



*Dott. geologo **Donato STIFANI***

Via San Benedetto n.8 - 73040 ARADEO (LE)

Tel. 339.1297767 - e-mail: geosalento@virgilio.it

c.f.: STF DTN 57P15 A350U – p. iva: 01876670751

COMUNE DI GALATINA

Provincia di Lecce

Variante al progetto autorizzato con D.D. N.412 del 06/04/2020 finalizzata all'incremento della potenzialità con l'introduzione di nuovi codici CER da 27000 a 36000 TONS/Y di rifiuti e 20000 TONS/Y di sottoprodotti agricoli, con nuova linea anaerobica, sezione di trattamento del biogas e punto di connessione alla rete SNAM in località "Le Bruciate" strada provinciale Galatina – Galatone km.5.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Committente: Sig. **Salento Green s.r.l.**

Progettista: Ing. Salvatore Mazzotta



Il Tecnico:

Dott. Geol. Donato STIFANI



Aradeo, gennaio 2025

INDICE

1. Premessa	pag. 2
2. Inquadramento geografico, geologico, idrologico	pag. 3
3. Inquadramento geomorfologico e idrogeologico	pag. 6
4. Aspetti idrologici e paesaggistici legati al PAI ed al PPTR	pag. 9
5. Classificazione sismica	pag.11
6. Categoria sottosuolo per definizione azione sismica di progetto	pag.15
7. Indagini geognostiche	pag.17
8. Azione sismica di progetto e pericolosità sismica di base	pag.21
9. Aspetti geotecnici e modello del sottosuolo	pag.26
10. Conclusioni	pag.33

ALLEGATI GRAFICI:

- Tav.1 – Corografia IGM
- Tav.2 – Corografia su CTR
- Tav.3 – Carta Geologica
- Tav.4 – Distribuzione carichi piezometrici acquifero di fondo
- Tav.5 – Ortofoto PAI - PPTR
- Tav.6 – Ubicazione sondaggi geognostici
- Tav.7 – Sezione idrogeologica
- Elaborati sondaggi sismici a rifrazione e MASW

1. Premessa

Nel mese di gennaio 2025, la ditta SALENTO GREEN s.r.l. con sede in Galatina alla S.P. per Galatone, conferiva allo scrivente, dr. geol. Donato Stifani, incarico professionale per la redazione della Relazione Geologica e Sismica riguardante la Variante al progetto autorizzato con D.D. N.412 del 06/04/2020 finalizzata all'incremento della potenzialità con l'introduzione di nuovi codici CER da 27000 a 36000 TONS/Y di rifiuti e 20000 TONS/Y di sottoprodotti agricoli, con nuova linea anaerobica, sezione di trattamento del biogas e punto di connessione alla rete SNAM in località "Le Bruciate" strada provinciale Galatina – Galatone km.5.

Al fine di accertare le caratteristiche geologiche e geomeccaniche dei terreni interessati dall'intervento in variante è stato effettuato un accurato rilevamento geologico di superficie integrato da n.2 prospezioni sismiche a rifrazione e da n.3 prospezioni sismiche a riflessione con metodologia MASW, eseguite in sito.

Lo studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente sui terreni di fondazione, quali il D.M. 17.1.2018 N.T.C. e la legge 64/74 ed i D.M. 21.01.1981 & 11.03.1988 e Circolare C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”.

È stata inoltre individuata la categoria di suolo di fondazione, per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, n.3519 del 28.4.2006 e D.M. 17.1.2018.

In passato lo scrivente ha già effettuato sulle stesse aree di progetto, precedenti indagini e studi, le cui risultanze integrano la presente relazione.

2. Inquadramento geografico, geologico, idrologico

L'intervento proposto prevede, per l'impianto di compostaggio, l'affiancamento alla linea aerobica già autorizzata di una linea anaerobica con produzione di biogas da depurare e immettere nella rete con obbligo di connessione di terzi, con aumento della potenzialità annua complessiva dell'insediamento da 27.000 ton/anno a 36.000 ton/anno, con il trattamento anche di 20.000 ton/anno delle matrici organiche (sottoprodotti) di cui al Decreto di recepimento delle direttive Europee in materia, e complessivamente meglio individuate dalle suddette linee guida del G.S.E..

In riferimento alla cartografia ufficiale il sito di indagine ricade circa 3.0 km più a sud-ovest di Galatina, lungo la S.P. 47 per Galatone, come indicato nelle **Tav.1 e 2 - Corografia IGM e CTR**.

Le coordinate geografiche dell'area di intervento, nel Sistema di riferimento WGS84 UTM 33N, sono le seguenti (punto medio centrale dell'area di progetto):

Longitudine Est: 765.783

Latitudine Nord: 4.450.393

Lo studio geologico dei depositi affioranti, inserito in un'analisi territoriale articolata, è particolarmente rilevante per gli insediamenti umani e le infrastrutture in genere, che risentono della stabilità del terreno, della morfologia, dell'idrografia e delle vocazioni agricole del territorio.

Il lotto ricade in agro di Galatina al F.63 p.lle 369-202-2021, di estensione complessiva pari a 30.375 m² circa.

Altimetricamente l'area di interesse è posta a circa 65 m s.l.m. e fa parte di un territorio subpianeggiante. Alcune centinaia di metri più a sud-ovest è presente un importante canale di drenaggio delle pluviali ("Canale dell'Asso" - *tipologia del corpo idrico: A=acqua pubblica - n° 1096 riferimento ISTAT*), che raccoglie le acque di corrivazione di un esteso bacino idrografico.

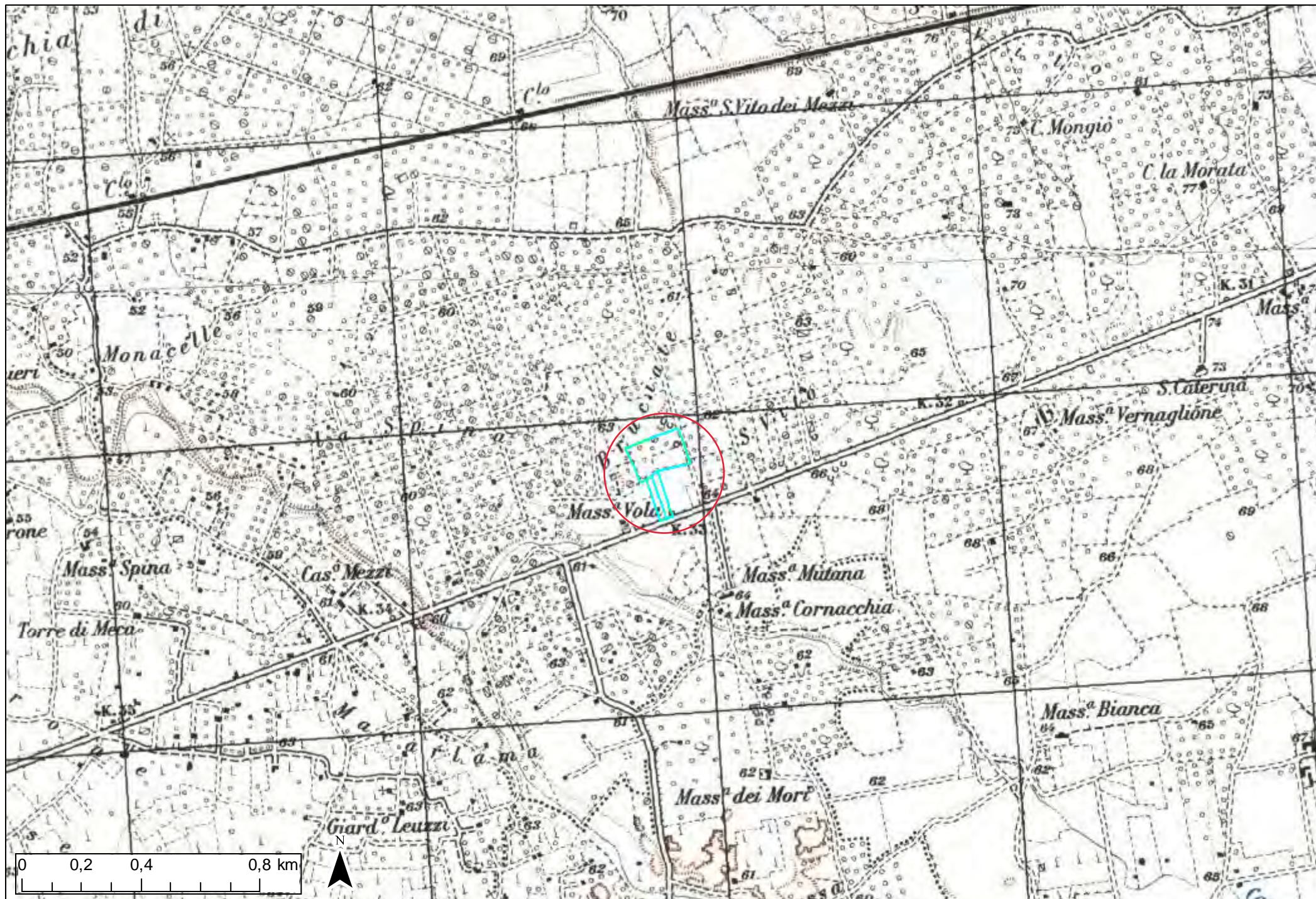
A grande raggio la morfologia del terreno è subpianeggiante con quote altimetriche pressoché costanti, deboli variazioni di quota solitamente contenute entro un metro e pendenze del terreno inferiori al 2%. In generale rappresenta le aree elevate di un'estesa anticlinale, avente asse principale diretto verso NNW-SSE ("*Serre*" - *Cretaceo*), delimitata a sud e ad ovest da una vasta sinclinale di età Pleistocenica.

In quest'area, come del resto in gran parte della Penisola Salentina, la morfologia sembra concordare con la tettonica, per cui le alture che vi si riconoscono corrispondono ad alti strutturali (*anticlinali*), mentre le depressioni a bassi strutturali (*sinclinali*).

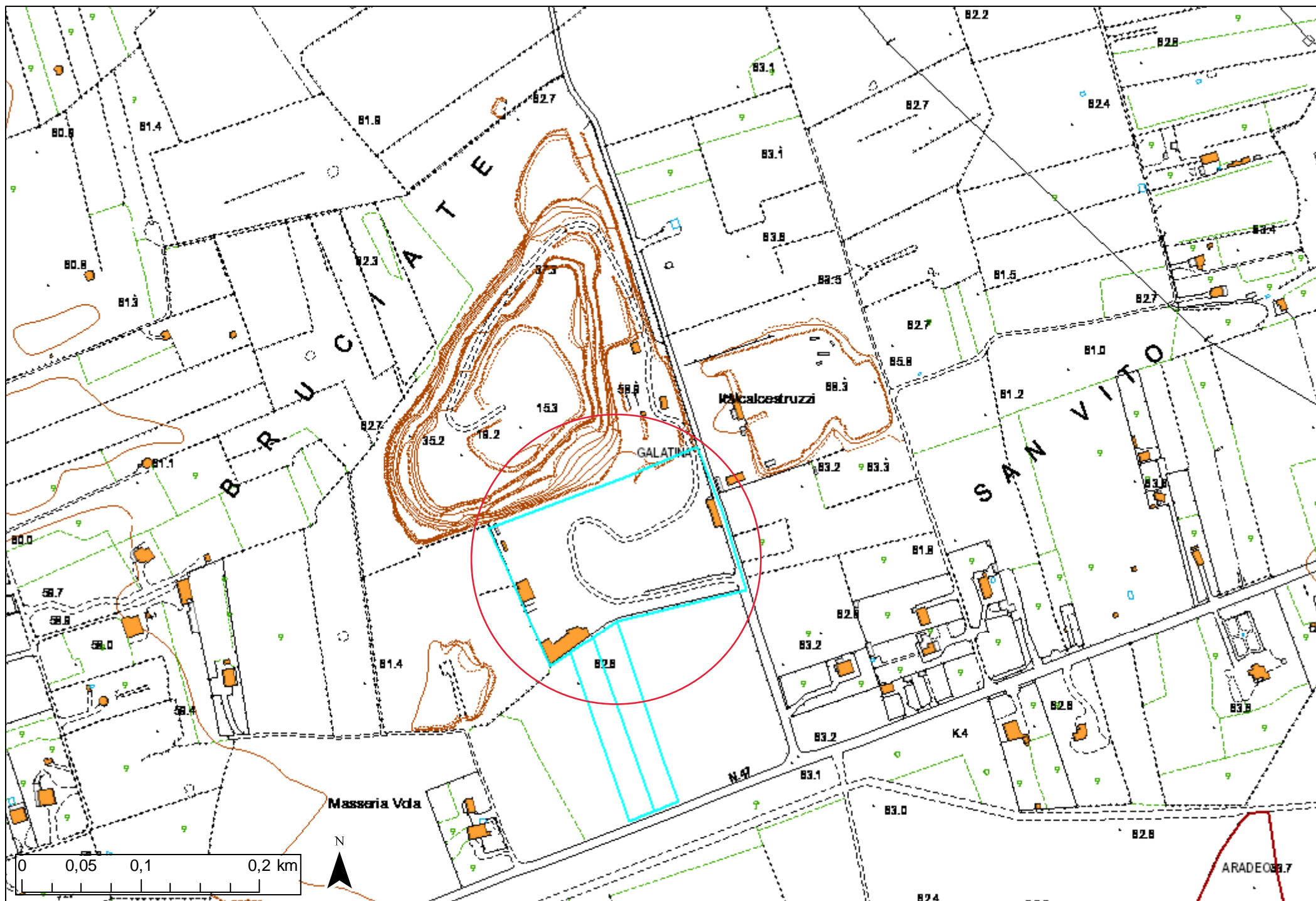
Il rilevamento geologico di superficie, esteso anche alla cava adiacente ed integrato dalle risultanze delle indagini geognostiche in sito, ha permesso di riconoscere i diversi litotipi che si rinvenivano nell'area interessata dall'intervento di progetto e di un suo adeguato intorno (**Tav.3 – Carta geologica**).

