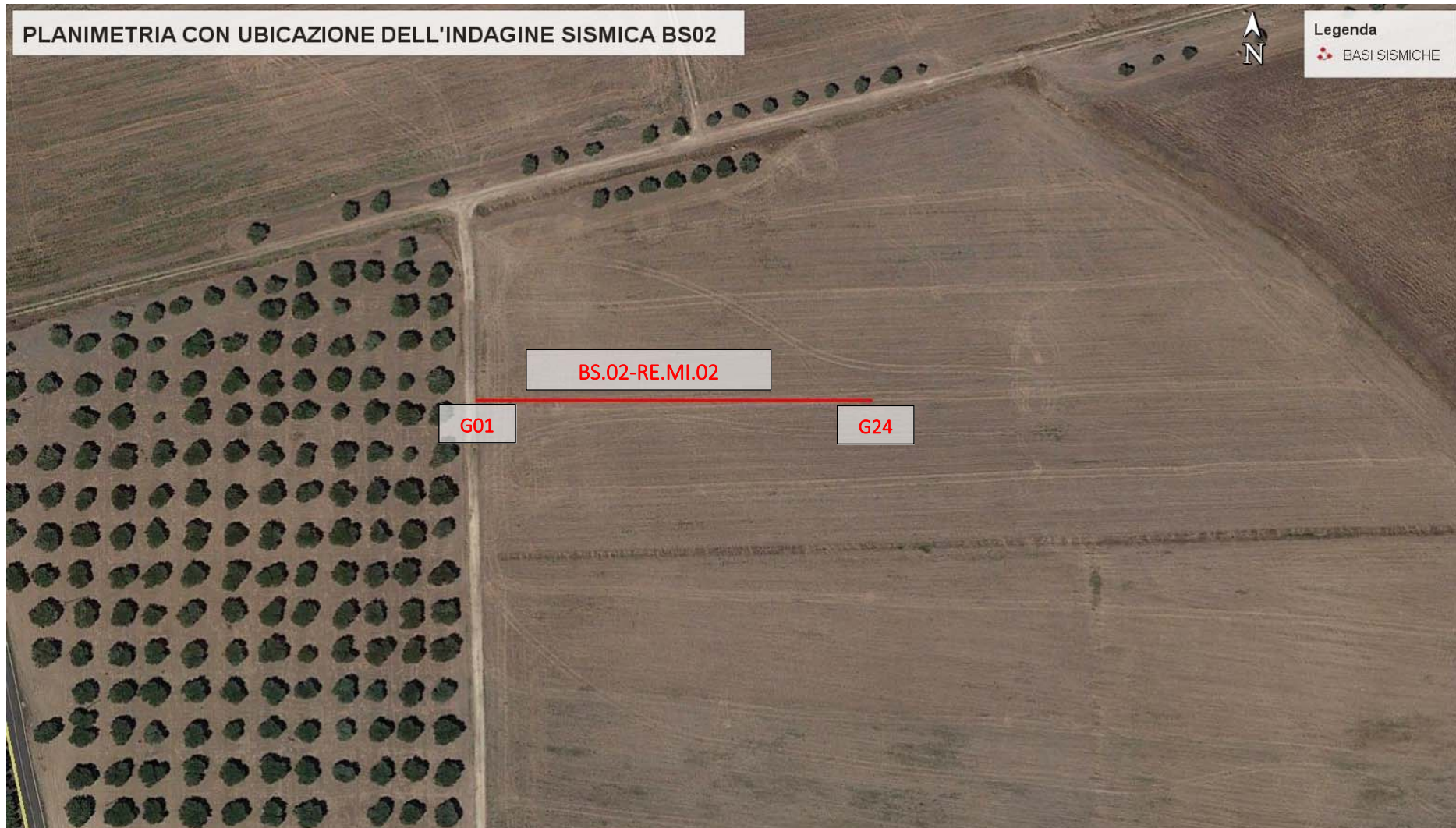


Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIbis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283



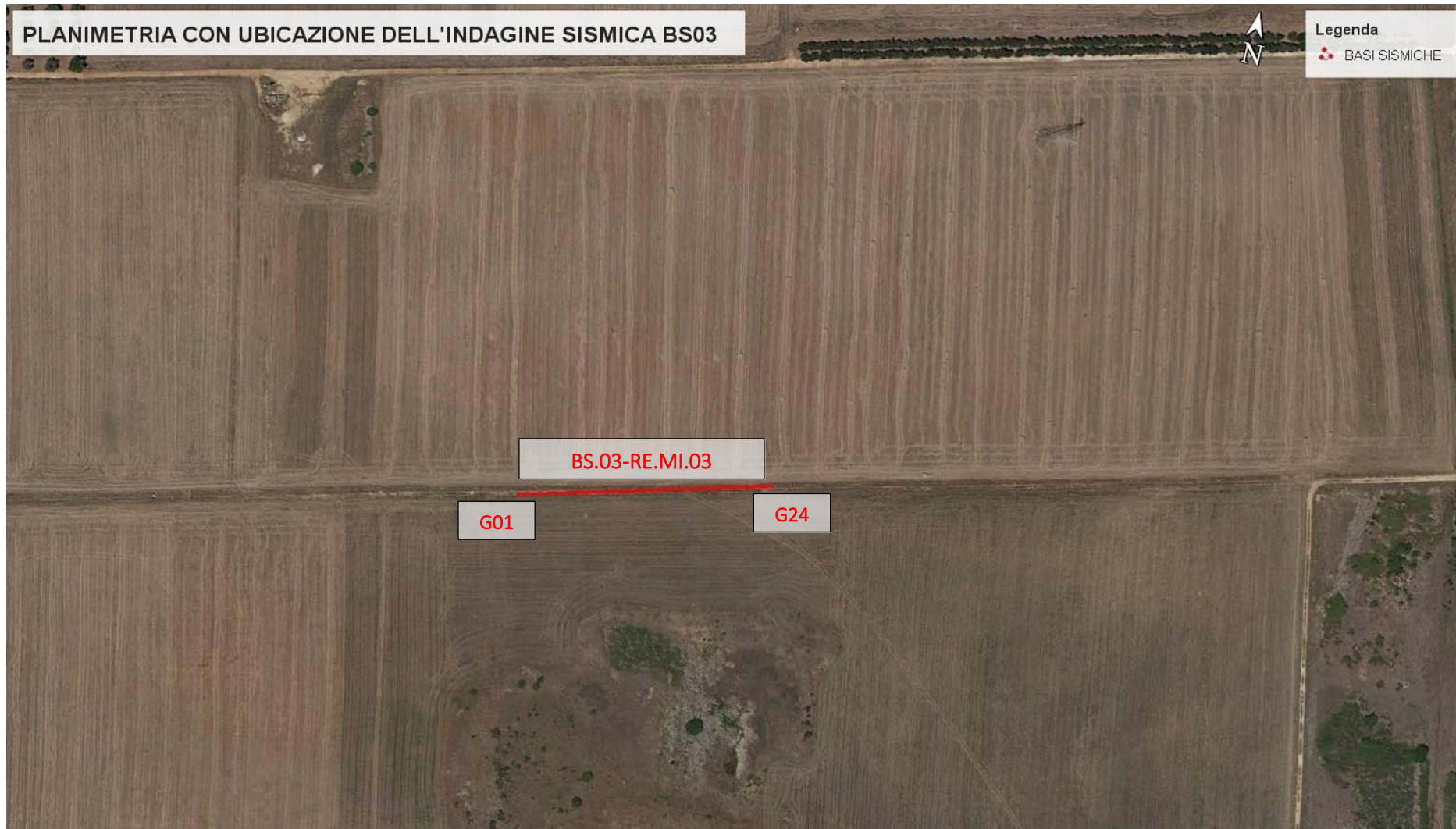


Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283





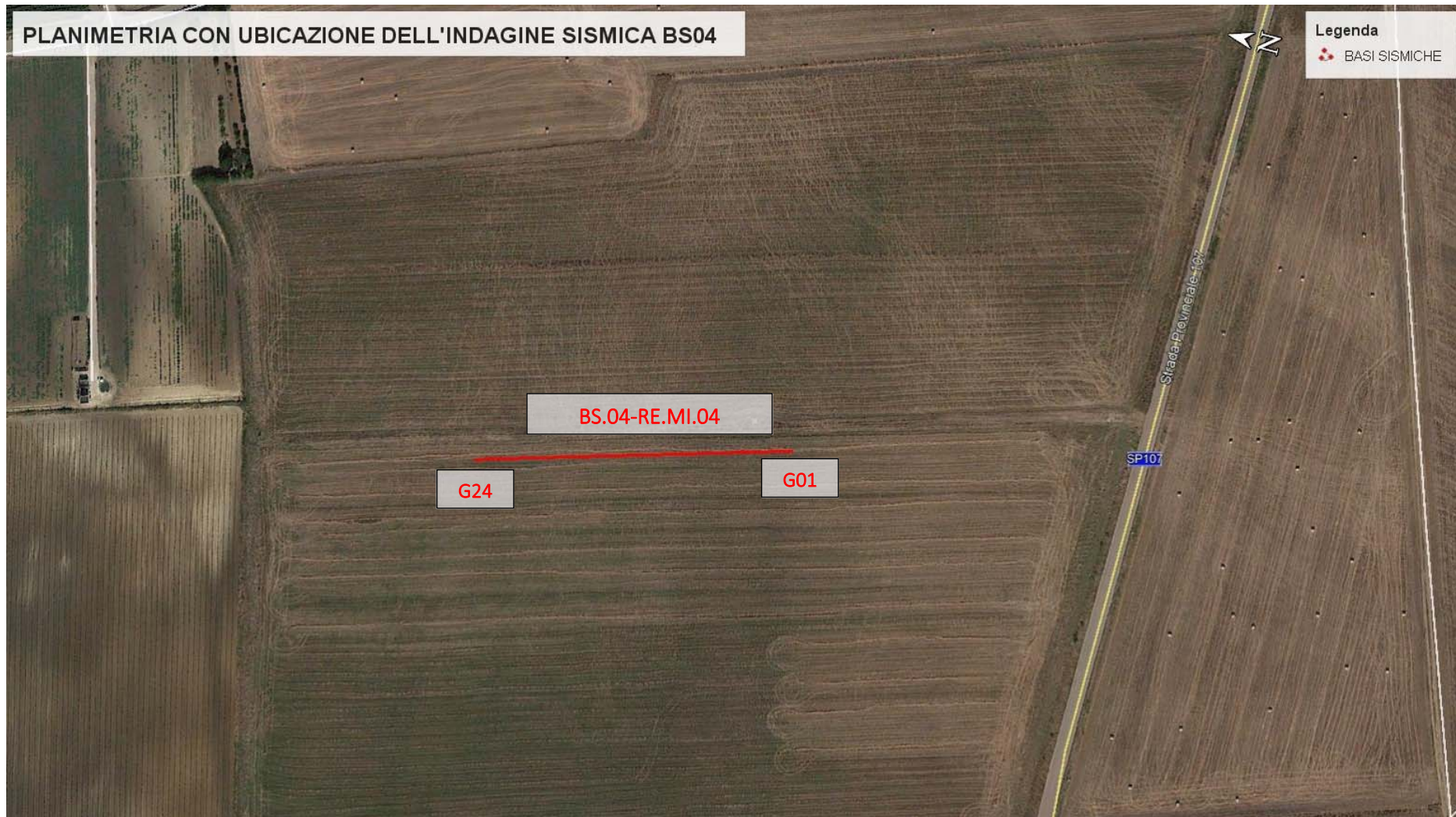
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. III Bis