Di seguito si riportano in ordine cronologico, dalla più antica alla più recente, le formazioni presenti:

- Calcare di Altamura
- Calcare di Gravina
- Depositi colluviali

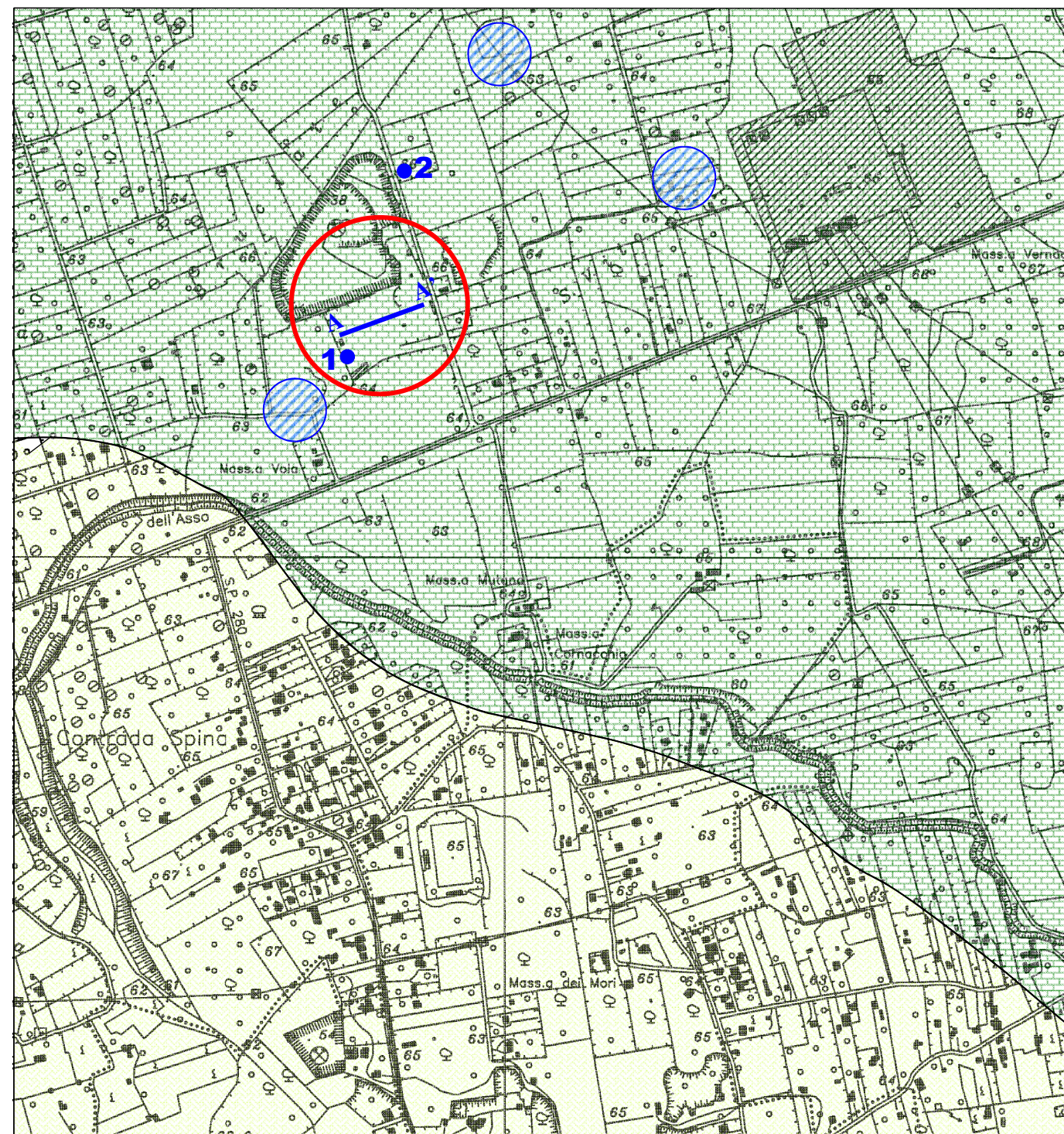


Tav.1 - Corografia IGM



Tav.3 - Carta geologica

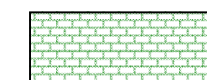
Scala 1:5.000



LEGENDA:



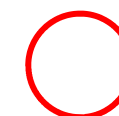
Calcareniti e calciruditi a grana medio-grossolana, porose, fossilifere, di colore bianco-giallastro, a cementazione irregolare, mediamente permeabili.
CALCARENITE DI GRAVINA (Pleistocene)



Calcare micritici, grigio-nocciola chiaro, con intercalate dolomie e calcari dolomitici grigio scuri, tenaci, microcristallini, fratturati, da mediamente a molto permeabili.
CALCARE DI ALTAMURA (Cretacico).



Dolina



Area di interesse



Traccia sezione idrogeologica (A-A')



Ubicazione pozzi di monitoraggio falda di fondo e relativo n° d'ordine

2.1 Calcare di Altamura (*Cretacico*)

Questa formazione costituisce il basamento rigido su cui trasgrediscono in eteropia di facies, i termini più recenti.

Affiora nelle aree di nostro interesse, ricoperta da una modesta e discontinua coltre di sabbie limo-argillose di origine residuale (depositi colluviali).

Il litotipo prevalente che condiziona direttamente le strutture di fondazione dei manufatti di impianto, è costituito da calcari micritici, di colore bianco-nocciola. Più in profondità assumono natura bioclastica e detritica, con colorazione avana quelli subsaccaroidi, di origine per lo più secondaria e colore grigio scuro i calcari dolomitici.

Ai calcari si addossano o si sovrappongono in trasgressione sedimenti più recenti, come le Calcareni e le Argille. L'accostamento di questi terreni lungo zone di scarpata formate dai più antichi terreni cretacici si può spiegare tramite due diversi ambienti deposizionali, il primo caratterizzato da una sedimentazione prevalentemente di mare aperto, anche se sottile e di litorale, il secondo da depositi di mare poco profondo con passaggio a condizioni sub-lagunari, talvolta, salmastre.

Il litotipo caratteristico è costituito da calcari biomicritici di colore bianco-nocciola, spesso vacuolari ed a frattura irregolare. A questi litotipi si intercalano strati di calcare microcristallino, biancastro, calcari brecciati e calcari dolomitici.

La stratificazione è abbastanza evidente e gli strati hanno spessore variabile da alcuni decimetri a circa 1÷2m.

L'unità si presenta intensamente fratturata, specie subverticalmente e con direzione preferenziale NW-SE. Le fratture, da millimetriche a centimetriche, a volte sono piene di calcite spatica o di materiali sciolti (terre rosse), derivanti dalla degradazione chimico-fisica degli strati superficiali (*carsismo*).

La potenza complessiva di questa unità non è precisamente valutabile ma si stima debba spingersi nel sottosuolo sino a notevole profondità (5000÷6000m).

L'età, come riferito dalla letteratura geologica, è riferibile al Cretaceo (Senoniano-Turoniano).

Più o meno uniformemente, su tutta l'area interessata, è presente una coltre di copertura di terreno agrario (terreno residuale rossastro), con spessori generalmente contenuti entro i 50 centimetri.

2.2 Calcareniti di Gravina (*Pliocene sup. – Pleistocene inf.*)

L'unità calcarenitica è trasgressiva sui calcari ed affiora più a sud-ovest del sito di intervento.

La formazione raggruppa diversi litotipi, distinti tra loro in base all'età ed alle caratteristiche tessiturali. Si passa da sabbie grossolane, a calcareniti e calciruditi giallastre con intercalati livelli di calcari tipo “*panchina*” e trovanti calcarei.

Il litotipo caratteristico, denominato localmente ed in maniera impropria "*tufi*", è costituito da ***calcareniti biomicritiche*** a grana media, porose, ben cementate, di colore bianco-giallastro.

La stratificazione è quasi sempre indistinta; dove essa appare, è variabile da pochi centimetri ad oltre un metro. Le *Calcareniti di Gravina* nella letteratura geologica si riferiscono alle *Calcareniti del Salento*, con le quali presentano numerose analogie deposizionali e tessiturali.

La potenza della formazione si stima intorno ai 40 m. L'intero pacco calcarenitico non presenta uniformità deposizionale, ma spesso è associato a sabbioni calcarei inglobanti ciottoli, piccoli trovanti e livelli tenaci biomicritici tipo "*panchina*", mentre in basso è talvolta presente un banco di argille marnose grigio-azzurrastre, plastiche, fossilifere e pressoché prive di segni di stratificazione (*Postcalabriane*).

2.3 Depositi colluviali recenti ed attuali (*Olocene*)

Si tratta di depositi di facies continentale, accumulati ad opera delle acque correnti superficiali, colmano le depressioni percorse da fossi, canali e scoline, con spessori variabili sino ad un massimo di alcuni metri.

Gli accumuli sono costituiti da sedimenti sciolti sabbioso-pelitici, dalla tipica colorazione rosso-brunastra ("*terra rossa*"), connotati da estremamente basse caratteristiche di portanza, da una elevata compressibilità e da cicli stagionali di rigonfiamento e ritiro connessi al locale andamento meteorologico. Tali terreni ricadono in aree potenzialmente esondabili e risentono degli effetti di erosione ed escavazione prodotti dalle acque di corrivazione.

Nel successivo calcolo della portanza sono stati esclusi i depositi colluviali, notoriamente poco affidabili dal punto di vista geotecnico.

3. Inquadramento geomorfologico e idrogeologico

Per quanto concerne la **geomorfologia** di dettaglio, sono state ricercate le forme di rilievo, come: orli morfologici, solchi erosivi, cigli di scarpata, piani di faglia, cave, riporti e colmate. Forme e processi legati all'azione delle acque superficiali: il ruscellamento (diffuso o concentrato, in seguito a precipitazioni meteoriche rapide e copiose); piane alluvionali, conche e depressioni alluvionali; le forme strutturali dovute all'erosione del substrato roccioso (orli morfologici); i fenomeni carsici (vore e doline), quelli legati all'azione antropica (opere di urbanizzazione, cave).

La morfologia del terreno è stata oggetto di un accurato rilievo geologico di superficie che non ha individuato emergenze significative dal punto di vista idrogeomorfologico.

In adiacenza al lotto di intervento, sul lato nord, è presente una cava di calcare, la cui attività estrattiva risulta regolarmente autorizzata. L'area di cava, tipizzata come Zona D5 – Cave e relativa industria di trasformazione, non rientra tra quelle interessate dall'intervento progettuale.

Nell'area affiorano rocce permeabili per porosità e per fessurazione. La permeabilità per porosità, o permeabilità in piccolo, è tipica delle rocce calcarenitiche (e dei terreni sciolti di copertura) e si rinviene nelle calcareniti affioranti a sud-ovest, quella per fessurazione, o permeabilità in grande, è tipica delle rocce fessurate, quali i calcari.

Le rocce affioranti sull'area di studio, sono costituite esclusivamente da calcari dolomitici fratturati, dotati di buona permeabilità, i quali assorbono con facilità le pluviali ivi ricadenti, e per la mancanza di substrati impermeabili (argille), non danno origine ad **acquiferi superficiali freatici** a carattere stagionale.

Nel sottosuolo dell'area interessata dall'intervento di progetto è presente una circolazione idrica dalle elevate potenzialità di sfruttamento: si tratta della cosiddetta “*falda acquifera profonda*”, ospitata all'interno delle rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico, permeabili per fessurazione e carsismo.

La falda profonda è presente in maniera continua in tutto il territorio salentino ed è caratterizzata in molti casi da acque con buone caratteristiche qualitative così da rappresentare una risorsa idrica di fondamentale importanza, in grado di fornire un contributo cospicuo al soddisfacimento del fabbisogno idrico per uso potabile, irriguo o industriale.

Le acque dolci di falda che permeano le formazioni calcareo-dolomitiche del basamento sono sostenute alla base dalle acque marine di invasione continentale: la differenza di densità esistente tra i due corpi idrici determina infatti un netto fenomeno di stratificazione salina.

Le acque dolci, più leggere, tendono quindi a “galleggiare” sulle sottostanti acque marine e, in mancanza di fenomeni di perturbazione della falda, si instaura una situazione di equilibrio non verificandosi alcun fenomeno di miscelamento idraulico.

Acque dolci ed acque marine sono separate da un livello idrico di transizione, denominato “*zona di diffusione*”, caratterizzato da un rapido incremento verticale di salinità (Fig. A).

L'equilibrio che determina la separazione dei due livelli idrici (acque dolci ed acque salate) può, tuttavia, essere alterato dal prelievo di acque di falda, qualora questo sia effettuato in maniera errata, incontrollata e dissennata, ad esempio con portate di emungimento eccessive rispetto a quanto permettano le condizioni idrogeologiche locali, oppure con pozzi troppo ravvicinati o mal realizzati (per esempio troppo profondi).

L'eccessivo e/o errato emungimento d'acqua dal sottosuolo può, infatti, determinare il richiamo di acque salmastre dalla sottostante zona di diffusione, con conseguente contaminazione salina dell'acquifero superiore, di solito ben evidenziata da un aumento del tenore in ione cloro. Una volta che sia stata alterata, la situazione originaria difficilmente si ripristina in tempi brevi.

La falda profonda, alimentata in prevalenza dalle acque meteoriche infiltratesi nel sottosuolo, è caratterizzata, nell'intera provincia di Lecce, dalla presenza di modesti carichi idraulici.

I valori più alti di carico idraulico (circa +3 metri sul l.m.m.) si registrano nelle zone più interne della Penisola Salentina: a partire da tali aree il livello piezometrico della falda si abbassa progressivamente, con cadenti piezometriche molto basse (0,1÷2,5%), in direzione delle zone costiere, ove esso tende a raccordarsi con il livello marino.

Il deflusso della falda profonda si esplica, infatti, essenzialmente in direzione del mare, ove le acque di falda normalmente si riversano, in maniera diffusa o concentrata, attraverso sorgenti costiere e/o polle sottomarine.

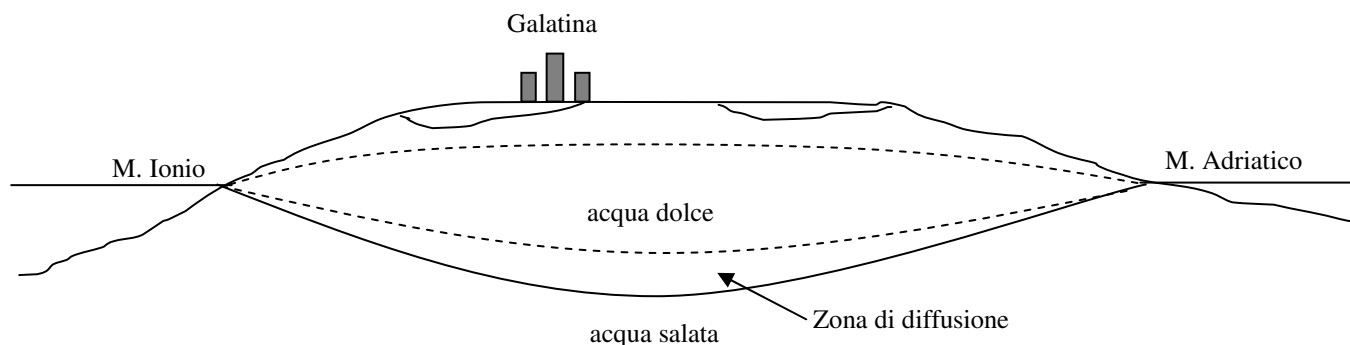


Fig. A - Sezione idrogeologica della Penisola Salentina. Si noti come l'acqua dolce galleggi sulla sottostante acqua marina di invasione continentale.

Sia i modesti carichi idraulici che le bassissime cadenze piezometriche confermano, in linea generale, l'elevata permeabilità d'insieme dell'acquifero carbonatico ospitante la falda profonda.

La ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica della falda profonda in corrispondenza del territorio in esame è stata eseguita sulla base dei dati riportati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (cfr. **Tav.4 – Distribuzione dei carichi piezometrici dell'acquifero carsico di fondo**). In tale zona la falda presenta carichi piezometrici attorno a 2,5 metri sul l.m.m.. Essa, quindi, si stabilizza a circa -65 metri dal piano di campagna.

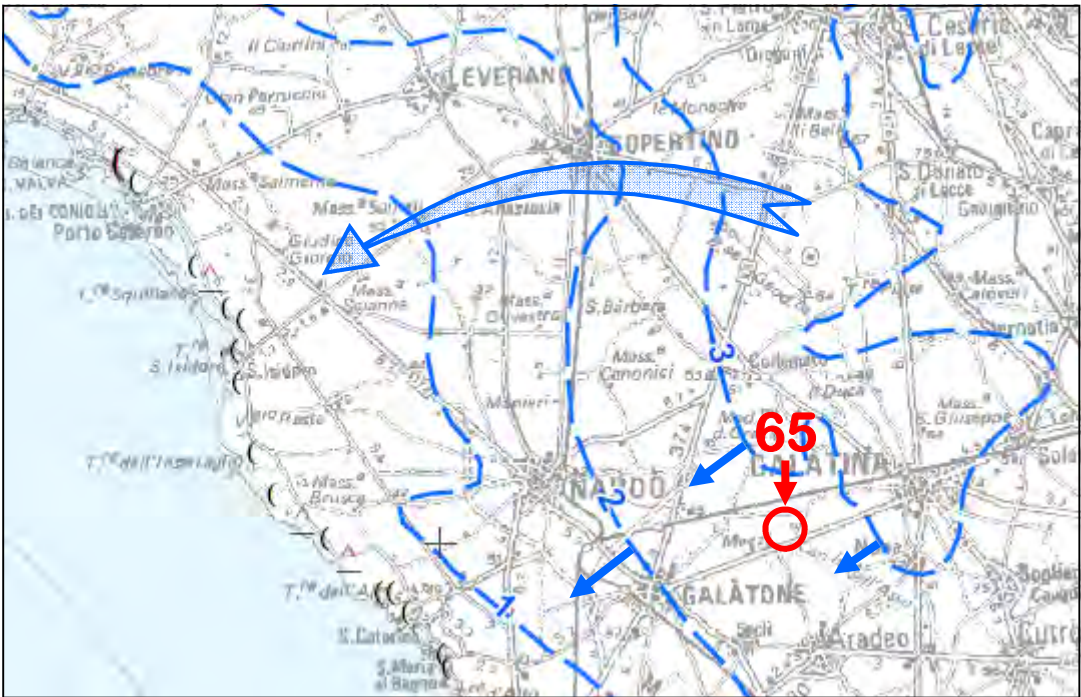
Tav.4 - Distribuzione dei carichi piezometrici dell’acquifero carsico di fondo

(Redatta sulla base della Tav.6.2 del P.T.A. della Regione Puglia)

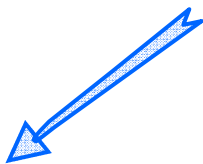
Variante al progetto autorizzato con D.D. n.412/2020 finalizzato all’incremento della potenzialità, nuova linea anaerobica, sezione di trattamento del biogas e punto di connessione alla rete SNAM.

Ubicazione: Loc. “Le Bruciate” - Galatina

Committente: Salento Green s.r.l.



LEGENDA:



Ass principale del deflusso sotterraneo



Linee di flusso



Curva isopiezica e relativa quota (m s.l.m.)



Quota altimetrica (m s.l.m.)



Sito di progetto

Lo spessore del livello di acque dolci, legato al carico idraulico della falda da un rapporto di proporzionalità diretta, può essere stimato mediante la legge di Ghyben-Herzberg, esprimibile nella forma:

$$H = [\rho_d / (\rho_m - \rho_d)] * h \cong 40 * h$$

dove H è la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, ρ_d è la densità dell'acqua dolce ($\sim 1,0028 \text{ g/cm}^3$), ρ_m è la densità dell'acqua marina ($\sim 1,028 \text{ g/cm}^3$) ed h è il carico piezometrico della falda.

Considerando che, nelle aree in esame, i carichi idraulici sono dell'ordine di circa 2.5 metri sul l.m.m., è presumibile che la falda profonda presenti localmente uno spessore di acque dolci pari ad almeno una settantina di metri.

In Tav.3 sono indicati i due pozzi per acqua captanti l'acquifero profondo, nella disponibilità del Committente, i quali sono disposti nella stessa direzione del deflusso idrico sotterraneo, da NE verso SW (cfr. Tav.4) e potranno essere utilizzati per il monitoraggio della qualità chimico-fisica dell'acqua di falda.

Per quanto concerne il **Piano di Tutela delle Acque** il sito di indagine ricade in **Aree di Tutela Quali-Quantitativa**. La realizzazione dell'opera di progetto, non interferendo in alcun modo con l'acquifero di fondo, non contrasta con le misure di salvaguardia previste dal Piano per queste aree.

È il caso di sottolineare che l'impianto non interferirà in alcun modo con la falda di fondo, in quanto tutte le aree di stoccaggio e lavorazione dei rifiuti saranno pavimentate e dotate di fondazioni con platee in c.a. (additivato idrofugo) e manto impermeabilizzante in HDPE.

4. Aspetti idrologici e paesaggistici legati al PAI ed al PPTR

La Legge 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico debba essere l'ambito fisico di pianificazione che consente di superare le frammentazioni e le separazioni finora prodotte dall'adozione di aree di riferimento aventi confini meramente amministrativi.

L'intero territorio nazionale è pertanto suddiviso in bacini idrografici classificati di rilievo nazionale, interregionale e regionale.

Strumento di governo del bacino idrografico è il Piano di Bacino, che si configura quale documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

La suddetta legge prevede che il Piano di Bacino debba essere non un semplice studio corredato da proposte di intervento ma un aggiornamento continuo delle problematiche e delle soluzioni.

Esso, tenendo conto dei diversi livelli istituzionali che operano con specifiche competenze di programmazione (Stato, Autorità di Bacino, Regioni, Province, Consorzi di Bonifica), dovrà rappresentare il necessario coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione e di programmazione territoriale.

Riguardo il **P.A.I.** redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia, attualmente vigente, il sito di indagine non ricade in aree a rischio di inondazione (AP, MP, BP), come accertato dagli elaborati tecnici contenuti nel Piano Assetto Idrogeologico del Territorio di Galatina, di cui la **Tav.5** rappresenta uno stralcio.

Con D.G.R. n. 176 del 16 febbraio 2015 (pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015) è stato approvato definitivamente il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (**PPTR**).

Il PPTR persegue le finalità di tutela e valorizzazione, nonché di recupero e riqualificazione dei paesaggi di Puglia, in attuazione dell'art. 1 della L.R. 7 ottobre 2009, n. 20 "Norme per la pianificazione paesaggistica" e del D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del Paesaggio".

Il territorio regionale è articolato in 11 ambiti paesaggistici per ciascuno dei quali sono stati individuati le caratteristiche paesaggistiche, gli obiettivi di qualità paesaggistica e le specifiche normative d'uso.

Il **PPTR**, d'intesa con il Ministero per i beni e le attività culturali, individua e delimita i "Beni paesaggistici" (di cui all'art. 134 del Codice del Paesaggio), nonché gli "Ulteriori contesti" (a norma dell'art. 143 co. 1 lett. e del Codice) e ne detta rispettivamente le specifiche prescrizioni d'uso e le misure di salvaguardia e utilizzazione.

Il sito di studio non è interessato beni paesaggistici, ma solo una parte delle ptc. 220 e 221, da ulteriori contesti paesaggistici, quali quelli definiti alla Tav. 6.2.1 del PPTR: "Aree di rispetto dei boschi".

Il bosco si trova oltre la S.P.47 mentre l'area di rispetto si estende per una fascia di di 100m dal confine del bosco (cfr. **Tav.5**).

Le previsioni progettuali individuano come unico intervento sulle due particelle la delimitazione di un'area SNAM di circa 500mq su cui l'Ente dovrà installare il punto di connessione (tubazioni di mandata interrate) con la relativa valvola meccanica per l'intercettazione del flusso in pozzetto, e uno strumento di misura della quantità di metano prodotto da SALENTO GREEN srl e immesso nella rete pubblica.

Ai sensi dell'art. 63 "Misure di salvaguardia e di utilizzazione per l'Area di rispetto dei boschi" c.2 lett. a6) delle NTA del PPTR, in sede di accertamento di compatibilità paesaggistica *"sono ammissibili tutti gli impianti a rete se interrati sotto strada esistente ovvero in attraversamento trasversale utilizzando tecniche non invasive che interessino il percorso più breve possibile"*. La rete SNAM sarà completamente interrata e attraversa trasversalmente le due particelle ed il manufatto destinato ad ospitare quadri elettrici e sistemi di controllo sarà posizionato nella parte alta delle due particelle, non gravata dal vincolo.