ITA
INTERNATIONAL
TECHNICAL ALLIANCE

ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283



ALLEGATO 02A - PROSPEZIONE SISMICA

- SISMOGRAMMI ONDE P
- DROMOCRONE ONDE P
- SEZIONE TOMOGRAFICA E MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO



Cat. OS20A Class. I
 Cat. OS20B Class. IIIBis

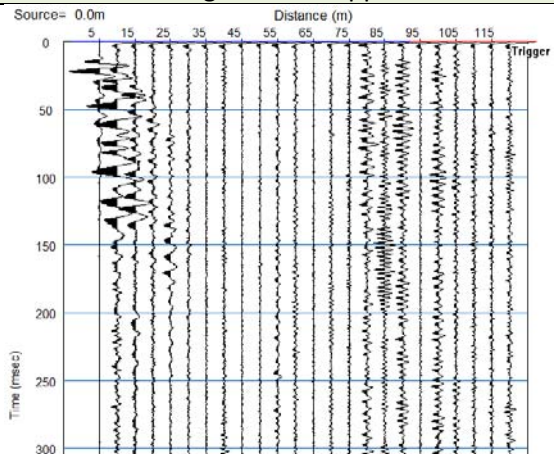


ISO 9001:2015

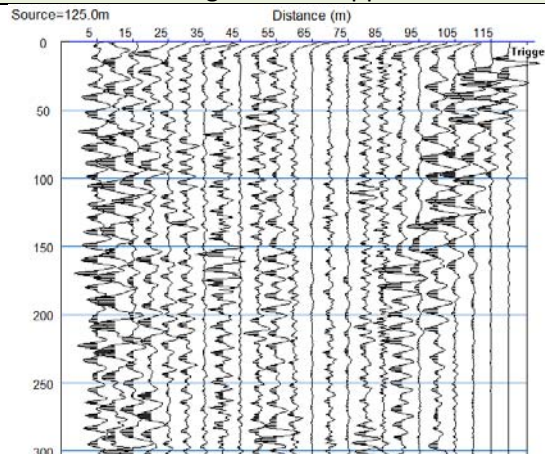
Certificate No: IT/0146Q/0283

Salice Salentino (Le) - BASE SISMICA BS01 – ONDE P

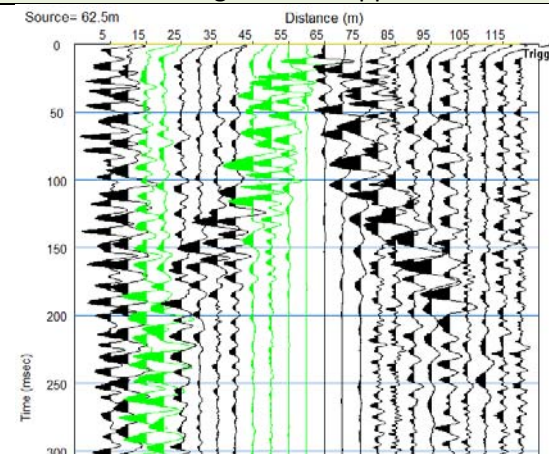
Sismogramma scoppio A



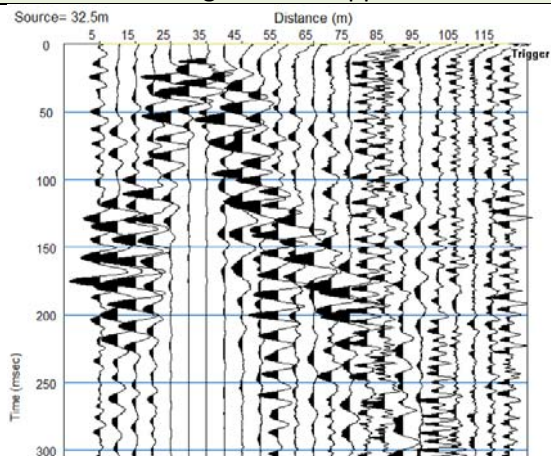
Sismogramma scoppio B



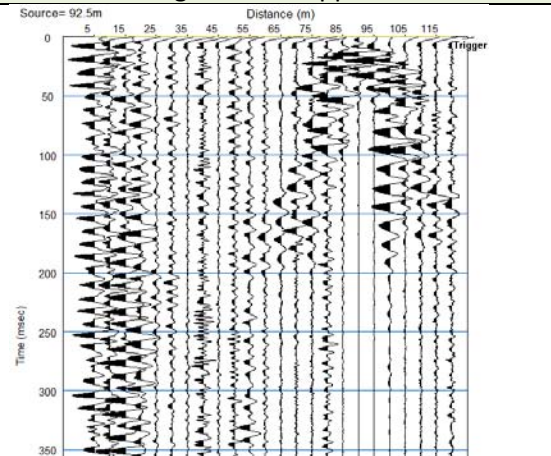
Sismogramma scoppio C



Sismogramma scoppio D



Sismogramma scoppio E



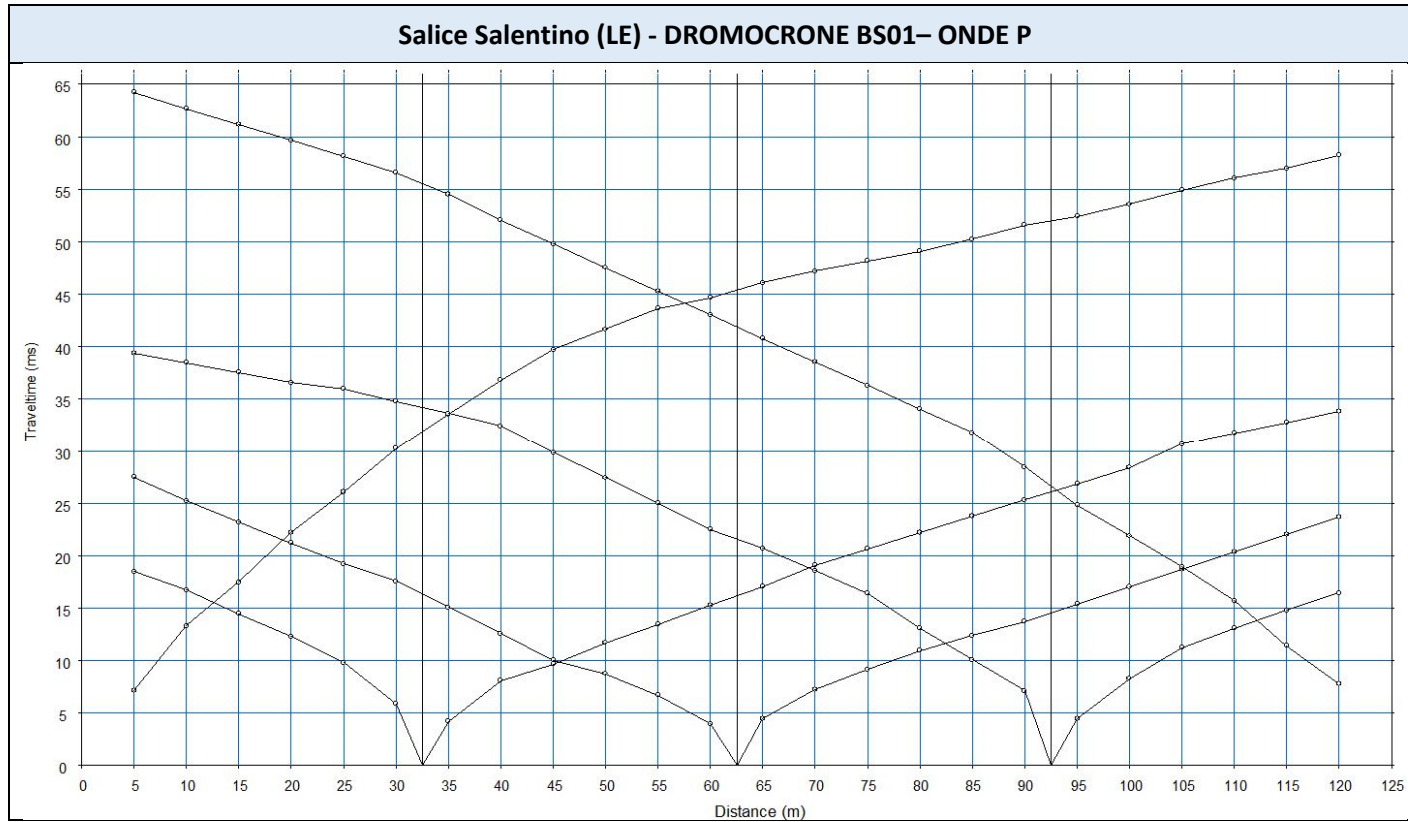


Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis

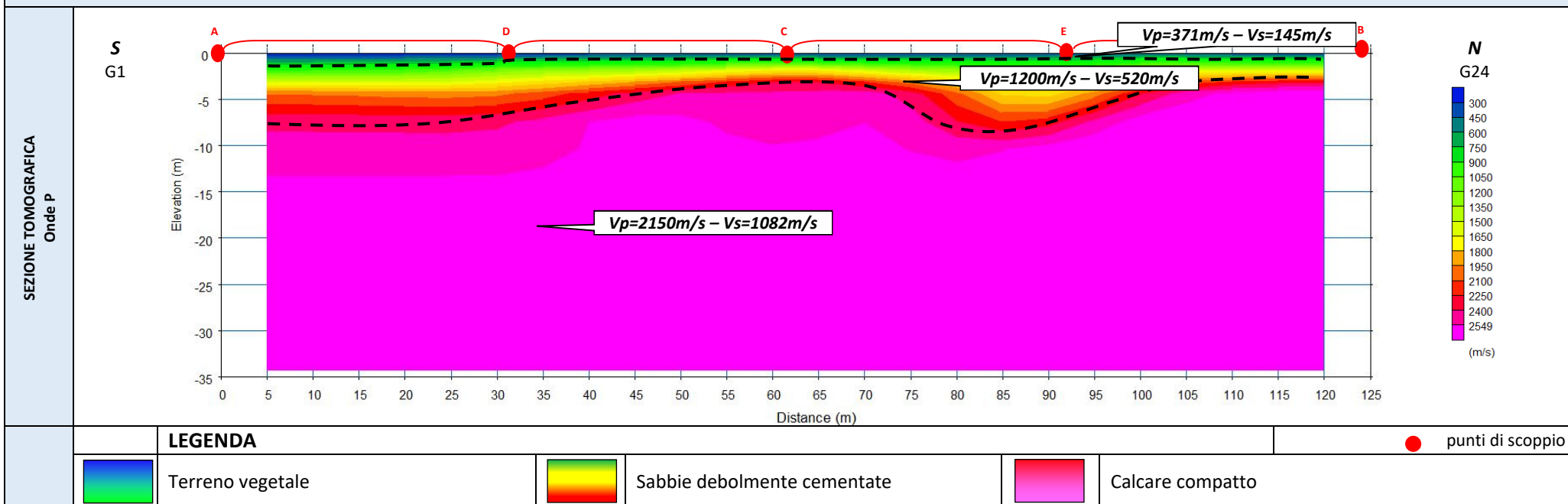


ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283



Salice Salentino (LE) – BASE SISIMICA BS01





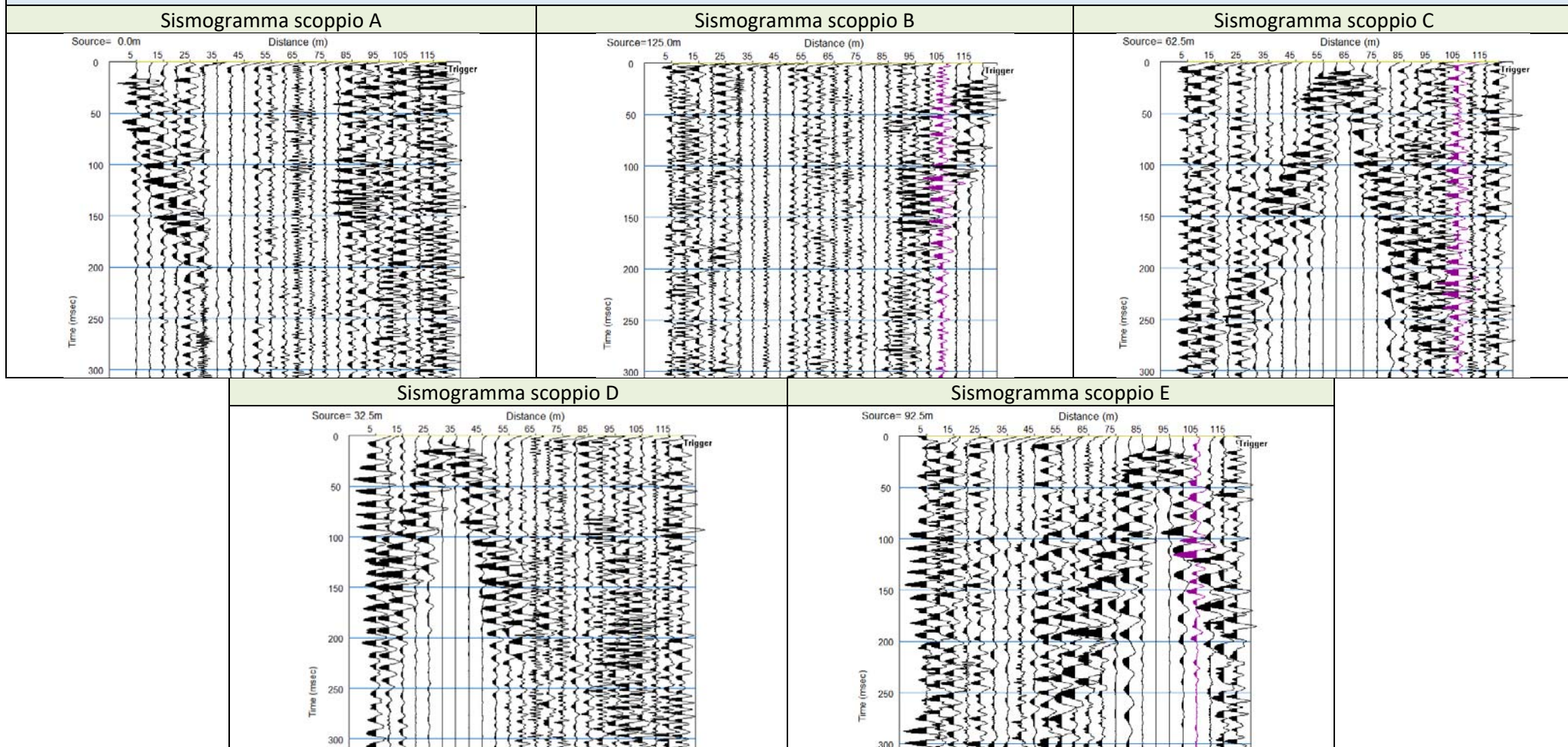
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283