Inoltre l'art.63 al comma 3 lett. b2) considera ammissibili interventi per la *"realizzazione di impianti tecnici di modesta entità quali cabine elettriche, cabine di decompressione per gas e impianti di sollevamento, punti di riserva d'acqua per spegnimento incendi, e simili"*, per cui l'intervento SNAM rientra in questa tipologia di impianti di modesta entità.

La **Tav.5** riportata i vincoli PAI e PPTR presenti nell'area di intervento, su ortofoto del SIT Puglia.

5. Classificazione sismica

Dal punto di vista sismico il basso Salento può essere considerato un'area complessivamente stabile e praticamente asismica. Negli ultimi 100.000 anni tale zona è stata, infatti, interessata essenzialmente da sollevamenti di origine isostatica avvenuti su scala regionale, essendosi esaurita l'ultima fase tettonica di rilievo presumibilmente nel Pleistocene inf. (Siciliano).

La quasi totalità delle scosse sismiche avvertite in tale ambito territoriale, sia in tempi recenti che in epoche storiche, sono in realtà riconducibili a terremoti di elevata magnitudo generati in prossimità delle prospicienti coste balcaniche. Forti eventi sismici con epicentro sul Gargano, nell'Appennino meridionale, nel Mare Jonio e nell'Arco Egeo, hanno infatti frequentemente fatto risentire i loro effetti, con intensità variabile, nella Penisola Salentina. Dal punto di vista della sismicità storica l'evento che ebbe conseguenze nefaste fu il terremoto che si verificò il 20 febbraio 1743 che causò circa 200 morti, per la maggior parte a Nardò, ma con danni e vittime distribuite in diversi centri salentini tra cui Francavilla Fontana, Manduria, Taranto, Brindisi e Galatina (Del Gaudio V., 2007). Tale evento è associato ad un terremoto che colpì le isole ioniche greche e che si risentì in un'area estremamente ampia (da Trento a Messina sino a Malta ed anche al Peloponneso). E' stato ipotizzato che la sorgente sismogenetica di questo evento sia da collocarsi nel tratto sud del canale d'Otranto (*Fig. 1*), tuttavia la distribuzione delle intensità risentite nel territorio salentino appare poco congruente con questa ipotesi, dato che non si osserva una generale correlazione tra i valori di intensità e il decrescere della distanza dall'epicentro ipotizzato (*Fig. 1*).

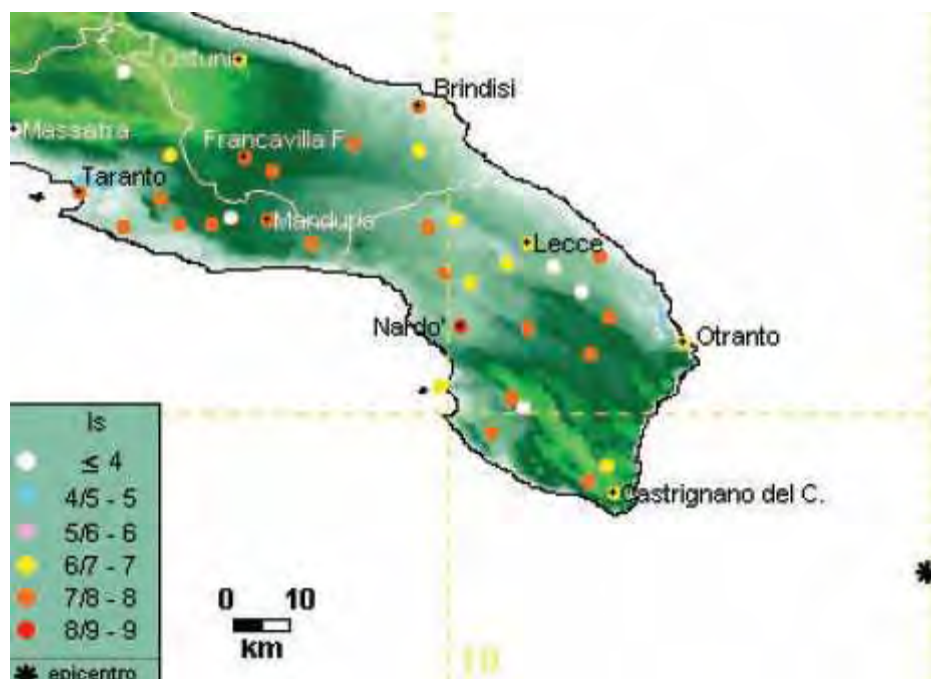


Fig. 1 – Mappa delle intensità M.C.S. (Mercalli - Cancani - Sieberg) risentite in Salento in occasione del terremoto del 1743 (da Del Gaudio V., 2007).

La Fig. 2 riporta le intensità sismiche massime registrate in Puglia in epoca storica. Ovviamente in un'analisi dei pericoli sismici di un territorio può essere fuorviante basarsi solo sui massimi storici di scuotimento senza prendere in considerazione la ricorrenza temporale degli eventi: è possibile, infatti, che la probabilità di un danno sismico in una certa area e durante un certo arco di tempo sia associato a sorgenti sismiche che generano frequenti eventi di magnitudo moderata, piuttosto che a sorgenti che hanno prodotto un singolo evento noto di elevata magnitudo, rimanendo poi quiescenti per tempi millenari (Del Gaudio V., 2006).

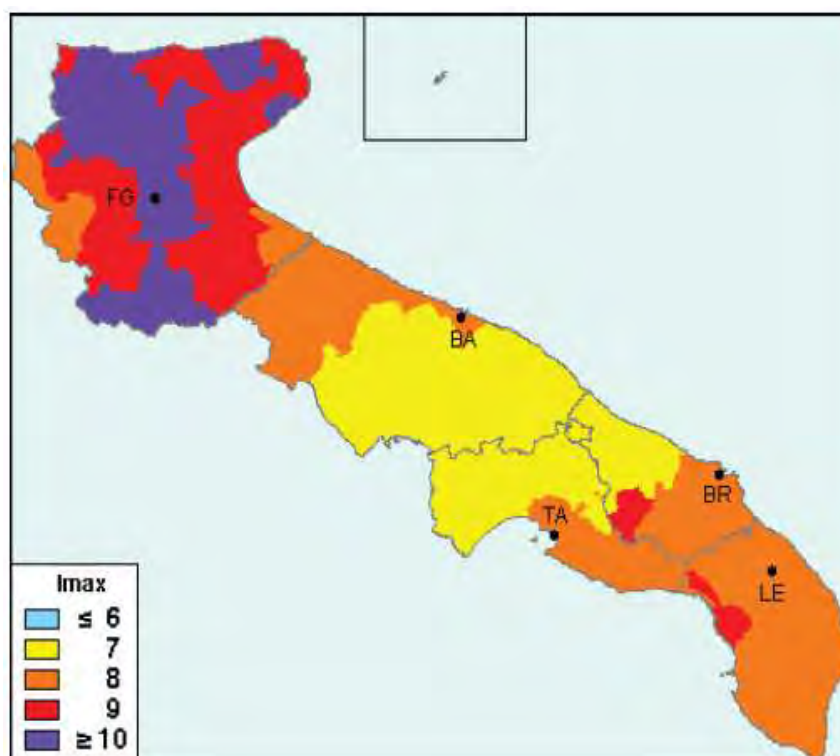


Fig. 2 – Carta delle massime intensità osservate in Puglia in epoca storica (da GNDT – ING - SSN, 1996).

Per ridurre gli effetti del terremoto l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio in base all'intensità e alla frequenza dei terremoti del passato, nonché all'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità (erano classificati come sismici complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102). Nel 2003 sono stati emanati i criteri di una nuova classificazione sismica del territorio nazionale basata sulla normativa raccomandata dalla Comunità Europea (Eurocodice 8): d'ora in poi occorre garantire un definito livello di protezione rispetto a scuotimenti sismici che hanno un'elevata probabilità (90%) di non essere superati nell'arco di 50 anni. Considerando che l'azzeramento del rischio non è praticamente realizzabile, tale criterio comunitario assicura di contenere in un limite assai basso (10%) il rischio che eventi sismici possano produrre sollecitazioni superiori a quelle che le opere ingegneristiche possono sopportare. E' stata quindi redatta la *Carta di pericolosità sismica* dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004

(Gruppo di Lavoro, 2004), che l'OPCM n. 3519 dell'11 maggio 2006 ha adottato come elaborato di riferimento per la zonazione sismica del territorio, riporta i valori di accelerazione massima del suolo (PGA – “Peak Ground Acceleration”) misurata in frazioni di g (accelerazione di gravità) che hanno appunto una probabilità del 90% di non essere superati in 50 anni (conformemente alle norme contenute nell'Eurocodice 8). La Fig. 3 riporta uno stralcio della Carta della pericolosità sismica riferito al territorio salentino: l'area interessata dall'intervento di progetto risulta classificata come zona a bassa pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (riferita a suoli rigidi di Cat. A così come definiti al p.to 3.2.1 del D.M. 14/09/2005) di $0,05 \div 0,075$ g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

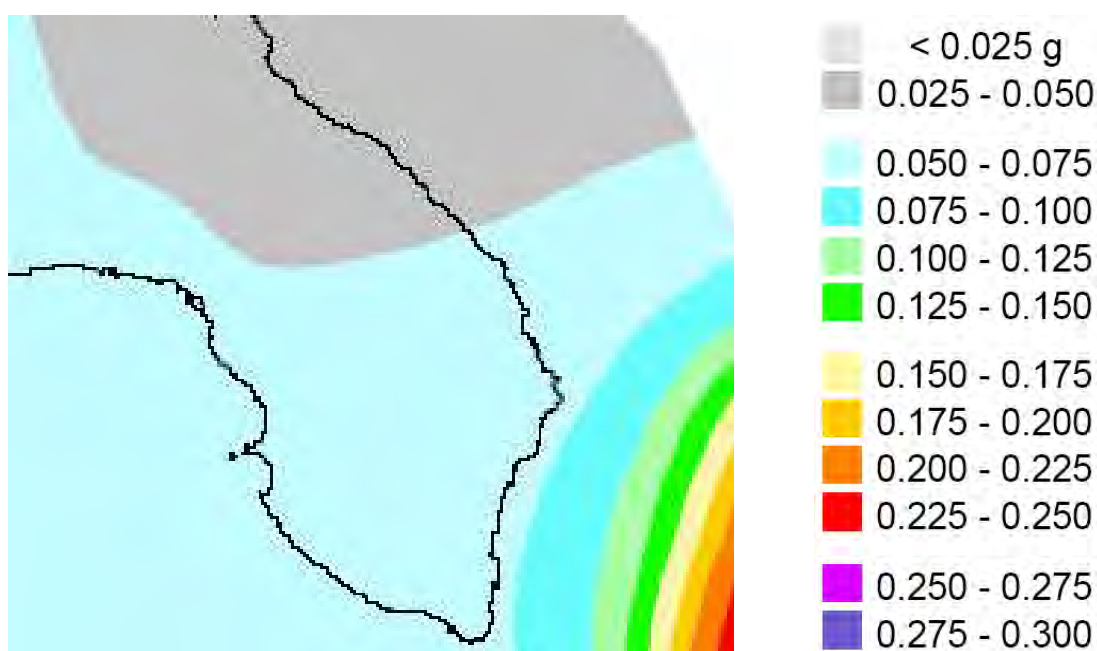


Fig. 3 – Stralcio dalla Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale allegata all'O.P.C.M. n. 3519/2006.

A seguito dell'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 il territorio nazionale è stato suddiviso in n° 4 zone sismiche, ciascuna caratterizzata da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su suolo di categoria A), Fig. 4. I valori convenzionali di a_g (espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g) attribuiti a ciascuna zona sismica, sono riferiti (conformemente all'Eurocodice 8) ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (corrispondenti ad un periodo di ritorno di 475 anni) ed assumono i valori riportati in Tabella 2.1.

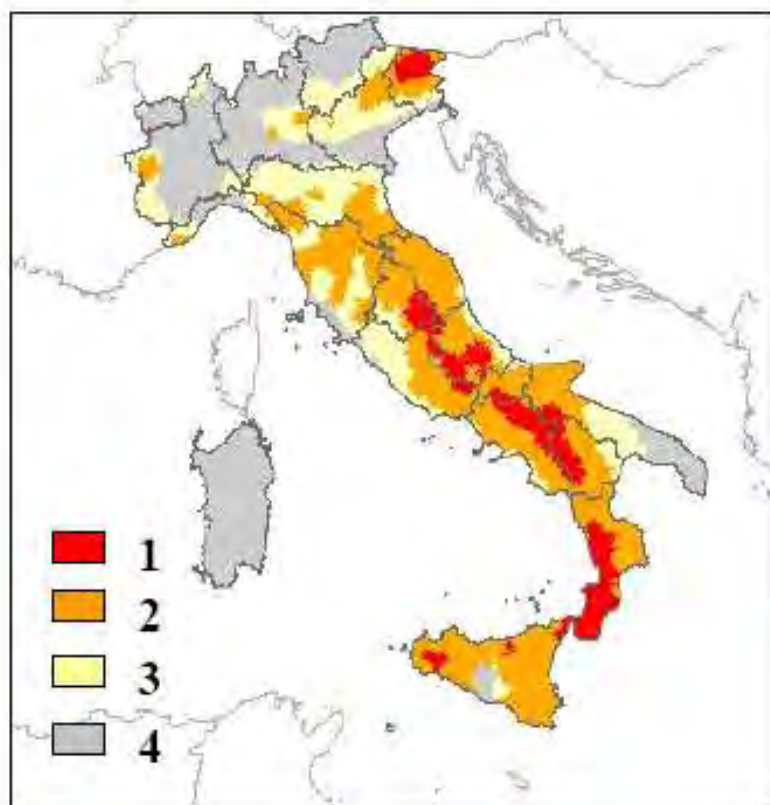


Fig. 4 – Stralcio dalla Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale allegata all'O.P.C.M. n. 3519/2006.

Tabella 2.1 - Zone sismiche, valori di a_g e pericolosità

Zona	Valore di a_g	Grado di pericolosità
1	0,35g	E' la zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti.
2	0,25g	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
3	0,15g	I comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
4	0,05g	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale la Regione Puglia ha emanato la *Deliberazione di Giunta Regionale 2 marzo 2004, n. 153* con la quale ha provveduto alla prima, benché temporanea, riclassificazione sismica del territorio regionale. L'Allegato 1 di tale deliberazione classifica tutti i comuni pugliesi nelle 4 zone sismiche.

Il territorio comunale di Galatina rientra in *zona sismica 4* ovvero la meno pericolosa, con basse possibilità di danni sismici.

6. Categoria del sottosuolo per la definizione dell'azione sismica di progetto

L'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 indica che *“Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale”* (par. 3.2). La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

In tal senso, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel par. 7.11.3 delle NTC. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella sottostante Tab. 3.2.II (tratta dalle NTC 2018), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (1):

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

con:

h_i : spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$: velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N : numero di strati;

H : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

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

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III, tratta dalle NTC 2018):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

7. Indagini geognostiche

Il rilevamento geologico di superficie è stato integrato con opportune indagini eseguite in sito. Scopo principale dell'indagine geognostica è stato quello di verificare la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche dei depositi ospitanti le opere di fondazione del nuovo impianto oggetto di variante.

In particolare sono stati eseguiti:

- n.2 sondaggi sismici a rifrazione;
- n.3 sondaggi sismici con tecnica MASW;

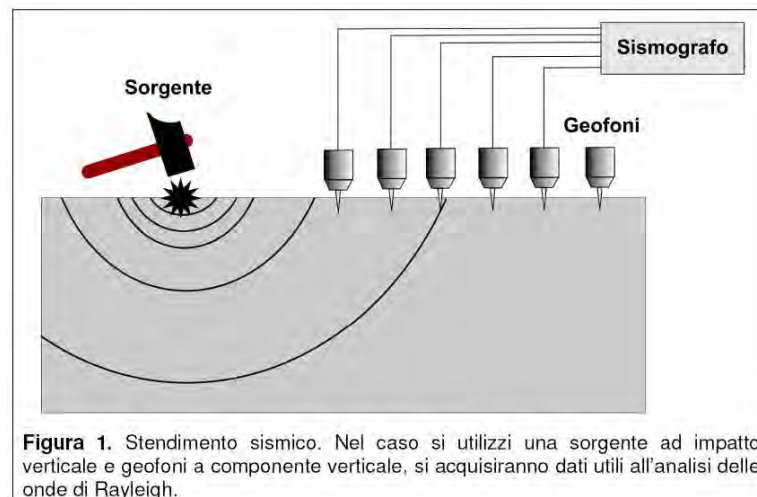
L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella **Tav.6**.

La successione litostratigrafica di dettaglio è quella ricostruita nel modello di sottosuolo dei sondaggi sismici, schematizzata poi nella **Tav.7** - Sezione idrogeologica (cfr. allegati).

Le prospezioni sismiche n.1 e 2 sono state disposte parallelamente tra loro in modo da confrontare i risultati e ricercare eventuali anomalie sismiche tra i due stendimenti, mentre la n.3 è ubicata in corrispondenza del digestore.

E' stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24-U a 24 canali, generando le onde sismiche con una mazza da 8 kg (o con un fucile energizzatore Isotta "ESI" caricato con cartucce tecniche cal.8. Allo sparo il proiettile, 85g di piombo a palla unica, ha una velocità di uscita di circa 500m/s e sviluppa un'energia pari a circa 1100 Kgm).

Nella Fig.1 è schematizzata la procedura di svolgimento di uno stendimento sismico.



7.1 Sondaggi sismici a rifrazione n.1 e n.2

La sismica a rifrazione utilizza i fronti d'onda generati da superfici di discontinuità e rilevati da sensori (geofoni), opportunamente disposti lungo un allineamento prestabilito (linea di stendimento). Lo stendimento ha avuto cinque scoppi rilevati con geofoni verticali di frequenza propria pari 14 Hz, posizionati in superficie con equidistanze di 3.0

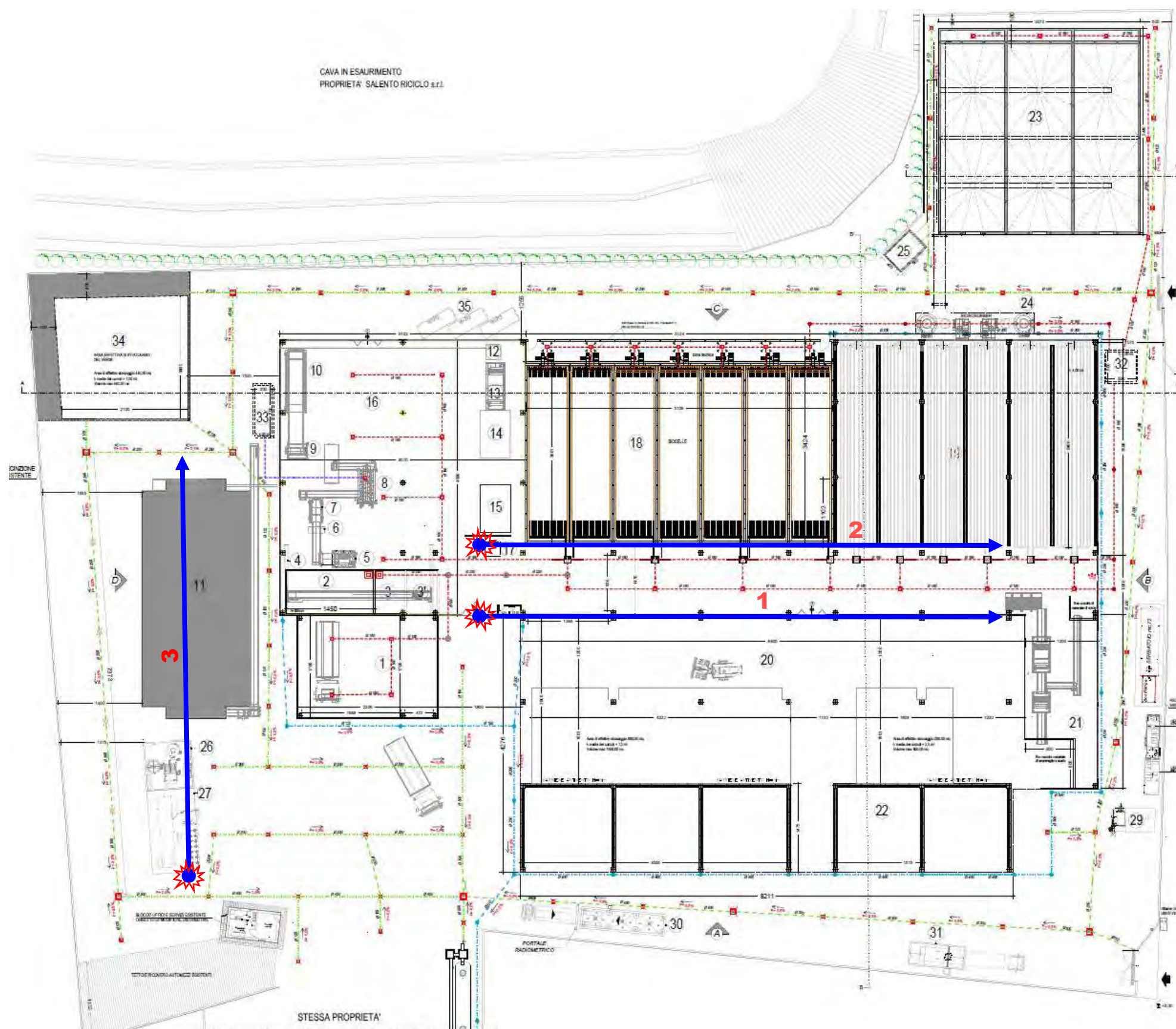
TAV.6 - UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI

Planimetria generale di progetto

Progetto: Variante al progetto autorizzato finalizzata all'incremento della potenzialità, con nuova linea anaerobica, sezione di trattamento del biogas e punto di connessione alla rete SNAM.

Ubicazione: C.da "Le Bruciate" - S.P. Galatina - Galatone - Comune di Galatina (Lecce)

Committente: Salento Green S.r.l.



LEGENDA:



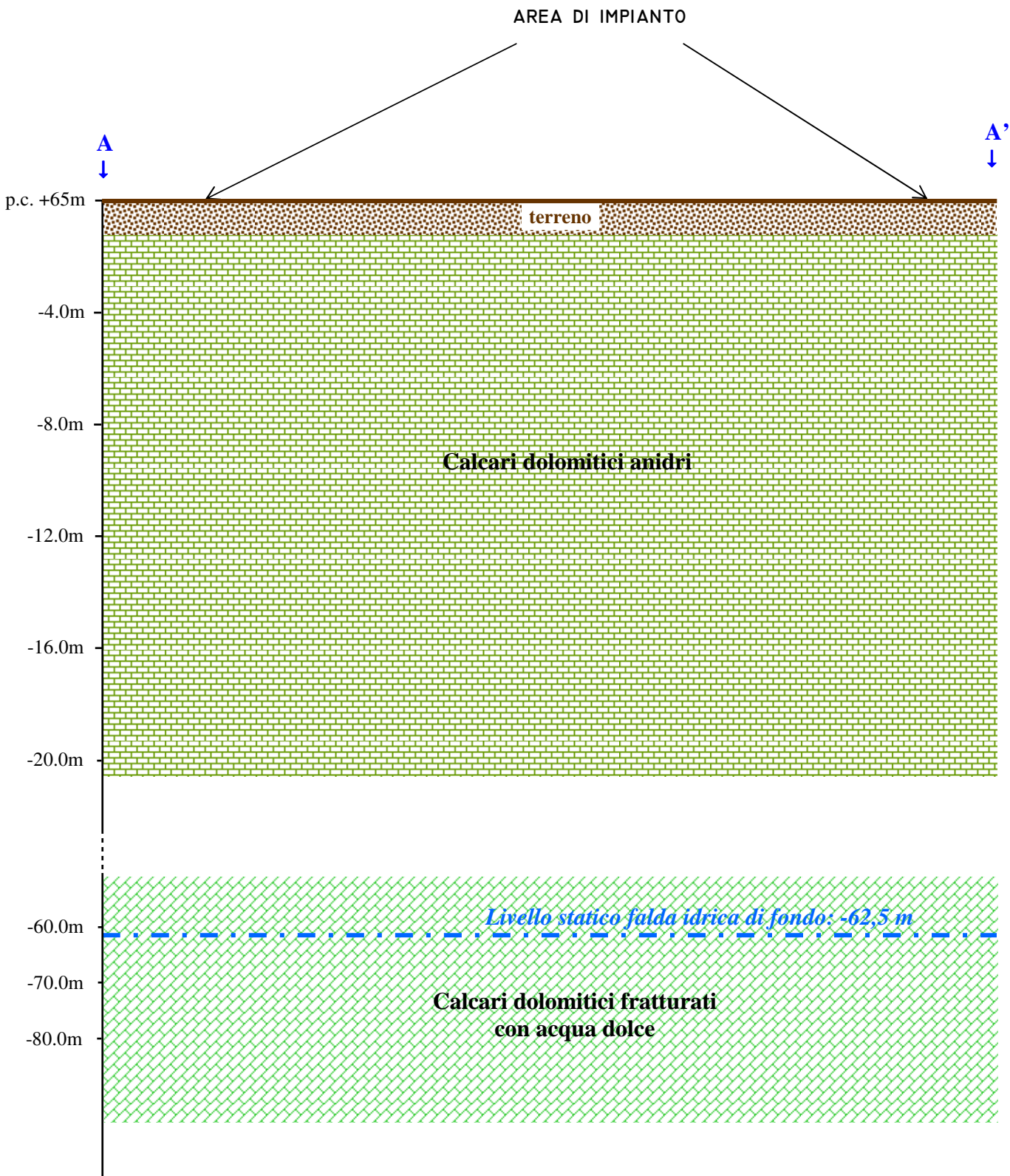
Profilo sismico a rifrazione, linea e direzione di stendimento dei geofoni, punto di scoppio e n° d'ordine (simica a rifrazione e MASW per il calcolo di VsE in sito)

TAV.7 - SEZIONE IDROGEOLOGICA E SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI

Progetto: Variante al progetto autorizzato finalizzata all’incremento della potenzialità, con nuova linea anaerobica, sezione di trattamento del biogas e punto di connessione alla rete SNAM.