Salice Salentino (Le) - BASE SISMICA BS02 – ONDE P



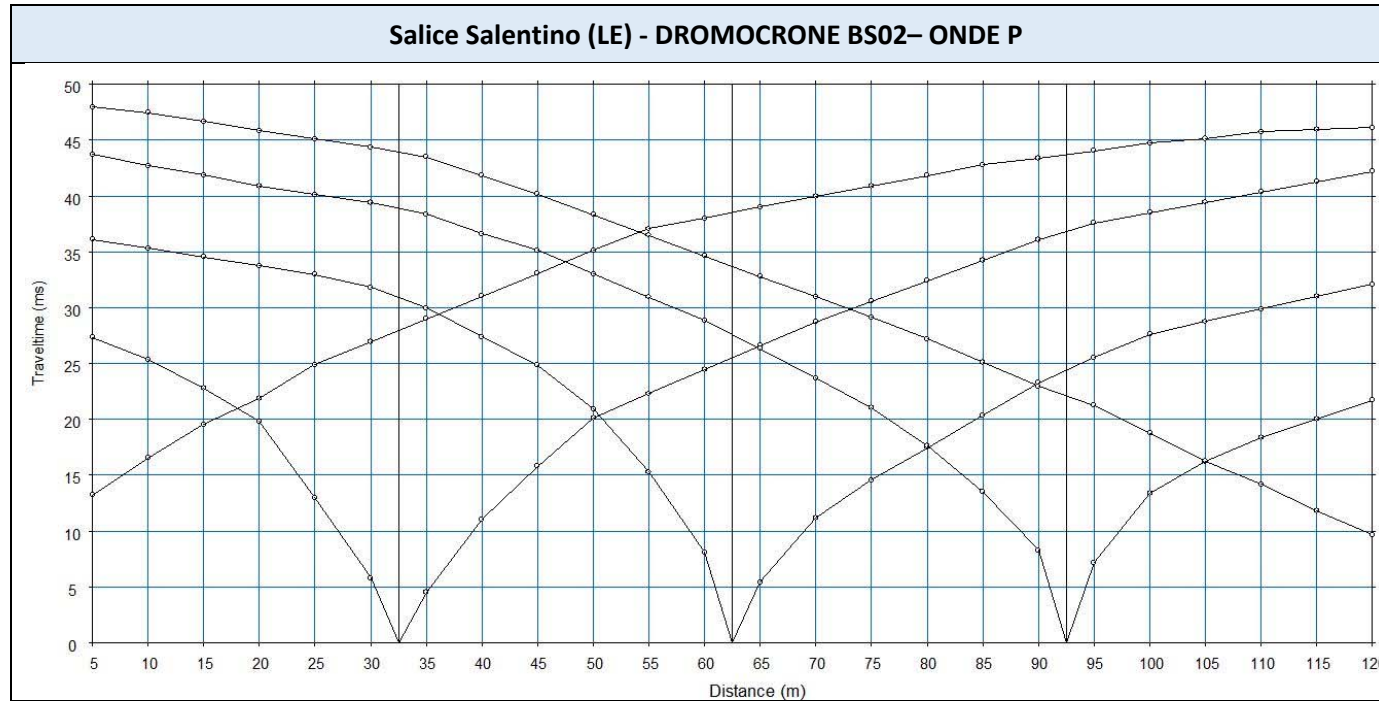


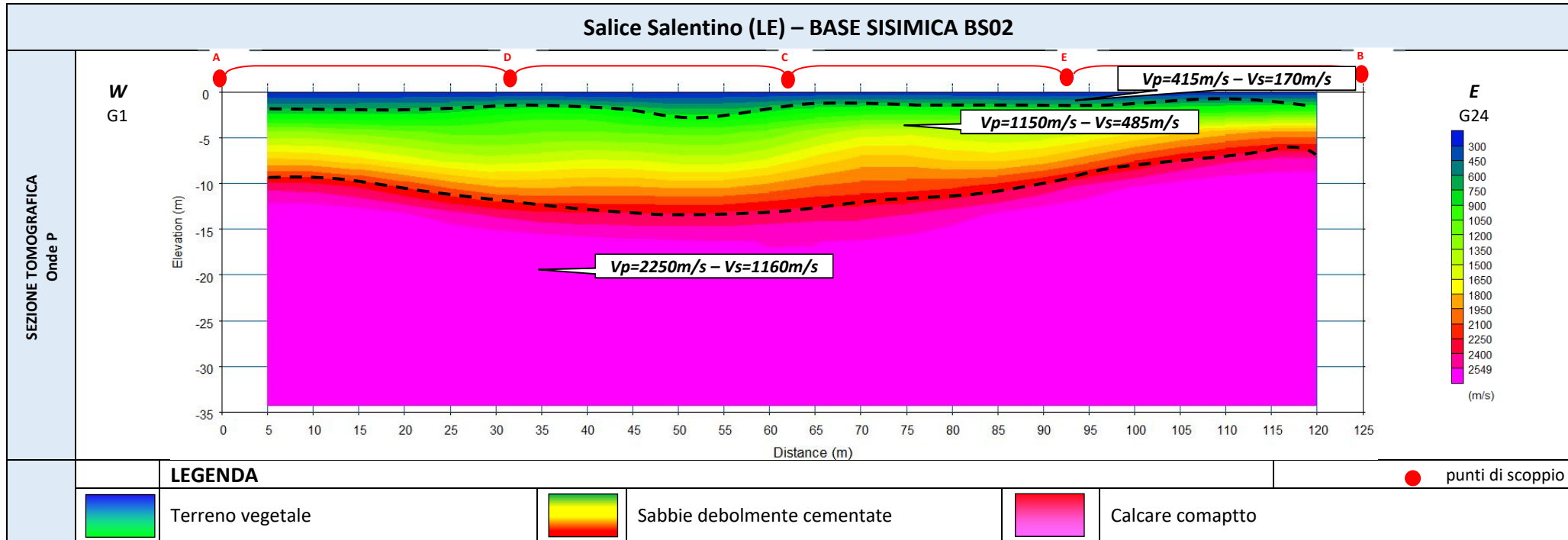
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283







Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis

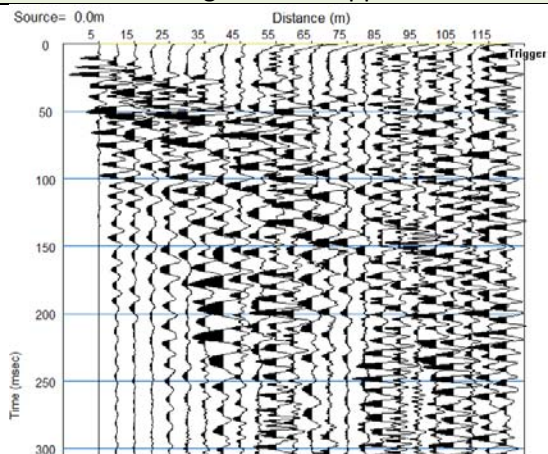


ISO 9001:2015

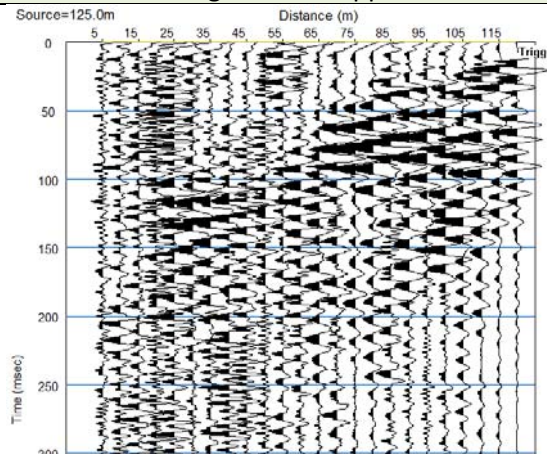
Certificate No: IT/0146Q/0283

Veglie (Le) - BASE SISMICA BS03 – ONDE P

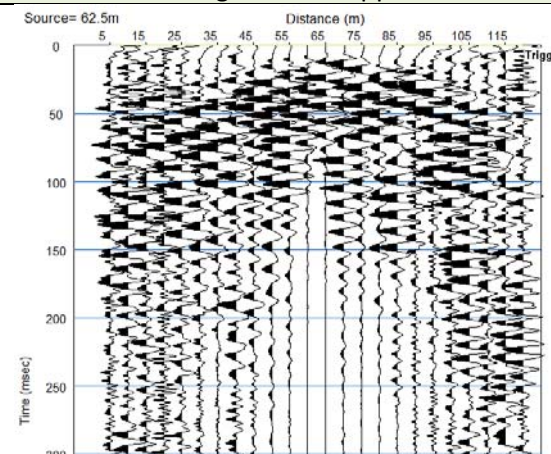
Sismogramma scoppio A



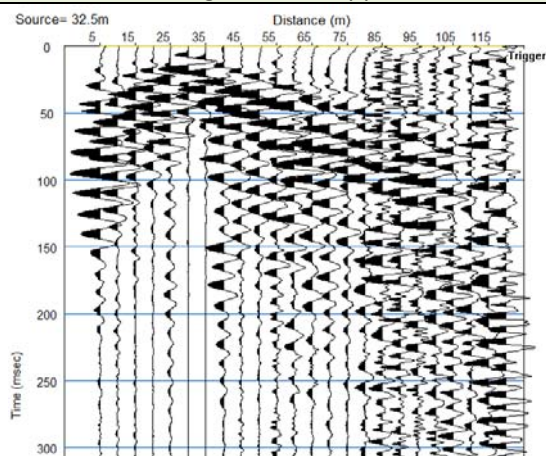
Sismogramma scoppio B



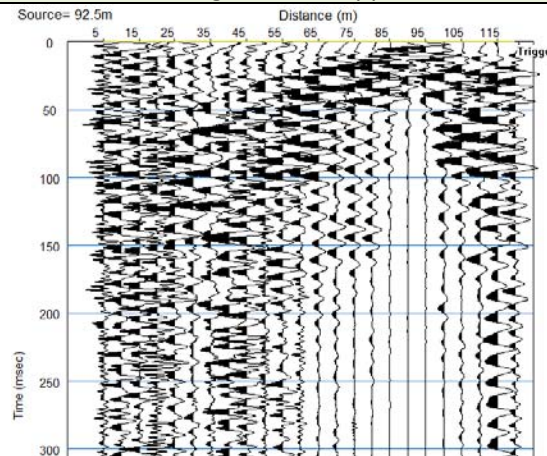
Sismogramma scoppio C



Sismogramma scoppio D



Sismogramma scoppio E



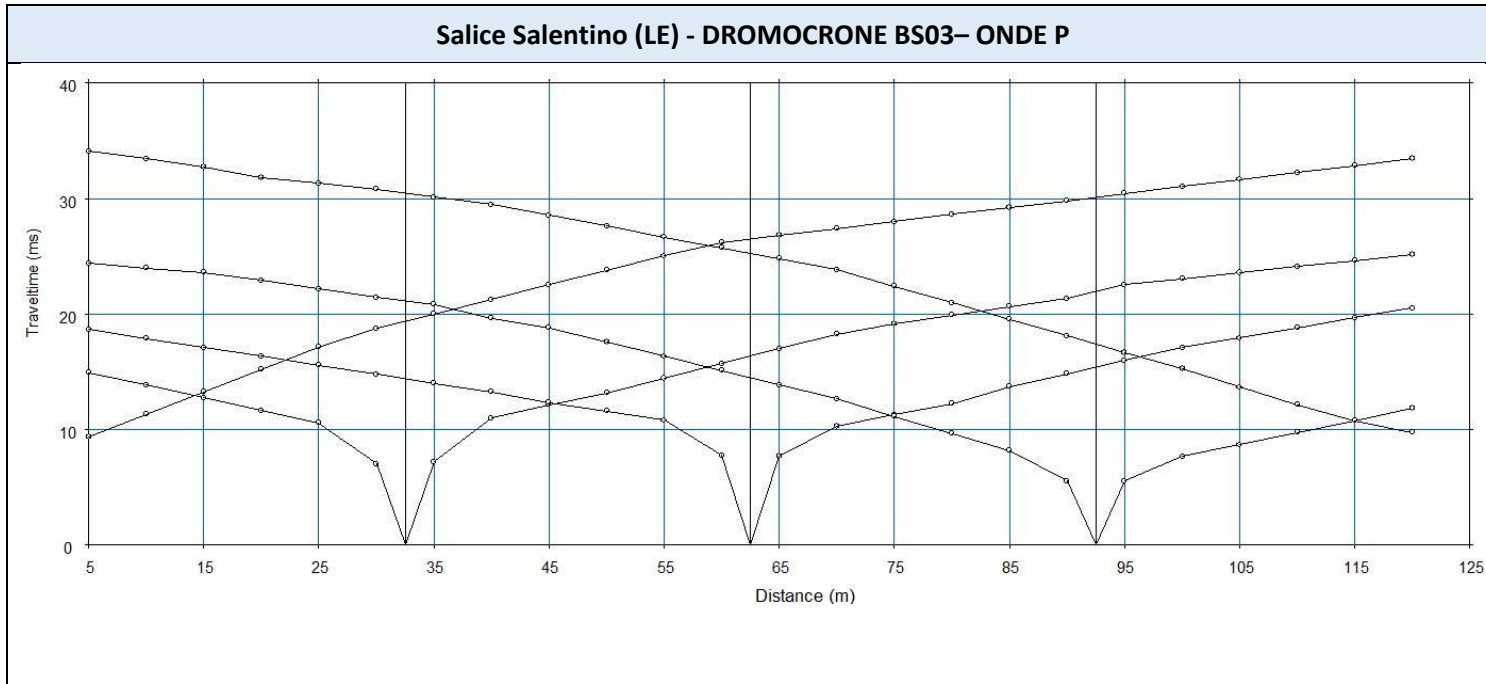


Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283



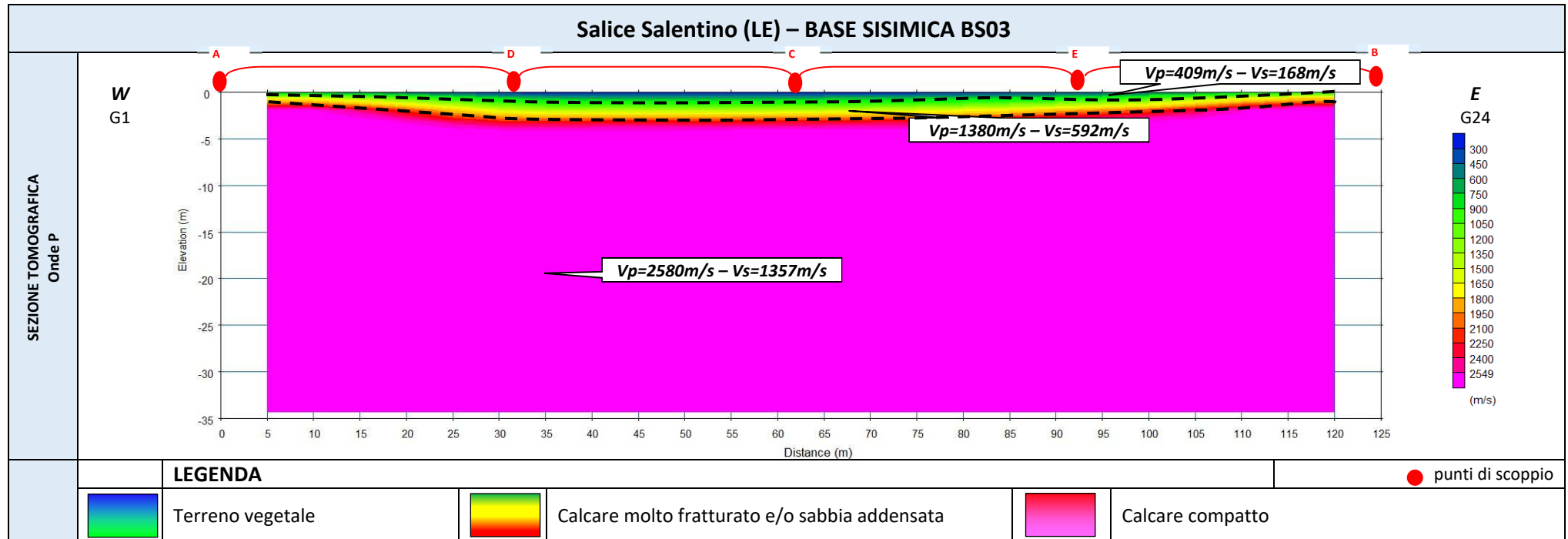


Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. III Bis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283





Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis

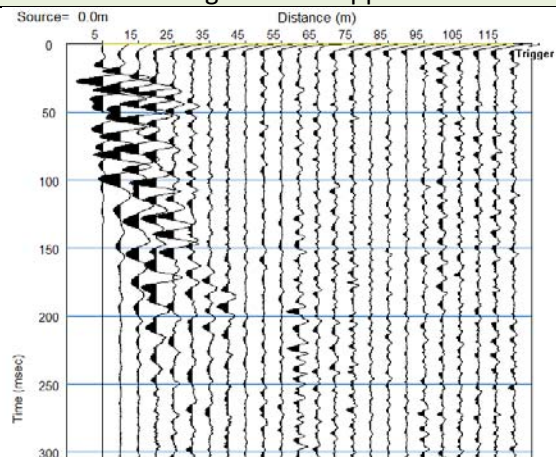


ISO 9001:2015

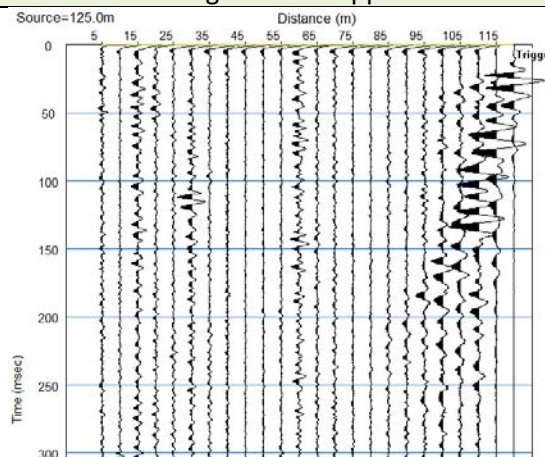
Certificate No: IT/0146Q/0283

Salice Salentino (Le) - BASE SISMICA BS04 – ONDE P

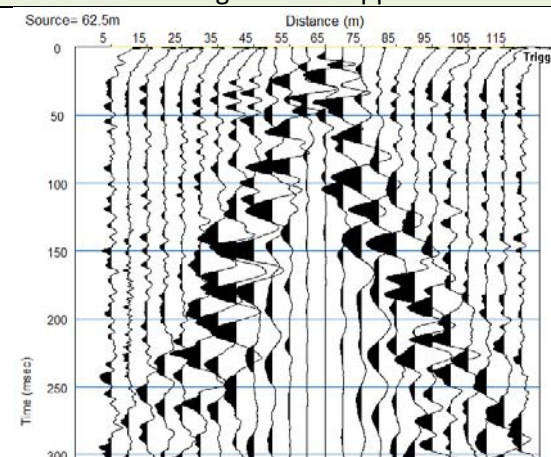
Sismogramma scoppio A



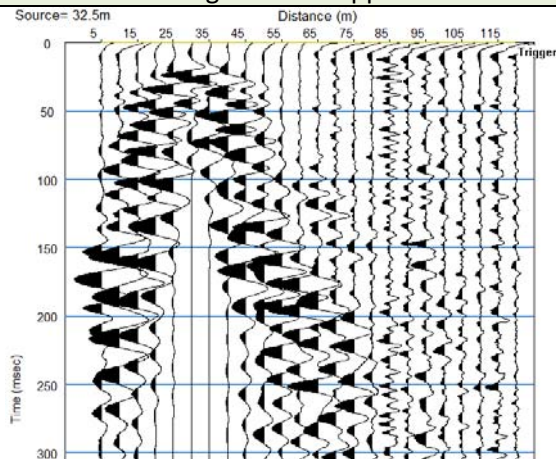
Sismogramma scoppio B



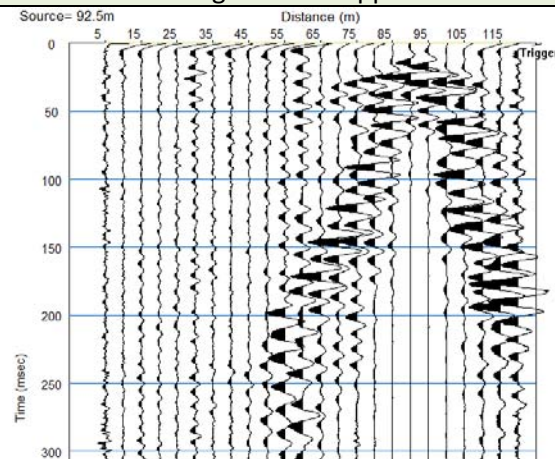
Sismogramma scoppio C



Sismogramma scoppio D



Sismogramma scoppio E



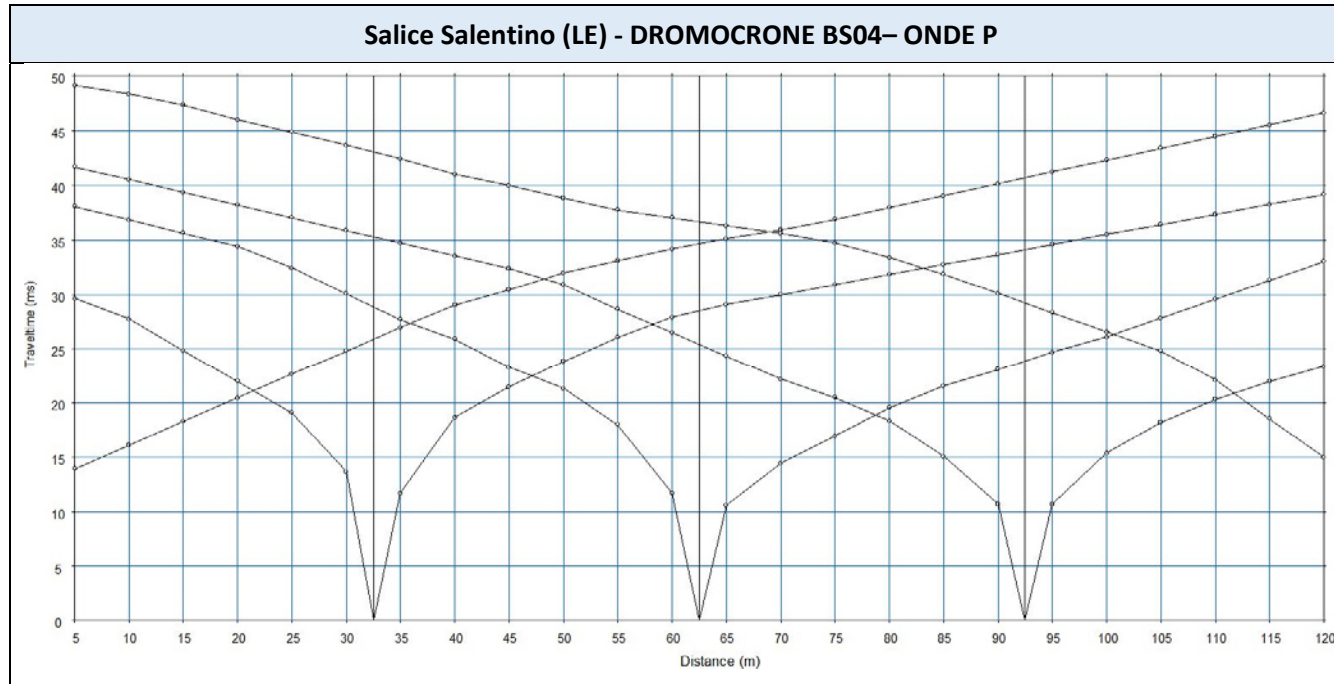


Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. IIIBis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283





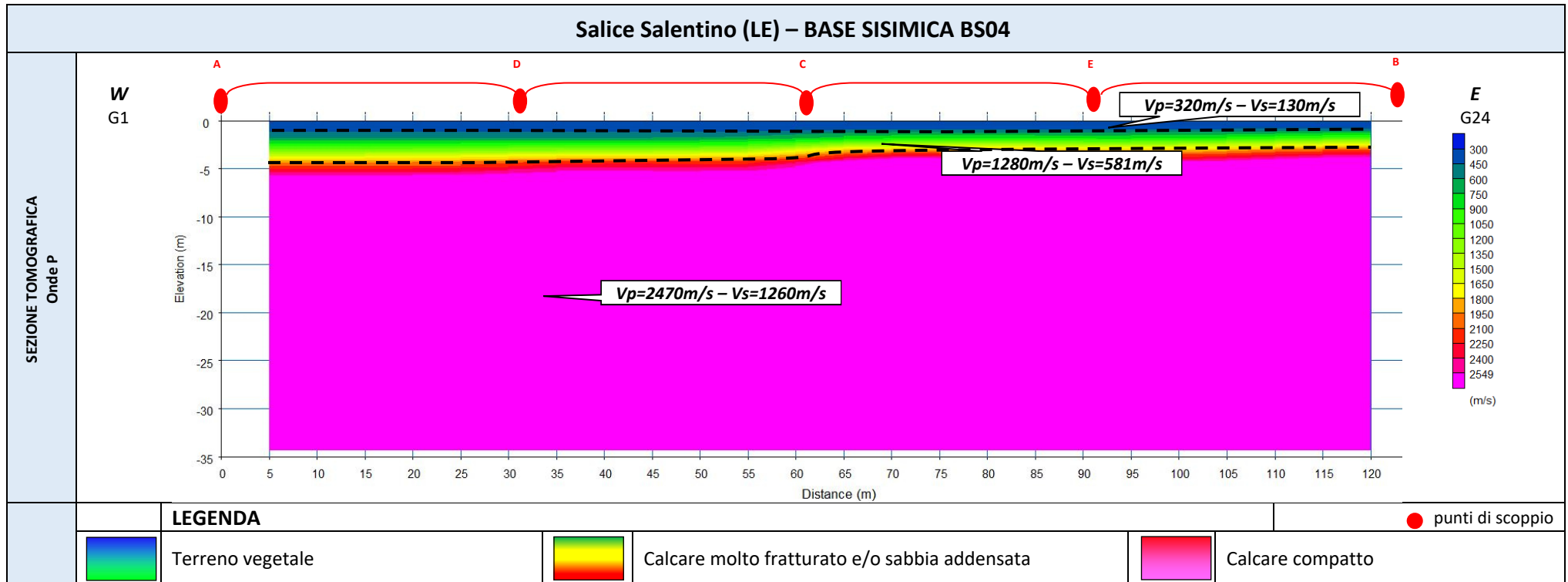
Cat. OS20A Class. I
Cat. OS20B Class. III Bis