Ubicazione: Loc. “Le Bruciate” - S.P. Galatone-Galatina - Comune di Galatina

Committente: Salento Green s.r.l.



metri, in funzione della lunghezza di stendimento e di conseguenza della profondità di investigazione.

Sia le fasi sperimentali di acquisizione del segnale sismico, sia quelle di elaborazione, sono state effettuate mediante l'ausilio di computer e di uno specifico programma di calcolo (Intersism – Geo&Soft).

Per il profilo sismico n.1, si ha:

- Il primo sismostrato avente velocità delle onde sismiche pari a 469 m/s, corrispondente allo strato più superficiale di spessore modesto, mediamente pari a circa 1.0m, costituito dalla coltre di terreno di riporto e dal “cappellaccio” di alterazione del litotipo sottostante tale copertura;
- Il secondo con velocità delle onde sismiche pari a 1039 m/s, corrispondente a calcari fratturati, con possibile presenza di terra rossa nelle discontinuità, avente spessore pari a circa 15 metri;
- Il terzo sismostrato con velocità sismica pari a 2675 m/s, corrispondente a calcari poco fratturati, avente spessore notevole, ed il cui tetto si registra a circa 17÷19 m di profondità dal p.c.

Per il profilo sismico n.2, si ha:

- Il primo sismostrato avente velocità delle onde sismiche pari a 357 m/s, corrispondente allo strato più superficiale di spessore modesto, mediamente pari a circa 1.0m, costituito dalla coltre di terreno di riporto e dal “cappellaccio” di alterazione del litotipo calcareo;
- Il secondo con velocità delle onde sismiche pari a 1012 m/s, corrispondente a calcari fratturati, con possibile presenza di terra rossa nelle discontinuità, avente spessore pari a circa 18 metri;
- Il terzo sismostrato con velocità sismica pari a 2427 m/s, corrispondente a calcari poco fratturati, avente spessore notevole, ed il cui tetto si registra a circa 19÷20 m di profondità dal p.c.

7.2 Sondaggi sismici MASW n.1-2-3

Le prospezioni hanno avuto lunghezza di stendimento pari a 69m (distanza offset 6m), mentre la loro disposizione è indicata nella Tav.6.

Sia le fasi sperimentali di acquisizione del segnale sismico, sia quelle di elaborazione, sono state effettuate mediante l'ausilio di computer e di uno specifico programma di calcolo (winMASW - Elisosoft).

La sismica a rifrazione utilizza i fronti d'onda generati da superfici di discontinuità e rilevati da sensori (geofoni), opportunamente disposti lungo un allineamento prestabilito (linea di stendimento). Lo stendimento ha avuto un unico scoppio esterno (offset 6m), rilevato con geofoni verticali di frequenza propria pari 4,5 Hz, posizionati in superficie con equidistanze di 3.0 m, in funzione della lunghezza di stendimento e di conseguenza della profondità di investigazione.

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una acquisizione MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), con analisi della

dispersione delle onde di Rayleigh (sismica attiva), utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17.1.2018. Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

La classificazione dei terreni è stata quindi svolta sulla base delle condizioni stratigrafiche e del valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s) definita dalla relazione:

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

in cui:

$V_{s,i}$ e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato (30m).

I dati sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro:

Profilo MASW 1	$V_{s30} = 1172 \text{ m/s}$ $V_{s,eq} = 485 \text{ m/s}$
Profilo MASW 2	$V_{s30} = 1190 \text{ m/s}$ $V_{s,eq} = 466 \text{ m/s}$
Profilo MASW 3	$V_{s30} = 1139 \text{ m/s}$ $V_{s,eq} = 448 \text{ m/s}$

(considerando come riferimento il piano campagna)

Per il profilo sismico MASW n.1, si ha:

- Il primo sismostrato avente velocità delle onde di taglio pari a 485 m/s, corrispondente allo strato più superficiale di spessore pari a circa 1.5m, costituito dalla coltre di terreno di riporto e dal "cappellaccio" di alterazione dei calcari;

- Il secondo con velocità sismica delle onde di taglio pari a 1041 m/s, corrispondente a calcari fratturati, con possibile presenza di terra rossa nelle fessurazioni, avente spessore pari a 19.4 metri;
- Il terzo sismostrato con velocità delle onde di taglio pari a 2327 m/s, corrispondente a calcari poco fratturati, di spessore notevole.

Per il profilo sismico MASW n.2, si ha:

- Il primo sismostrato avente velocità delle onde di taglio pari a 466 m/s, corrispondente allo strato più superficiale di spessore pari a circa 1.3m, costituito dalla coltre di materiale di riporto e dal “cappellaccio” di alterazione dei calcari;
- Il secondo con velocità sismica delle onde di taglio pari a 1058 m/s, corrispondente a calcari fratturati, con possibile presenza di terra rossa nelle fessurazioni, avente spessore pari a 20.1 metri;
- Il terzo sismostrato con velocità delle onde di taglio pari a 2561 m/s, corrispondente a calcari poco fratturati, di spessore notevole.

Per il profilo sismico MASW n.3, si ha:

- Il primo sismostrato avente velocità delle onde di taglio pari a 448 m/s, corrispondente allo strato più superficiale di spessore pari a circa 1.4m, costituito dalla coltre di terreno di riporto e/o dal “cappellaccio” di alterazione dei calcari;
- Il secondo con velocità sismica delle onde di taglio pari a 1044 m/s, corrispondente a calcari fratturati, con possibile presenza di terra rossa nelle fessurazioni, avente spessore pari a 21.4 metri;
- Il terzo sismostrato con velocità delle onde di taglio pari a 2709 m/s, corrispondente a calcari poco fratturati, di spessore notevole.

Conoscendo la velocità delle onde sismiche del materiale è stato possibile ricostruire la litologia dell'immediato sottosuolo, schematizzata nella *colonna stratigrafica (Subsurface model)*, e valutare i *parametri geotecnici* dei terreni investigati (*peso di volume, modulo di Young, modulo di Poisson, modulo di taglio, modulo di compressione, ecc.*), mediante correlazioni tratte dalla bibliografia ed ampiamente riconosciute.

8. Azione sismica di progetto e pericolosità sismica di base

Per quanto concerne il rischio sismico il Salento può considerarsi come area stabile ed in pratica asismica. La zona di progetto non è inoltre interessata da fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

La totalità dei comuni salentini non risultavano infatti classificati dalla vecchia normativa in materia sismica, del 1984.

La successiva Ordinanza PCM n.3274 del 20/3/2003 introduce la 4^a categoria per le zone a bassa sismicità, cioè quelle precedentemente NC. La nuova zonizzazione non comporta alcun movimento per i comuni del Salento, per cui Galatina da non classificato diventa di 4^a categoria.

La suddetta Ordinanza aggiorna la normativa sismica, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo.

L'Ordinanza propone inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

La velocità di propagazione delle onde di taglio V_S diventa l'elemento diagnostico utile alla comprensione del comportamento fisico-meccanico in campo dinamico.

La finalità di riduzione del rischio sismico esercitata dallo Stato, non si esplica più, quindi, con il comportamento prescrittivo della normativa, ma attraverso una procedura prestazionale, riconosciuta a livello internazionale.

Occorre puntualizzare che non sempre i passaggi a mezzi sismici differenti corrispondono a strutture litologiche parimenti differenziate, in quanto evidenziano semplicemente stati di compattezza o di imbibizione diversi.

Per ricavare il profilo verticale della V_S (velocità delle onde di taglio) è stato utilizzato il software winMASW della EliaSoft, che attraverso la modellazione o inversione delle curve di dispersione ed attenuazione delle onde di superficie (Rayleigh), determinate tramite la tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), consente di determinare i parametri V_{S30} e $V_{S,eq}$, misurati in sito con le prospezioni sismiche eseguite.

I risultati dell'indagine e dell'interpretazione sismica sono allegati di seguito (**risultati winMASW**).

Nel nostro caso le prospezioni hanno individuato tre "mezzi" sismici ed hanno consentito di ricavare il profilo sismico dei litotipi presenti sino a circa 30 metri di profondità a partire dal piano di campagna (v. colonne sismostratigrafiche "Subsurface model" allegate):

- Il primo sismostrato ha velocità delle onde di taglio pari a $448 \div 485$ m/s, corrispondente allo strato più superficiale di spessore pari a circa $1.3 \div 1.5$ metri e costituito dalla coltre di copertura (materiale di riporto e terra) e dal "cappellaccio" di alterazione dei calcari;

- Il secondo sismostrato ha velocità sismica delle onde di taglio pari a $1041 \div 1058$ m/s e corrisponde a calcari e calcari dolomitici fratturati;
- Il terzo sismostrato ha velocità sismica delle onde di taglio pari a $2327 \div 2709$ m/s e corrisponde a calcari e calcari dolomitici compatti.

La suddetta successione sismostratigrafica fornisce la V_s , necessaria per definire la classe sismica di appartenenza del suolo di fondazione (considerando come riferimento il piano campagna). Nel nostro caso il valore di V_{sE} , è:

$$V_{sE} = 448 \div 485 \text{ m/s}$$

Per il suolo di fondazione è stata attribuita la **Categoria B** con valori di **velocità equivalente** compresi tra **360 m/s** < V_{seq} < **800 m/s**, alla quale è stata associata una litologia costituita da rocce tenere caratterizzate da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

Con l'Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.4.2006, all.1b, "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", il territorio nazionale è sismicamente classificato in 4 zone mediante il rapporto a_g definito "accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A", espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g e riferita ad eventi sismici con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

L'azione sismica può essere descritta mediante accelerogrammi o spettri di risposta ed è definita per le due classi di strutture (Classe 1 e Classe 2) per due diversi stati limite:

- 1) **Stato Limite Ultimo**: per tale condizione le strutture degli edifici, pur subendo danni di rilevante entità negli elementi strutturali, devono mantenere una resistenza residua e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e dei carichi verticali;
- 2) **Stato Limite di Danno**: per tale condizione le costruzioni nel loro complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali, ivi comprese le apparecchiature rilevanti alla funzione dell'edificio, non devono subire danni ed interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici con periodo di ritorno minore di quelli relativi allo SLU e quindi una significativa probabilità di verificarsi più volte nel corso della durata utile dell'opera.

Un modello di riferimento per la descrizione del moto sismico sul piano di fondazione è costituito dallo spettro di risposta elastico composto da due componenti orizzontali (che possono essere assunte uguali) ed una verticale.

Per le strutture in Classe 1 (vita utile di progetto 50 anni), gli spettri elastici si ancoreranno a valori di a_g riferiti alla probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Tali valori per i diversi comuni saranno perimetrati dalle regioni. In mancanza di questi valori si assumono: 0,35g (I), 0,25g(II), 0,15g(III), 0,05g(IV).

Per le strutture in Classe 2 (vita utile di progetto 100 anni), gli spettri elastici si ancoreranno a valori di a_g riferiti alla probabilità di superamento pari al 5% in 50 anni. Tali valori per i diversi comuni saranno perimetrati dalle regioni. In mancanza di questi valori si assumono: 0,49g (I), 0,35g(II), 0,21g(III), 0,07g(IV).

Gli spettri indicati dalla normativa verranno applicati a strutture con periodo fondamentale inferiore a 4,0 s.

Il 17.1.2018 sono state pubblicate sulla G.U. le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'INGV attribuisce al Comune di Galatina valori di $a(g)$ compresi tra 0.050 e 0.075 variabile a seconda delle diverse frequenze annuali di superamento e del percentile.

Dalle risultanze delle prospezioni sismiche, si esclude che possano verificarsi, per i terreni investigati, fenomeni di liquefazione in fase di sollecitazione sismica.

La valutazione dell'azione sismica indotta da un terremoto su strutture esistenti o di progetto, per il controllo del grado di danneggiamento che potrebbe verificarsi, è utile per definire il livello di "pericolosità sismica di base", riferita ad un suolo rigido con superficie topografica orizzontale e derivante da studi condotti a scala nazionale con procedure e metodologie validate.

La pericolosità sismica va descritta in modo tale da renderla compatibile con le norme tecniche per le costruzioni ed occorre dotarla di un sufficiente livello di dettaglio sia in termini geografici sia temporali, fornendo i valori di accelerazione orizzontale massima a_g e i parametri che consentono di fornire gli spettri di risposta per diverse probabilità di superamento in 50 anni.

Quest'ultima informazione consente di adottare, sia nella progettazione sia nella verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della struttura e all'uso cui essa è destinata, permettendo in tal modo, soluzioni più agevoli del problema progettuale con significative economie.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica sul reticolo e nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) in cui, i valori di a_g riportati sono quelli calcolati dal Gruppo di Lavoro MPS (2004) che ha redatto la carta di Pericolosità Sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 gennaio 2003.