ISO 9001:2015

Certificate No: IT/0146Q/0283

Salice Salentino (LE) – BASE SISIMICA BS04



ALLEGATO 02B – PROSPEZIONI SISMICHE PER LA STIMA DEL V_s ,eq

-
- ELABORATI INDAGINI RE.MI.
 - SISMOGRAMMA MEDIO
 - SPETTRO DELLE FREQUENZE
 - CURVA DI DISPERSIONE
 - PROFILO VS
-

Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.01

SISMOGRAMMA MEDIO

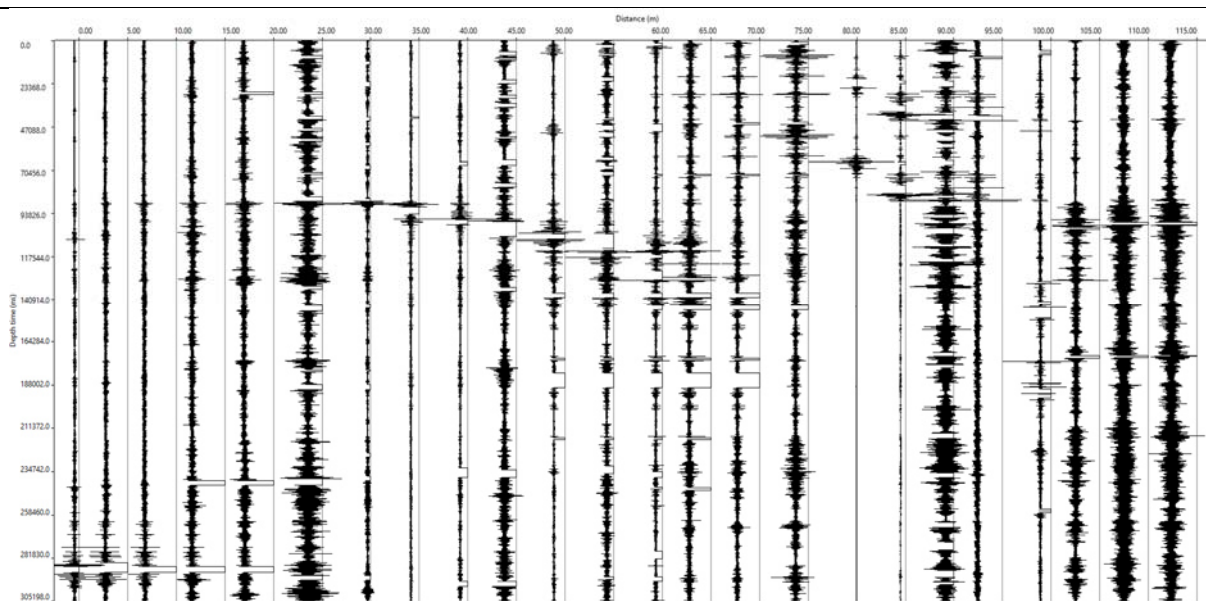
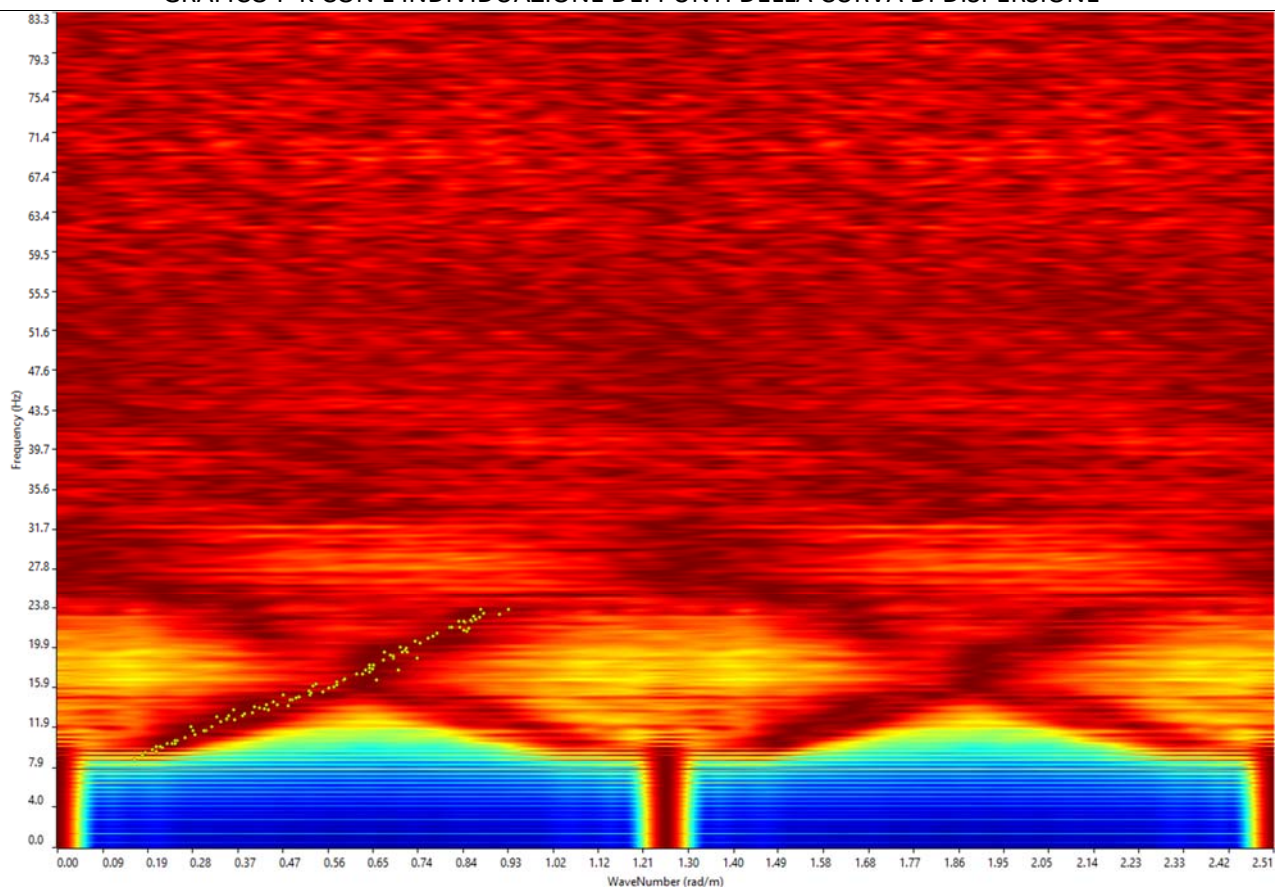
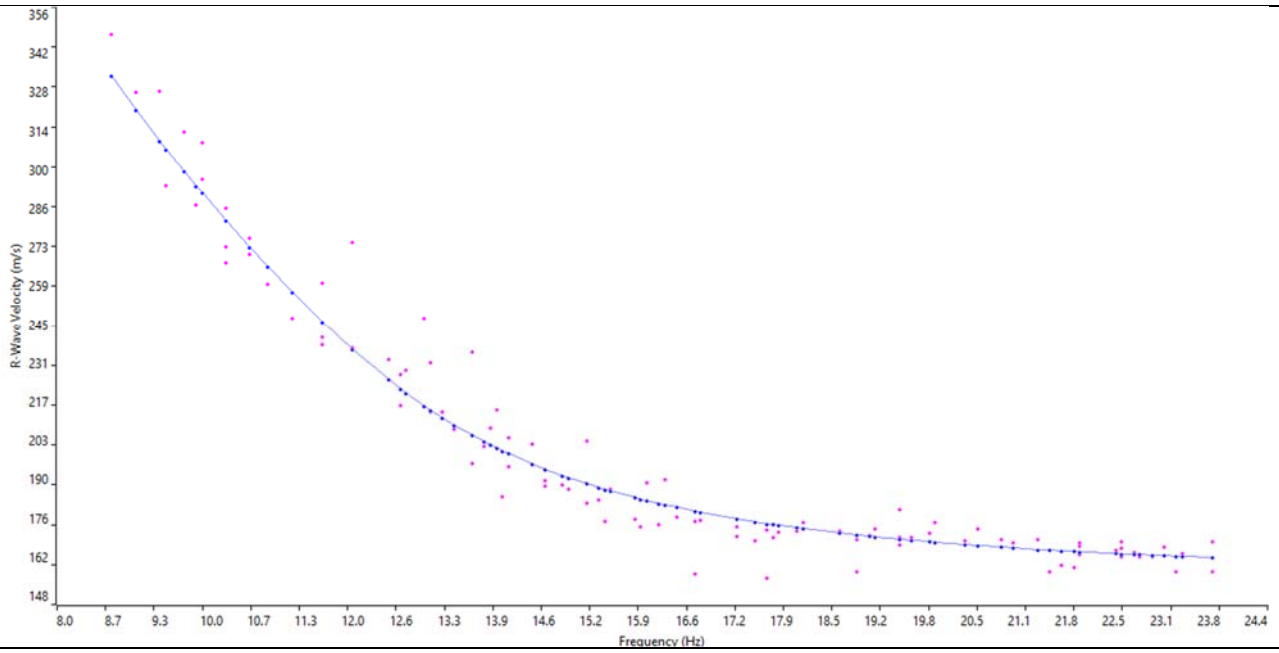


GRAFICO F-K CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE

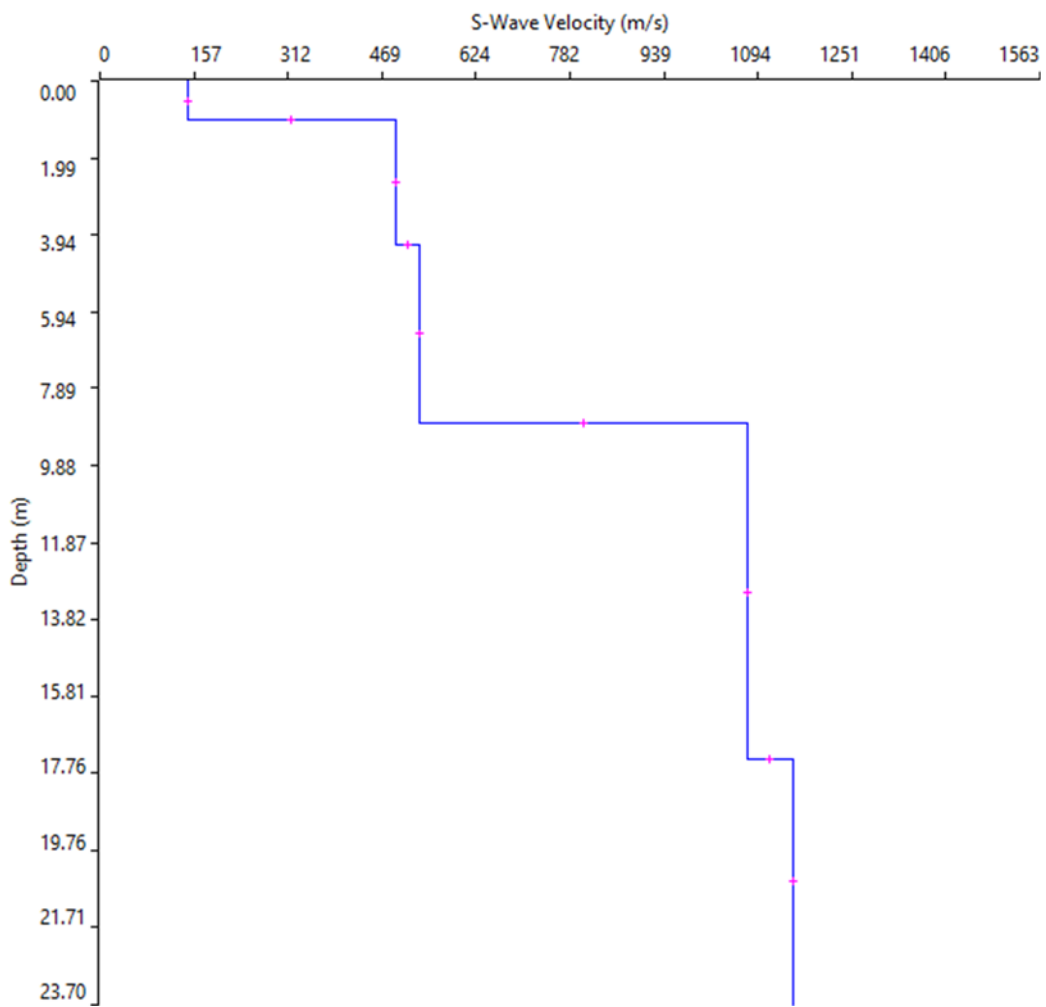


Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.01

CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS



Vs,eq = 398 m/s con bedrock a -8.81m da p.c. (Categoria B)

Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.01

N. SISMOSTRATI – SPESSORI - PROFONDITA' - VELOCITA' ONDE S

		Thickness		Depth		Vs
Layer 1	<input type="checkbox"/>	1.01		0.00	<input type="checkbox"/>	145
Layer 2	<input type="checkbox"/>	3.20		1.01	<input type="checkbox"/>	492
Layer 3	<input type="checkbox"/>	4.60		4.21	<input type="checkbox"/>	530
Layer 4	<input type="checkbox"/>	8.60		8.81	<input type="checkbox"/>	1077
Layer 5	<input type="checkbox"/>	INF		17.41	<input type="checkbox"/>	1152

Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.02

SISMOGRAMMA MEDIO

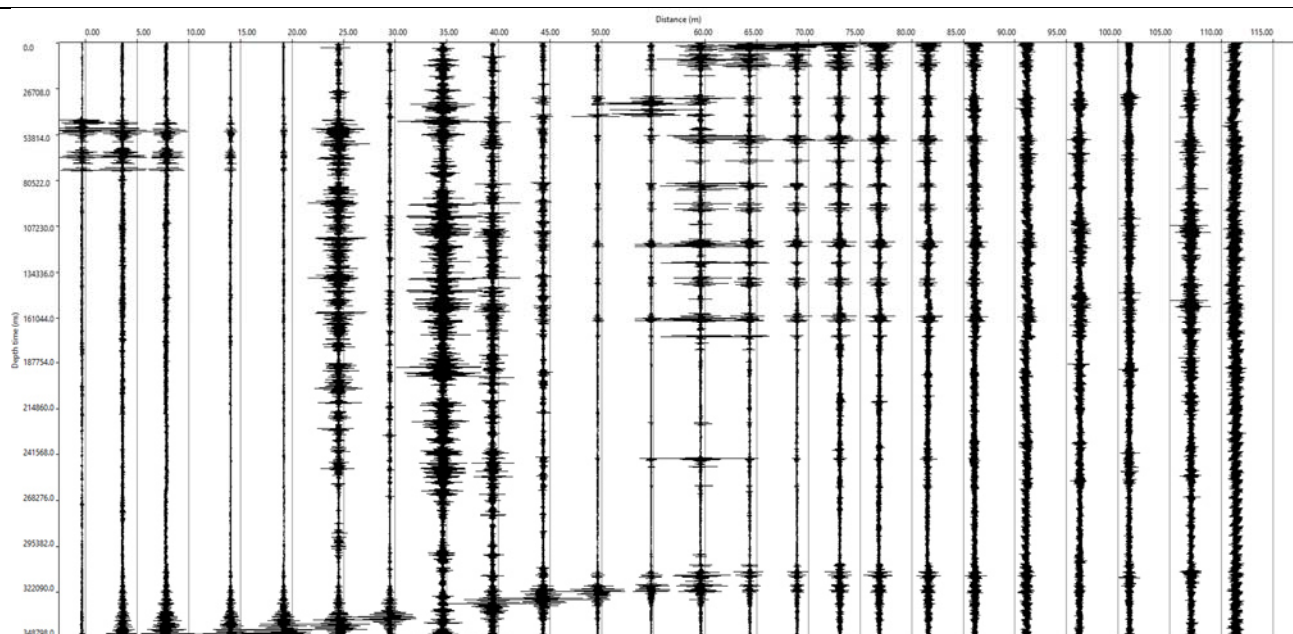
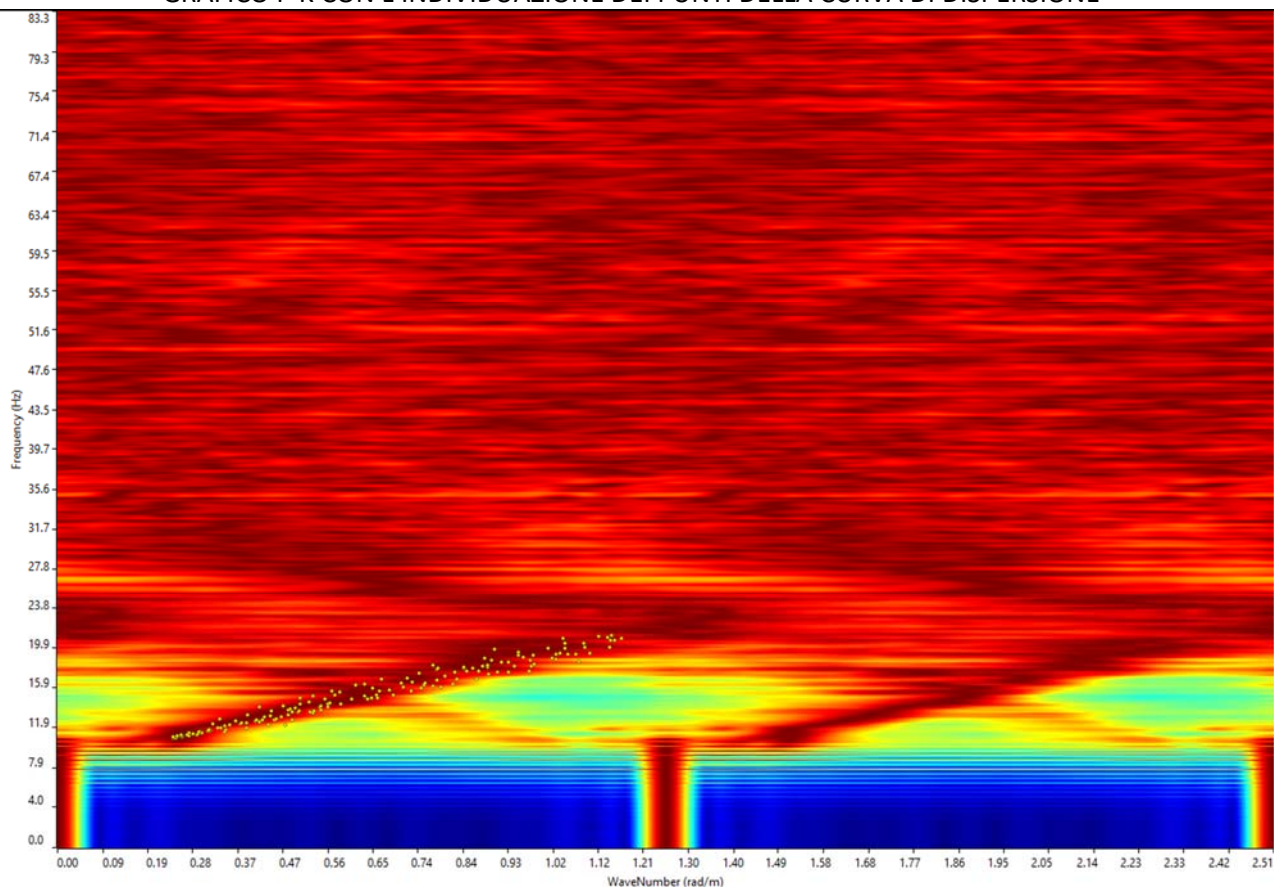
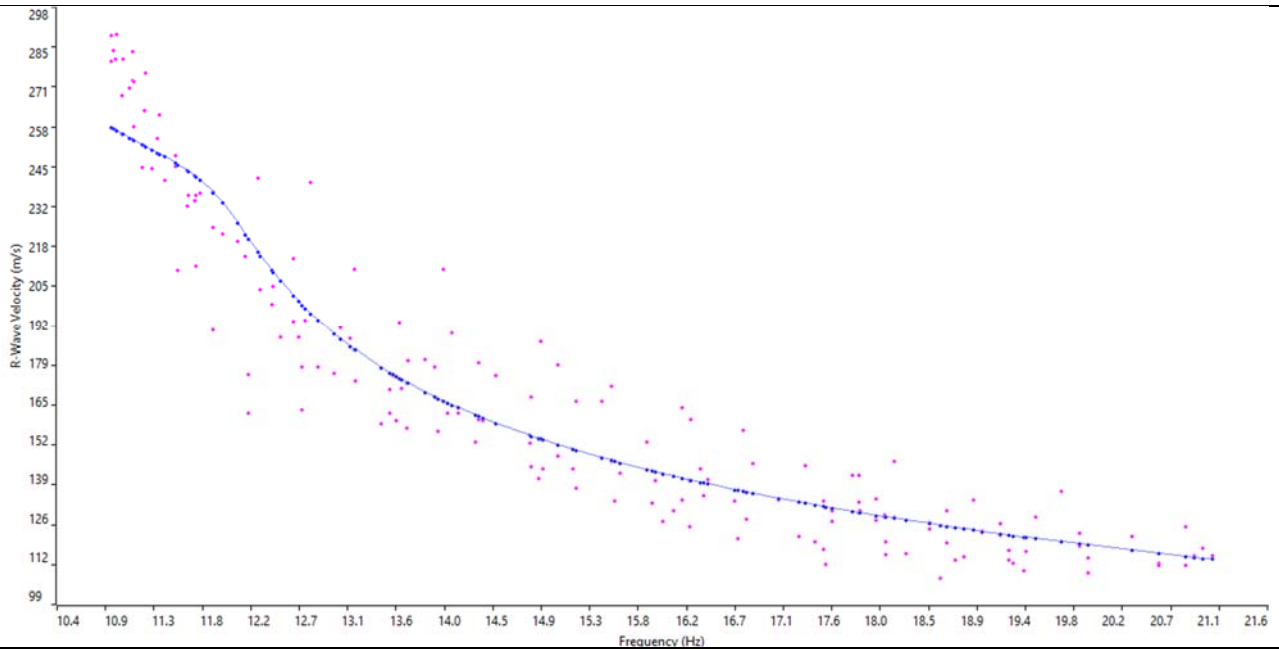


GRAFICO F-K CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE

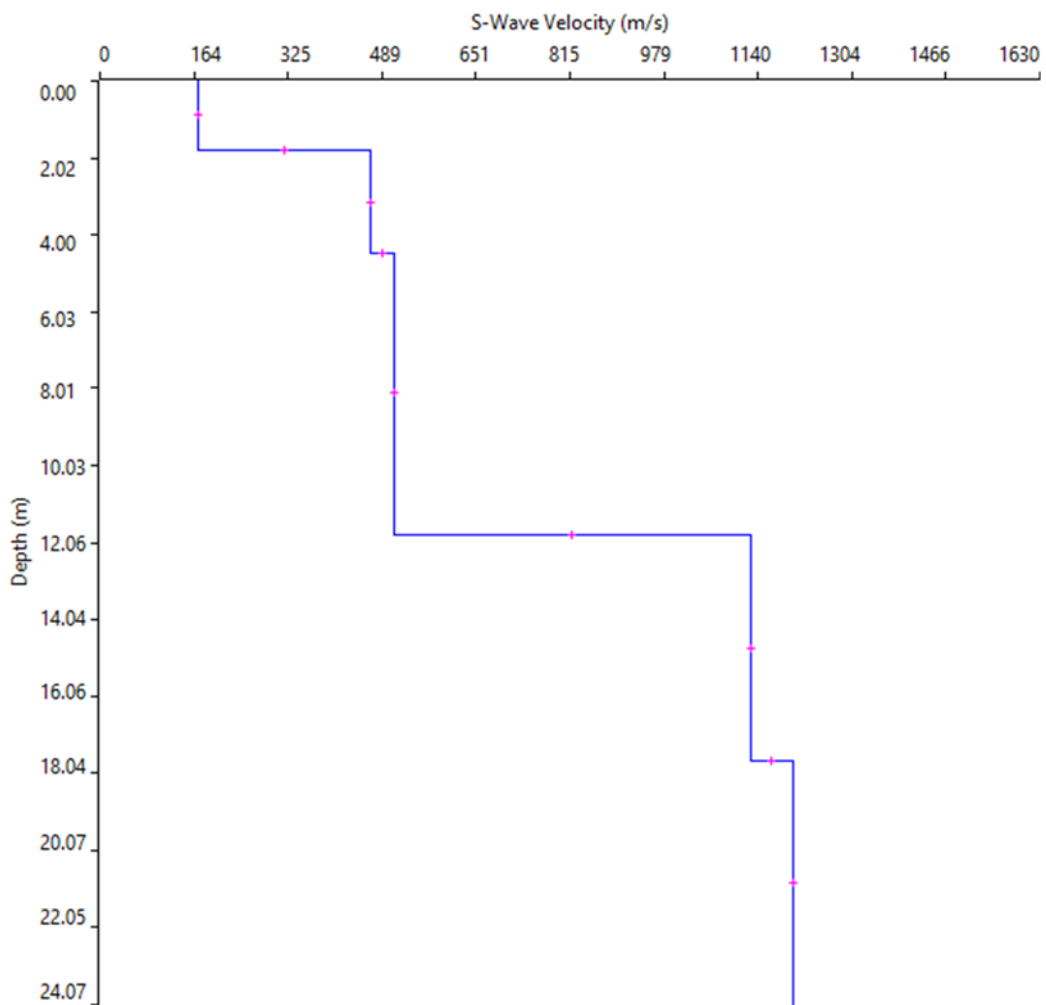


Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.02

CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS



Vs,eq = 385 m/s con bedrock a -11.82m da p.c. (Categoria B)

Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.02

N. SISMOSTRATI – SPESSORI - PROFONDITA' - VELOCITA' ONDE S

		Thickness	Depth	Vs
Layer 1	<input type="checkbox"/>	1.80	0.00 <input type="checkbox"/>	170
Layer 2	<input type="checkbox"/>	2.70	1.80 <input type="checkbox"/>	470
Layer 3	<input type="checkbox"/>	7.32	4.50 <input type="checkbox"/>	510
Layer 4	<input type="checkbox"/>	5.90	11.82 <input type="checkbox"/>	1127
Layer 5	<input type="checkbox"/>	INF	17.72 <input type="checkbox"/>	1202