Le azioni sismiche di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali le quali vengono definite in funzione di tre parametri:

a_g – accelerazione orizzontale massima del terreno

F_o – valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale

T^*c – periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

a_g - il valore previsto dalla pericolosità sismica,

F_o e T^*c – i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla *pericolosità sismica*.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine, per individuare le corrispondenti azioni sismiche, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati.

La verifica deve essere possibile per tutte le vie di riferimento e per tutti gli stati limite considerati dalle NTC, utilizzando come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni.

Stabilita la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = V_R / [\ln (1 - P_{VR})]$$

Al fine di trattare i problemi tecnico-amministrativi tipici della gestione del territorio, ogni Regione ha definito l'appartenenza di ciascun Comune o parte di esso, ad una determinata zona sismica, sulla base del valore massimo di un parametro di pericolosità sismica opportunamente valutato all'interno dell'area considerata.

In particolare è stato utilizzato il valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo ag_{475} , ossia quella relativa al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni ed una probabilità di superamento del 10%.

In tal modo, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche così definite, con una tolleranza di 0,025 g che permette di rendere più continua la classificazione sul territorio:

zona 1: ricadono in questa zona i comuni per i quali $ag_{475} \geq 0,25g$.

zona 2: ricadono in questa zona i comuni per i quali $0,25 > ag_{475} \geq 0,15g$.

zona 3: ricadono in questa zona i comuni per i quali $0,15 > ag_{475} \geq 0,05g$

zona 4: ricadono in questa zona i comuni per i quali $ag_{475} < 0,05g$.

Tramite l'individuazione sulla mappa del territorio nazionale, delle coordinate geografiche e del luogo della costruzione è possibile determinare l'azione sismica di base. Come già ribadito, l'azione sismica dipende dalla vita nominale della costruzione, dalla classe di utilizzo e dagli stati limite che concorrono a determinare il tempo di ritorno del sisma e a produrre: ag/g , F_0 e T^*c .

- Periodo di riferimento sismico

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U				
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- Probabilità di superamento

La probabilità di superamento P_{VR} dello stato limite di progetto, nel periodo di riferimento V_R , viene definito dalla Tab. 3.2.I

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

- Periodo di ritorno del sisma

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R si ricava il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la relazione logaritmica naturale:

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{VR}) = - C_U V_N / \ln (1 - P_{VR})$$

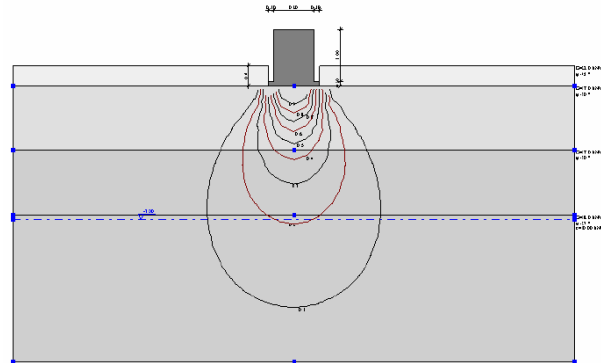
Sito in esame

Il sito è stato individuato tramite coordinate geografiche WGS84 33N considerando un punto all'interno della sagoma dell'impianto da realizzare.

- Longitudine Est: 765.783
- Latitudine Nord: 4.450.393

Inserendo in apposito programma (spettri NTC) i dati ottenuti dall'indagine sismica dell'area di intervento (**categoria di sottosuolo "B", Categoria topografica T1**), il Calcolatore potrà valutare gli effetti che la risposta sismica locale potrebbe avere sulla struttura di progetto.

- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE):* capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;



I principali Stati Limite di Esercizio sono:

- daneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- corrosione e/o degrado dei materiali in funzione del tempo e dell'ambiente di esposizione che possano compromettere la durabilità.

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite di Esercizio comprendono gli Stati Limite di Operatività (SLO) e gli Stati Limite di Danno (SLD).

Secondo la tradizionale *analisi deterministica* (metodo delle tensioni ammissibili, D.M. 11 marzo 1988) si determinano le tensioni sopportabili dalla struttura che devono essere inferiori ad una tensione ammissibile (q_{amm}) ricavata dalla tensione di rottura (q_{ult}) ridotta mediante un opportuno coefficiente di sicurezza (F_s) che include implicitamente tutte le fonti di variabilità e incertezza inerenti all'analisi geotecnica. Tale metodo non tiene conto delle incertezze sui parametri di ingresso (aleatorietà) e sulla scelta del modello adottato (epistemicità).

Secondo la moderna *analisi probabilistica* le variabili di progetto sono adottate con la loro variabilità: non esiste più un valore unico, ma un insieme di valori per ogni variabile (funzioni di distribuzione). L'analisi probabilistica non include l'utilizzo di fattori di sicurezza in quanto l'output è una probabilità.

L'*analisi semiprobabilistica* è quella cui fanno esplicito riferimento le NTC ed è una semplificazione della precedente: vengono definiti una serie di *coefficienti parziali* di sicurezza (calibrati in base ad analisi semiprobabilistiche) che si applicano sia alle *azioni di progetto* (carichi) che alla *resistenza del terreno* (valori caratteristici dei parametri geotecnici).

Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando il *valore di progetto della resistenza* R_d , intesa in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura, con il corrispondente *valore di progetto delle azioni* E_d . La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione:

$$R_d \geq E_d$$

ovvero la resistenza di progetto (R_d) deve essere superiore o uguale alle azioni di progetto (E_d).

Il valore caratteristico della resistenza è definito come il frattile 5% della distribuzione statistica della grandezza; il valore caratteristico di progetto di ciascuna delle azioni è inteso come frattile 95% della distribuzione statistica.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- lo stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

Utilizzando i vari dati riportati in relazione, il Calcolatore dovrà effettuare le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE).

Nel considerare i diversi coefficienti di sicurezza parziali (v. tabelle seguenti), si farà riferimento a diverse loro combinazioni. Si distingueranno diversi gruppi di coefficienti parziali:

- per le azioni: (A1 e A2);
- per i parametri geotecnici: (M1 e M2);
- per le resistenze: (R1, R2 e R3).

Le verifiche devono essere effettuate scegliendo i diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali seguendo uno dei due differenti approcci:

➤ *Approccio 1*: si eseguono n. 2 combinazioni

- combinazione 1: (A1 + M1 + R1)
- combinazione 2: (A2 + M2 + R2)

➤ *Approccio 2*: si esegue un'unica combinazione: (A1 + M1 + R3)

La *Tabella 2.6.I* fornisce i valori dei coefficienti parziali per le *azioni* da adottare nelle verifiche agli SLU (coeff. A1 e A2).

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

La *Tabella 6.2.II* fornisce i valori dei coefficienti parziali per i *parametri geotecnici* (coeff. M1 e M2).

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_v	γ_γ	1,0	1,0

Le Tabelle 6.4.I e 6.4.II forniscono i valori dei coefficienti parziali per le resistenze nel caso, rispettivamente, di fondazioni superficiali e di fondazioni profonde (coeff. R3). I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

MODELLO STRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO

Modello Geotecnico di Riferimento - MGR

(primi 30 metri)

L'elaborazione dei dati ottenuti dall'indagine geognostica, ha consentito di definire l'assetto geotecnico dei depositi ospitanti l'impianto di progetto.

1) Terreno di riporto e calcari alterati

(da 0.0 m a circa -1.0÷1.5 m dal p.c.)

Riguarda il livello più superficiale, presente a partire dal piano di campagna esistente, avente spessore variabile da circa 1.0m a 1.5m, costituito dalla coltre di copertura e dal "cappellaccio" del tetto dei calcari (materiale inerte di riporto, terreno vegetale e calcari alterati).

Questi depositi, come noto scadenti dal punto di vista geotecnico, non sono idonei a svolgere funzione portante e pertanto devono essere sbancati mediante scavo.

2) Calcari dolomitici

(da circa -1.0÷1.5 m dal p.c. ad oltre -30 m)

Al di sotto della suddetta coltre di copertura, si incontra il substrato litoide costituito da calcari e calcari dolomitici, fratturati ma tenaci, avente spessore assai notevole. Poiché il tetto dei calcari si presenta alterato e fratturato, talvolta con fratture imbutiformi colme di terra rossa ("cappellaccio"), si consiglia di attestare il piano di sedime a circa 1.0÷1.5 metri di profondità dall'attuale piano di campagna, in modo da raggiungere e ancorare le strutture di fondazione alla roccia sana. Le caratteristiche geomeccaniche (intese come ammasso roccioso), sono le seguenti:

Peso di volume	$\gamma_v = 2.3 \text{ g/cm}^3$
Coefficiente di Winkler z	$K_z = 15 \text{ Kg/cm}^3$
Coefficiente di Winkler x	$K_x = 5.0 \text{ Kg/cm}^3$
Coefficiente di Winkler y	$K_y = 5.0 \text{ Kg/cm}^3$
Carico unitario per compressione monoassiale	$q = 300 \text{ Kg/cm}^2$
Capacità portante	$q_{amm} = 3.4 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito	$\phi = 35^\circ$
Coesione	$c = 3.0 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Young	$E = 16000 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0.35$
Piano di sedime	$D = -1.0 \div 1.5 \text{ m dal p.c.}$
Categoria suolo	B

Il carico limite di esercizio (o carico ammissibile), applicato ai terreni di sedime calcarenitici, sulla base delle precedenti indagini sulle stesse aree di progetto, risulta mediamente pari a circa:

$$Q = 3.4 \text{ Kg/cm}^2$$

Con l'entrata in vigore del D.M. 17.01.2018 ogni riferimento residuo al metodo di verifica alle tensioni ammissibili (TA) è stato eliminato, lasciando come opzione possibile solo quello agli Stati Limite (SL). Il Calcolatore nella verifica agli SLU ed agli SLE, utilizzerà gli spettri di risposta elastici che si ricaverà e i parametri sismici e geotecnici riportati nei precedenti capitoli. Solo a titolo "di riferimento" potrà considerare il carico ammissibile come sopra indicato ($Q_{\text{amm}} = 3.4 \text{ Kg/cm}^2$).

10. Conclusioni

Alla luce dello studio geologico, sismico e geotecnico condotto nelle aree che ospiteranno l'impianto in ampliamento a quello già autorizzato, è possibile formulare le considerazioni conclusive di seguito riportate.

- L'area di progetto è situata circa 3.0 km più a sud-ovest di Galatina, lungo la S.P. 47 per Galatone; la morfologia della zona è sub-pianeggiante (Tavv.1 e 2).
- Nel sottosuolo del sito d'intervento, al di sotto della modesta coltre superficiale di copertura (materiale di riporto e terreno vegetale), affiorano calcari fratturati ma tenaci. Tale litotipo costituirà il piano di sedime delle opere di fondazione.
- Per quanto concerne la classificazione sismica ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, l'area in esame rientra in Zona Sismica 4.
- La morfologia e lo stesso andamento topografico, permettono di attribuire l'area di intervento alla categoria topografica T1 ($i \leq 15^\circ$).
- In riferimento all'AZIONE SISMICA, alla luce dell'indagine sismica MASW condotta in sito, risulta che il substrato ricade in Categoria di suolo "B", con valori di velocità equivalente compresi tra $360\text{m/s} < V_{Seq} < 800\text{ m/s}$.

Con riferimento alle opere fondali di progetto, considerando il tipo di opera da realizzare e la natura dei terreni presenti nel sottosuolo si ritiene ammissibile il ricorso a fondazioni isolate.

Con l'entrata in vigore del D.M. 17/01/2018 ogni riferimento residuo al metodo di verifica alle tensioni ammissibili (TA) è stato eliminato, lasciando come opzione possibile solo quello agli Stati Limite (SL); il Calcolatore, nella verifica agli SLU ed agli SLE, dovrà utilizzare gli spettri di risposta elastici e i relativi parametri nonché i parametri geotecnici relativi all'unità geotecnica 2) riportati nel paragrafo precedente. A titolo di carico ammissibile "di riferimento" potrà considerare un q_{amm} non superiore a 3.4 kg/cm^2 .

Si consiglia di attestare il piano di sedime al raggiungimento della roccia sana, in modo da asportare completamente la coltre di terreni sciolti o alterati.

Qualora durante i lavori di scavo dovessero incontrarsi cavità imbutiformi riempite di terra rossa, dovute a locali fenomeni di alterazione carsica della roccia calcarea, bisognerà asportare i depositi sciolti o alterati e ripristinare la quota di sedime con calcestruzzo misto ad inerte calcareo ciclopico.

Per quanto sopra esposto si esprime giudizio positivo circa l'intervento di progetto. Per ulteriori approfondimenti si consultino i precedenti capitoli. Questo Studio rimane a disposizione per qualsiasi chiarimento e per eventuali suggerimenti durante l'esecuzione dei lavori.