Veglie (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.03

SISMOGRAMMA MEDIO

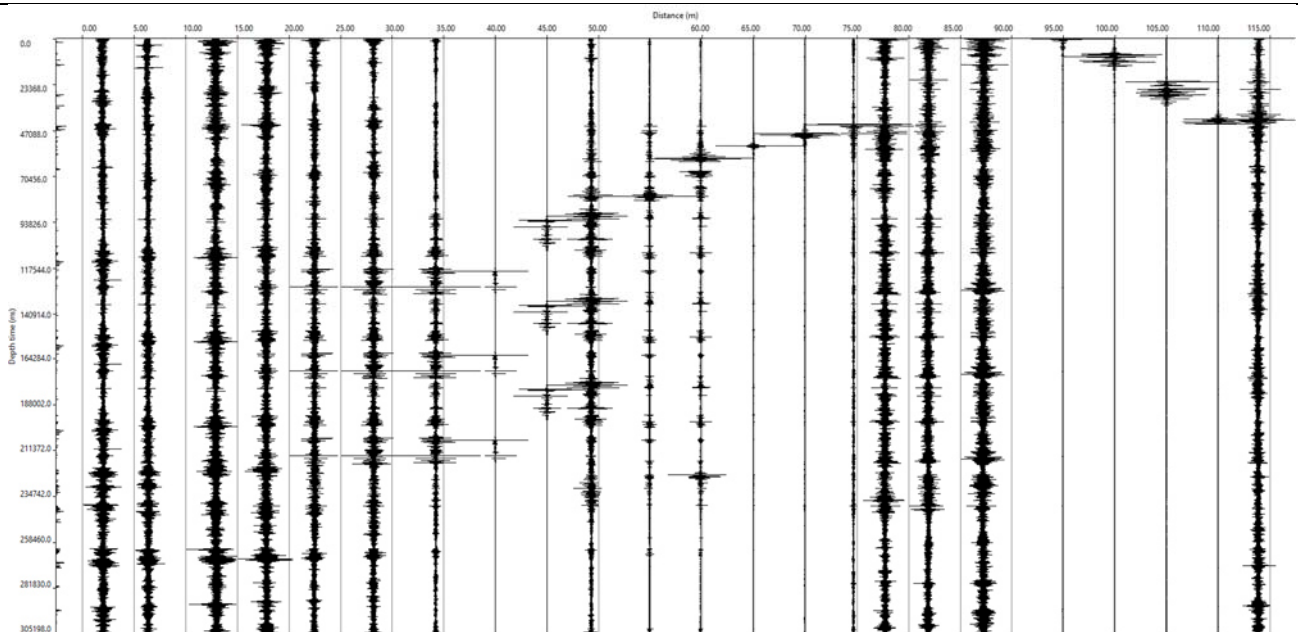
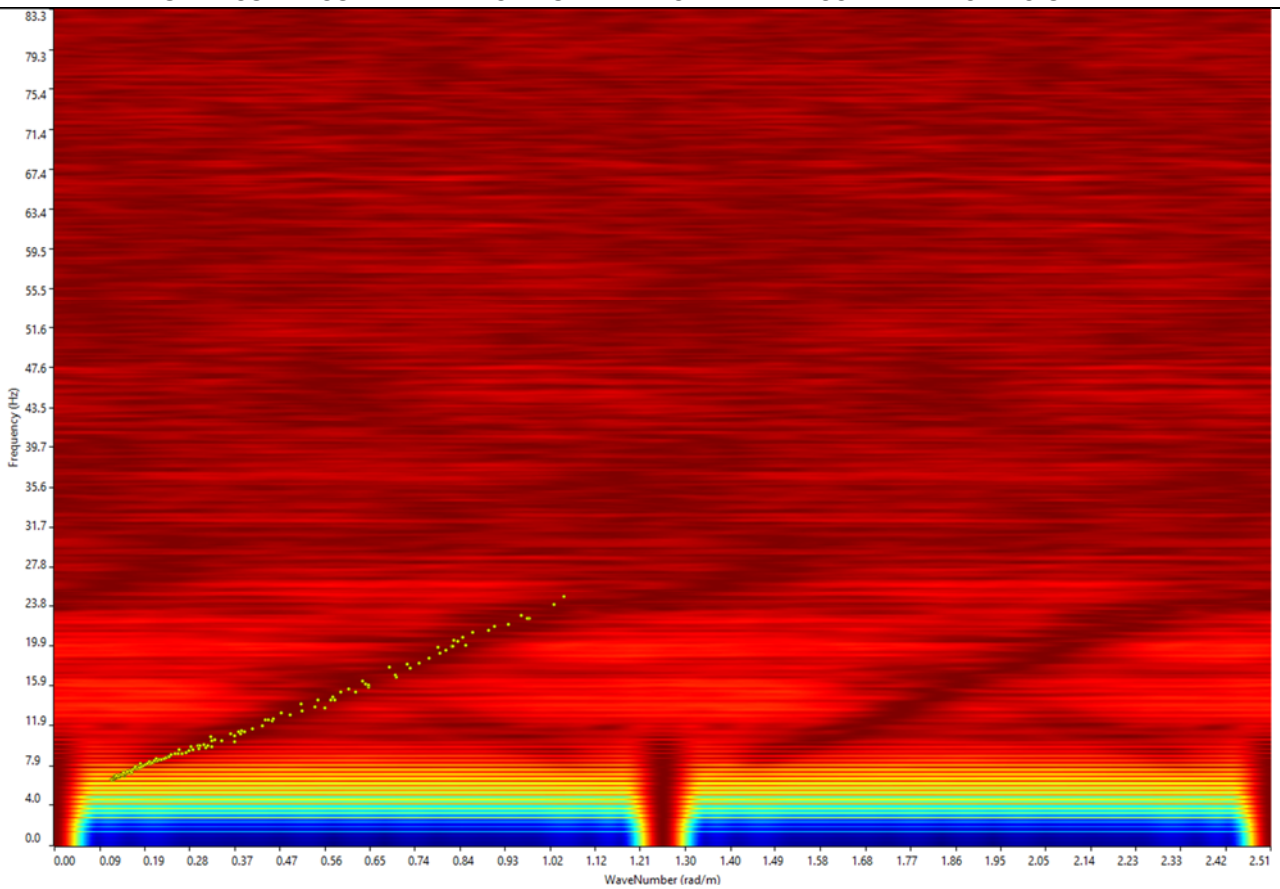
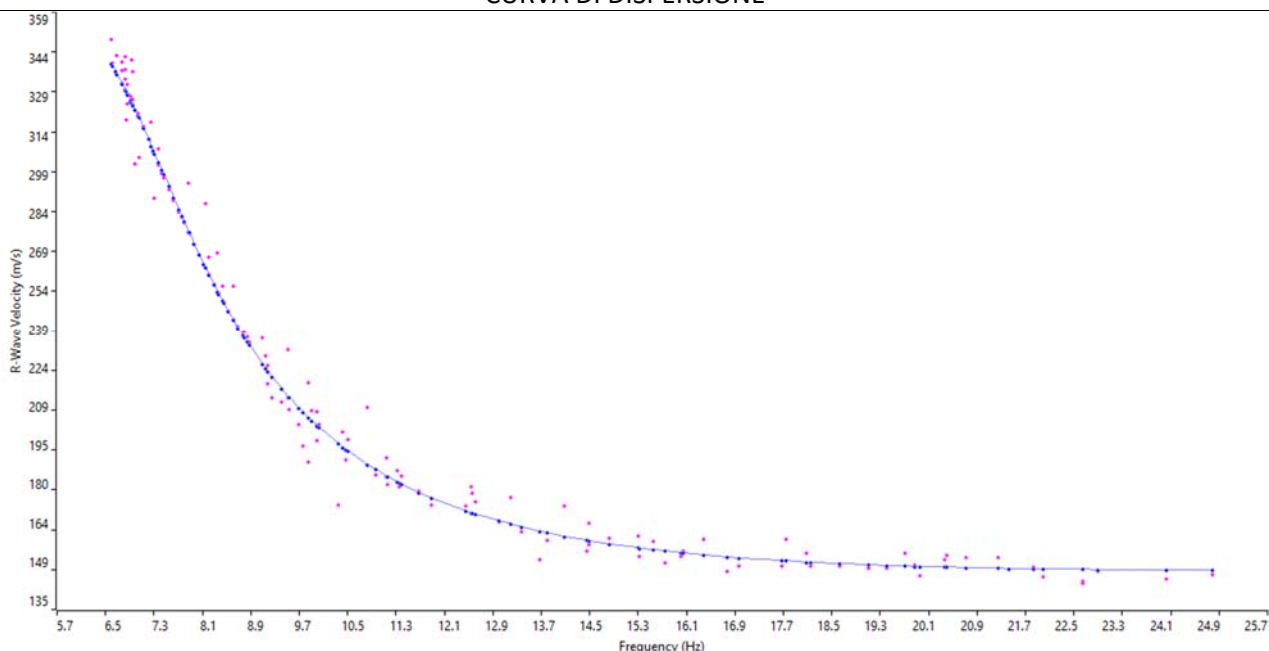


GRAFICO F-K CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE

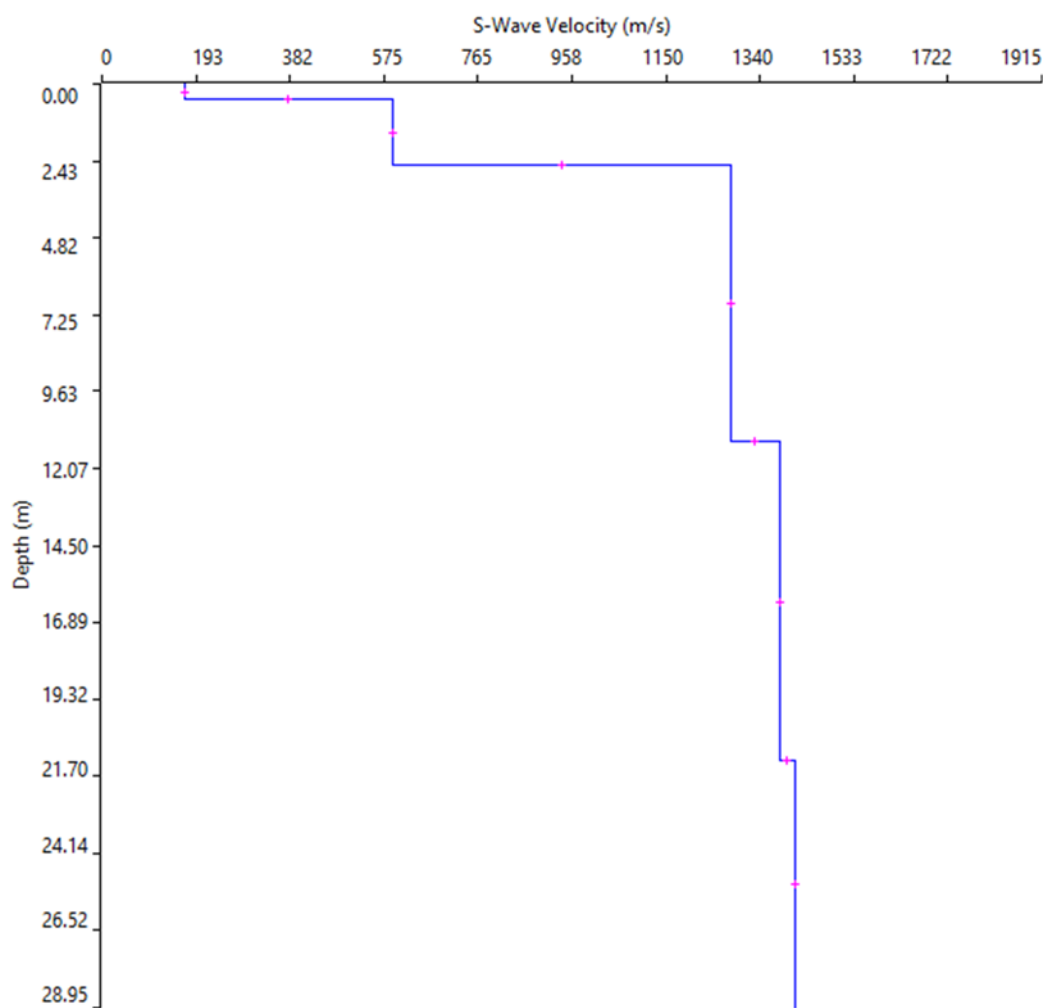


Veglie (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.03

CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS



Bedrock entro i 3 m di profondità da p.c. (Categoria A)

Veglie (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.03

N. SISMOSTRATI – SPESSORI - PROFONDITA' - VELOCITA' ONDE S

		Thickness	Depth		Vs
Layer 1	<input type="checkbox"/>	0.50	0.00	<input type="checkbox"/>	168
Layer 2	<input type="checkbox"/>	2.05	0.50	<input type="checkbox"/>	592
Layer 3	<input type="checkbox"/>	8.68	2.55	<input type="checkbox"/>	1282
Layer 4	<input type="checkbox"/>	10.01	11.23	<input type="checkbox"/>	1380
Layer 5	<input type="checkbox"/>	INF	21.24	<input type="checkbox"/>	1411

Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.04

SISMOGRAMMA MEDIO

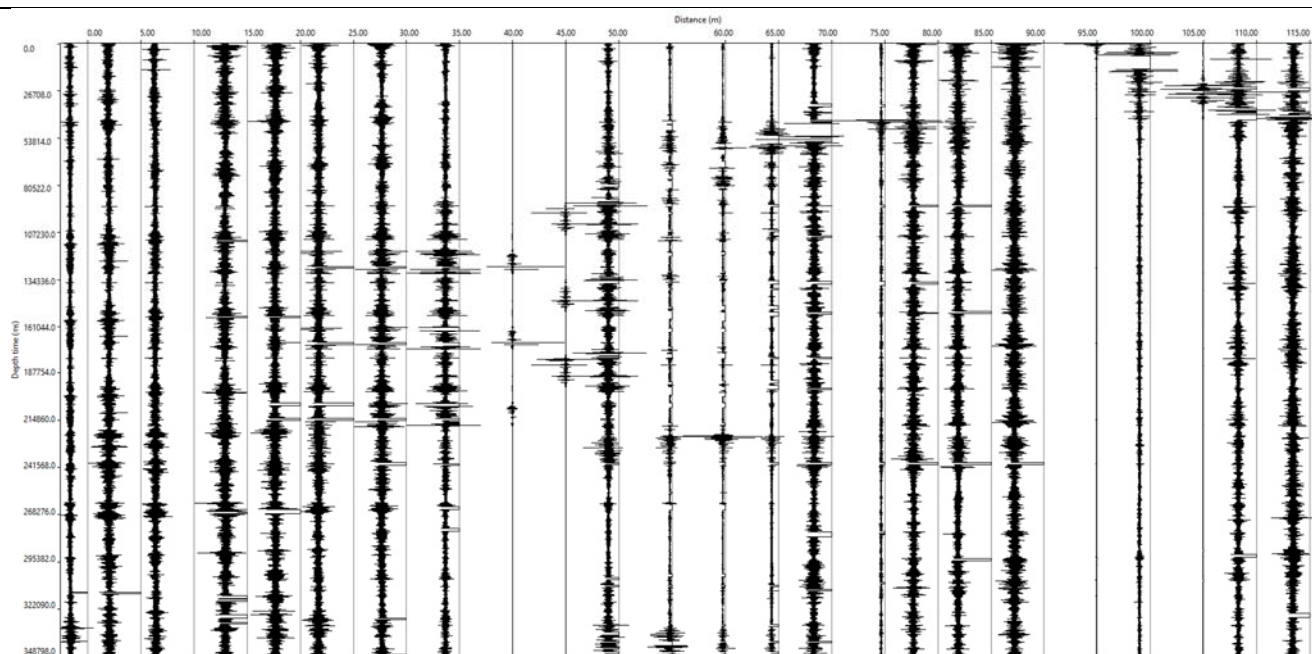
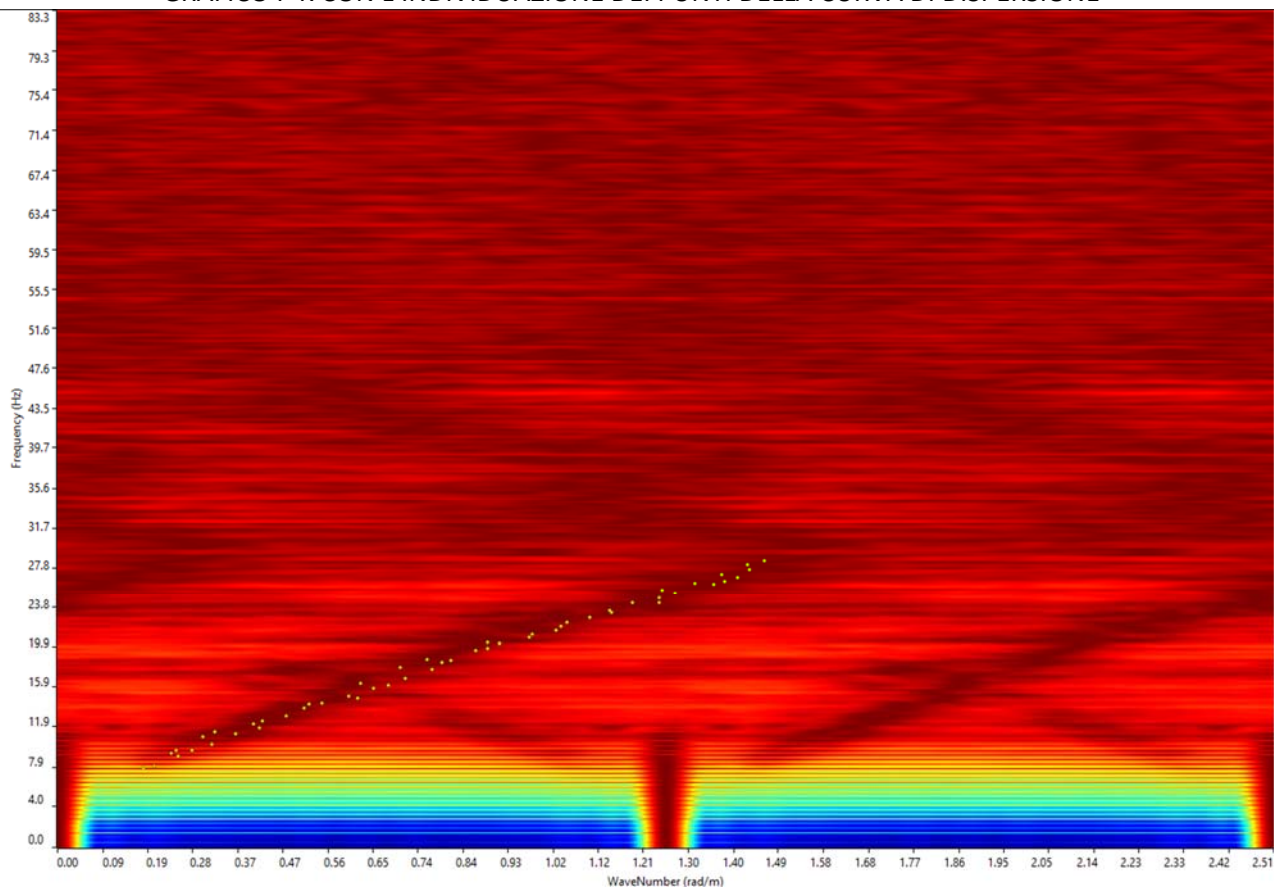
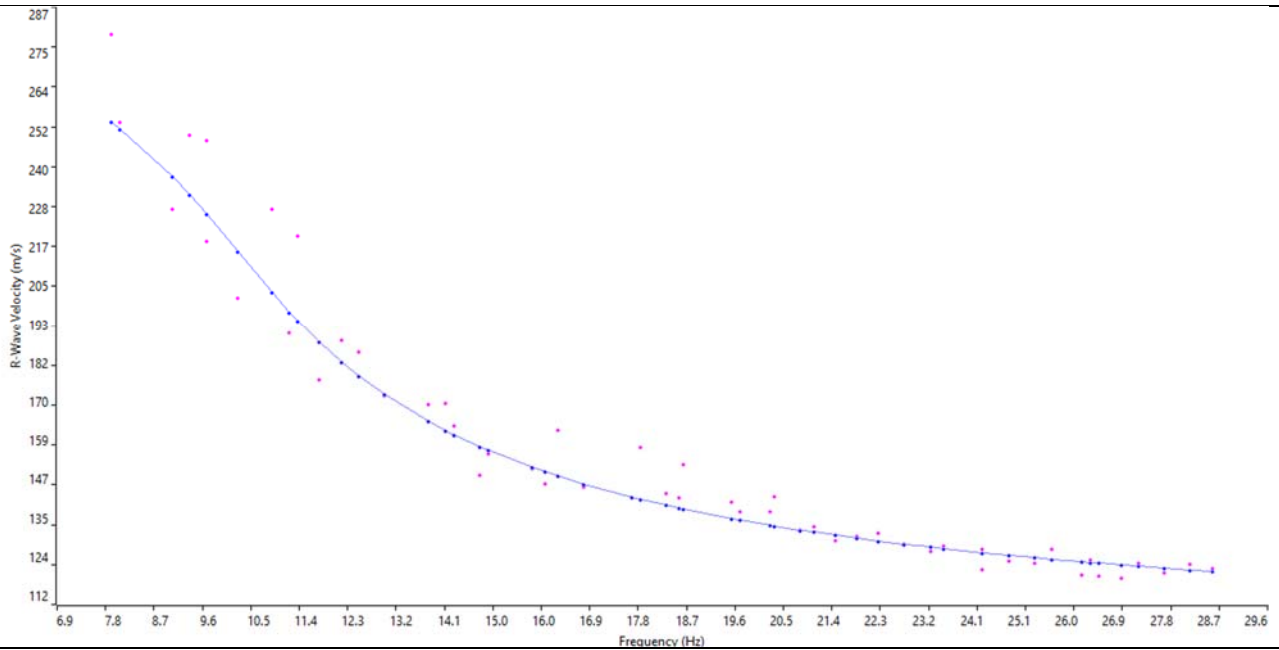


GRAFICO F-K CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE

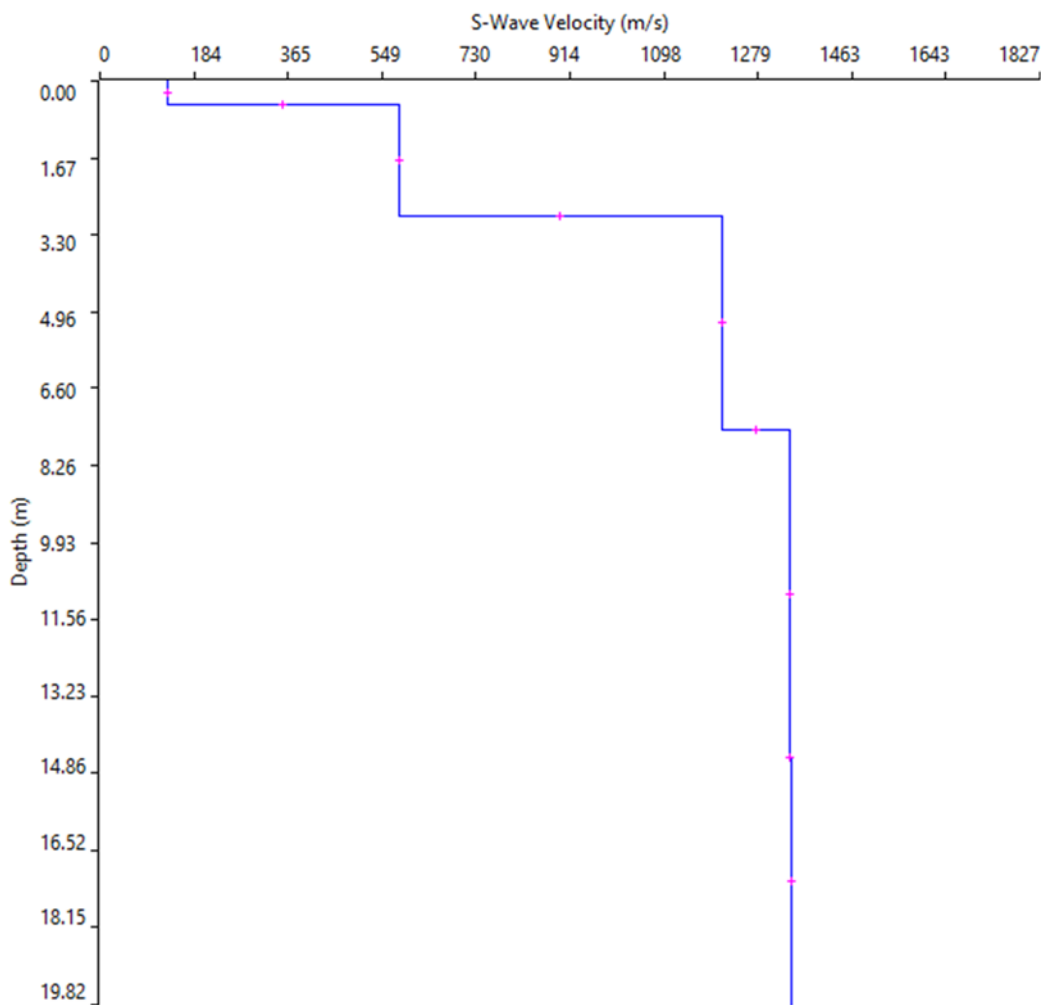


Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.04

CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS



Bedrock entro i 3 m di profondità da p.c. (Categoria A)

Salice Salentino (LE) – ELABORATI INDAGINE RE.MI.04

N. SISMOSTRATI – SPESSORI - PROFONDITA' - VELOCITA' ONDE S

		Thickness	Depth		Vs
Layer 1	<input type="checkbox"/>	0.49	0.00	<input type="checkbox"/>	130
Layer 2	<input type="checkbox"/>	2.41	0.49	<input type="checkbox"/>	581
Layer 3	<input type="checkbox"/>	4.59	2.90	<input type="checkbox"/>	1210
Layer 4	<input type="checkbox"/>	7.05	7.49	<input type="checkbox"/>	1340
Layer 5	<input type="checkbox"/>	INF	14.54	<input type="checkbox"/>	1345

ALLEGATO 03 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SULLE INDAGINI SISMICHE

-
- PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE DI SUPERFICIE – TOMOGRAFIA SISMICA
 - PROSPEZIONE SISMICA: INDAGINI RE.MI.
-

Salice Salentino (LE), BS01 in onde P e RE.MI.01

P.to di vista dal geofono G1



P.to di vista dal geofono G24

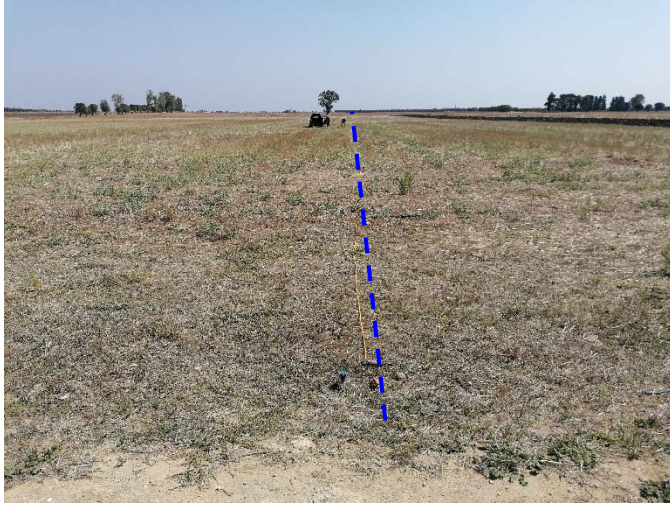


Particolare della strumentazione



Salice Salentino (LE), BS02 in onde P e RE.MI.02

P.to di vista dal geofono G1



P.to di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione



Veglie (LE), BS03 in onde P e RE.MI.03

P.to di vista dal geofono G1



P.to di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione



Veglie (LE), BS04 in onde P e RE.MI.04

P.to di vista dal geofono G1



P.to di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