Aradeo, gennaio 2025



Dott. Geol. Donato STIFANI

Dr. Geol. Donato STIFANI

Via San Benedetto 8 – Aradeo (LE) – tel. 339.1297767

PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE **(Allegati grafici)**

Caratteristiche strumentali:

Sismografo PASI 24 Canali Mod. 16S24-U

Energizzatore Sismico Isotta “ESI” a cartucce industriali cal. 8

Mazza 8 ÷ 10 Kg

Software: InterSism – Geo&Soft

Caratteristiche profili sismici:

Dataset: marrarifraz#4-6-8-1013.dat (profilo n.1)

marrarifraz#5-7-9-11-14.dat (profilo n.2)

Lunghezza stendimenti: 69 m

Equidistanza geofoni: 3.0 m

Numero geofoni: 24

Tipo geofoni: 14 Hz

Località: “Le Bruciate” - Galatina

Committente: Salento Green s.r.l.

Allegati grafici (di ogni profilo):

- Analisi Sismica,
- Sezione Verticale e profondità rifrattori
- Dromocrone originali e traslate
- Sismogrammi degli spari e primi arrivi

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

Profilo sismico a rifrazione n.1

Salento Green srl - Loc. "Le Bruciate" - Galatina

dr. geol. Donato Stifani

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-37.5	0.00	marrarifraz#4.dat
-1.5	0.00	marrarifraz#6.dat
34.5	0.00	marrarifraz#8.dat
70.5	0.00	marrarifraz#10.dat
106.5	0.00	marrarifraz#13.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -37.5 [ms]	FBP da -1.5 [ms]	FBP da 34.5 [ms]	FBP da 70.5 [ms]	FBP da 106.5 [ms]
1	0.00	0.00	9.99	3.50	41.50	54.75	34.50
2	3.00	0.00	7.69	6.25	35.25	57.50	33.75
3	6.00	0.00	10.76	8.75	38.25	55.50	30.75
4	9.00	0.00	11.00	13.25	36.25	55.50	26.50
5	12.00	0.00	12.25	15.50	31.25	55.75	25.25
6	15.00	0.00	13.00	19.25	30.50	52.75	22.00
7	18.00	0.00	15.00	20.75	24.50	53.25	19.22
8	21.00	0.00	13.00	25.25	21.25	52.75	22.50
9	24.00	0.00	13.75	28.50	17.75	50.00	25.00
10	27.00	0.00	16.25	33.00	15.00	47.00	23.75
11	30.00	0.00	15.25	34.66	12.00	45.36	22.00
12	33.00	0.00	15.00	36.75	2.25	49.75	18.25
13	36.00	0.00	18.75	36.75	0.50	50.74	23.00
14	39.00	0.00	17.50	42.25	10.75	51.25	24.25
15	42.00	0.00	17.75	44.75	14.25	48.00	23.75
16	45.00	0.00	17.00	44.50	18.00	42.25	27.00
17	48.00	0.00	18.50	42.00	21.00	34.59	23.75
18	51.00	0.00	17.75	38.60	24.25	31.25	17.75
19	54.00	0.00	17.25	40.75	27.75	28.00	16.00
20	57.00	0.00	20.50	40.50	31.75	24.75	13.50
21	60.00	0.00	19.75	39.25	34.50	17.50	15.50
22	63.00	0.00	21.00	40.00	39.25	16.75	15.50
23	66.00	0.00	19.25	43.75	43.50	11.00	15.50
24	69.00	0.00	20.00	43.00	48.25	2.50	11.50

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

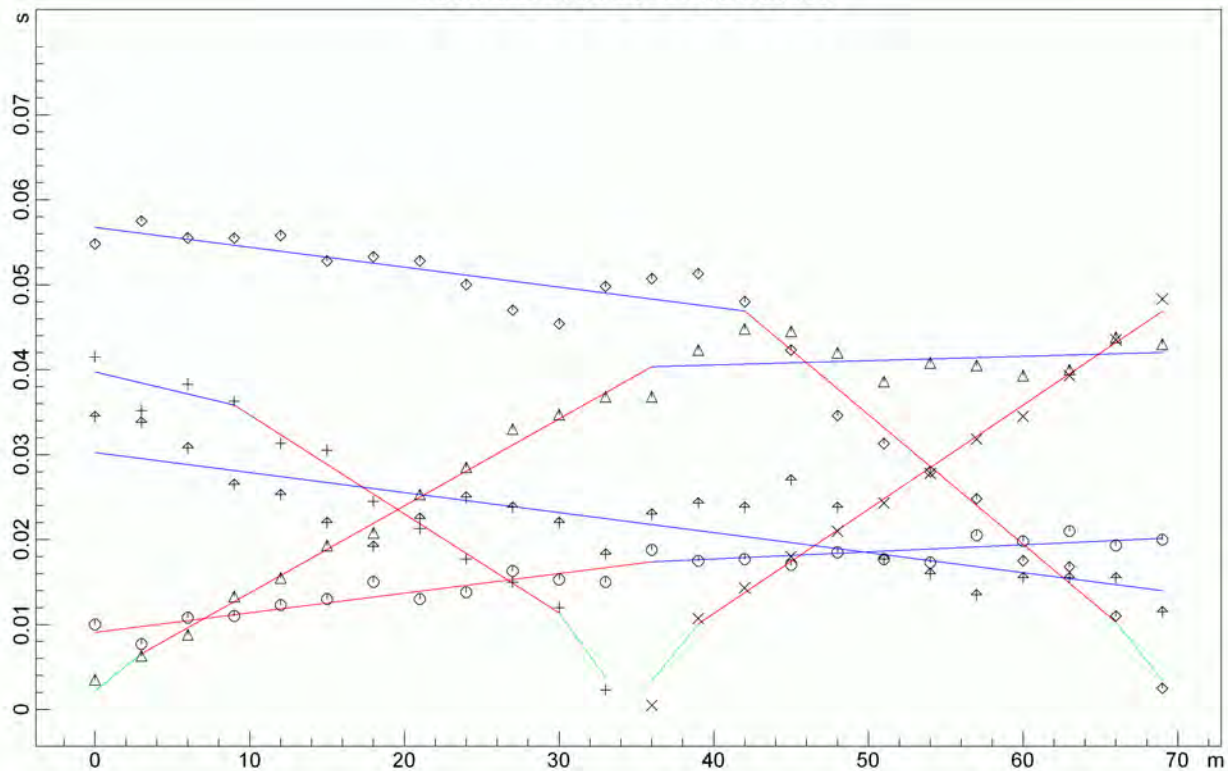
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.8	16.8
2	2.6	19.3
3	3.2	18.0
4	3.6	17.2
5	2.8	17.4
6	3.2	16.6
7	2.1	16.5
8	1.5	16.8
9	1.1	18.2
10	1.3	18.1
11	0.6	18.0
12	0.7	17.1
13	1.1	18.0
14	2.5	18.5
15	3.3	17.7
16	2.7	17.1
17	1.5	20.0
18	1.5	18.8
19	1.6	16.3
20	1.8	14.6
21	0.6	15.3
22	1.6	15.5
23	1.2	16.0
24	2.3	13.1

VELOCITA' DEGLI STRATI

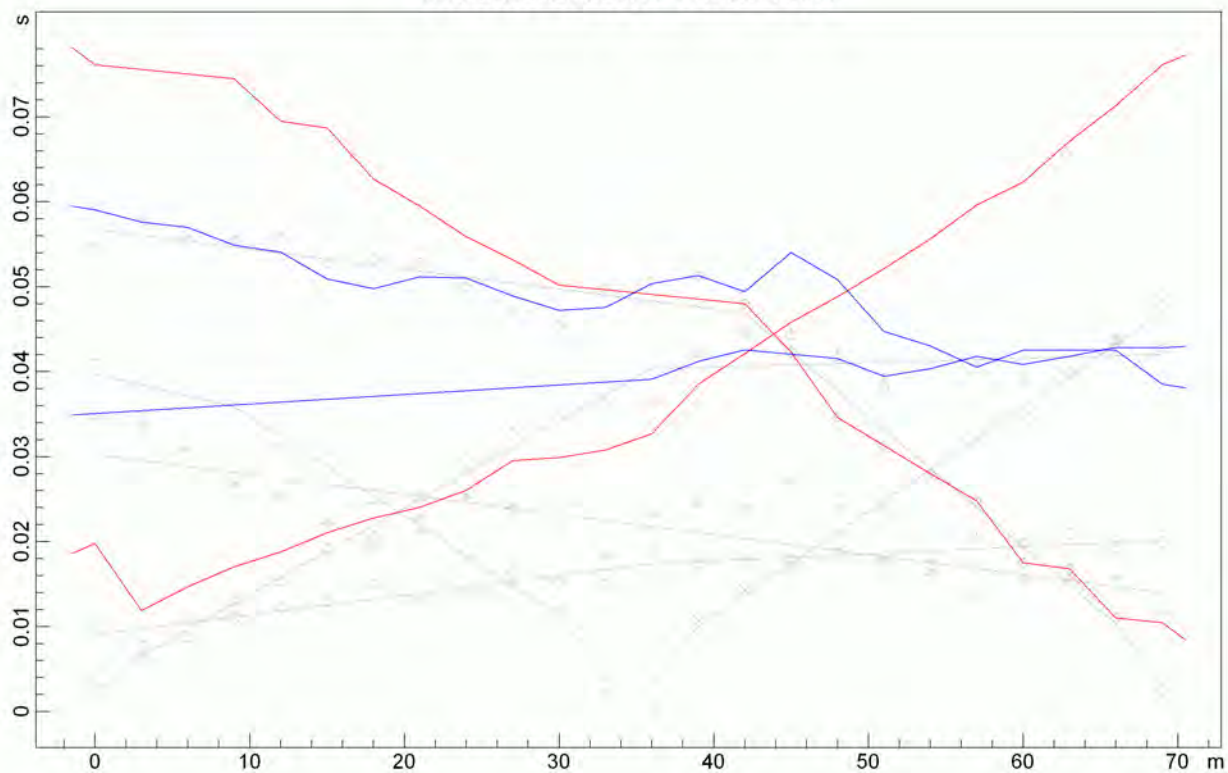
N. Strato	Velocità [m/s]
1	469.9
2	1039.5
3	2674.8

Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani

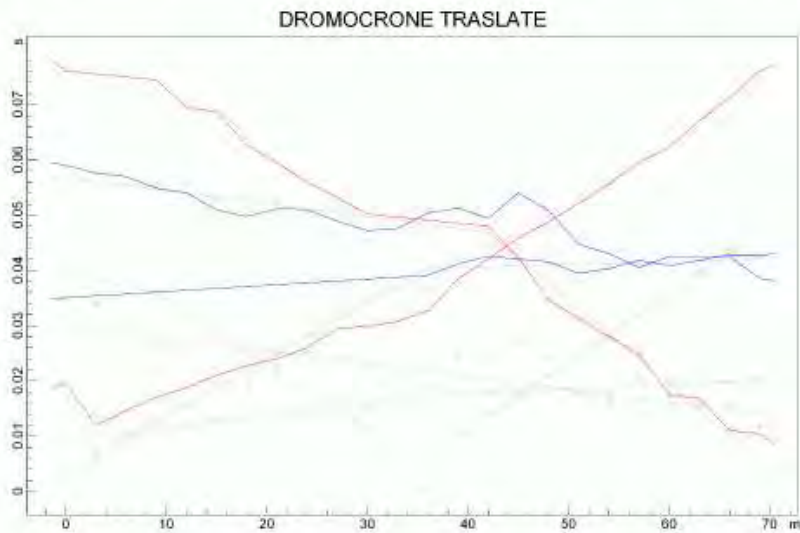
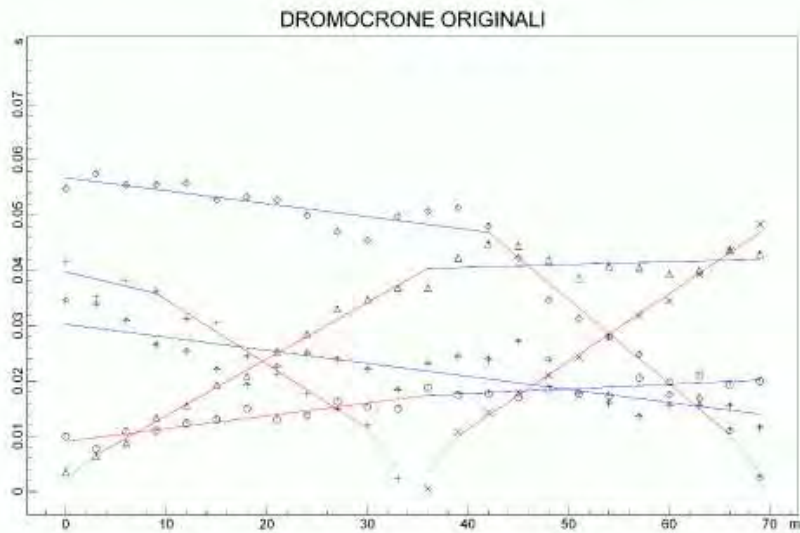
DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE

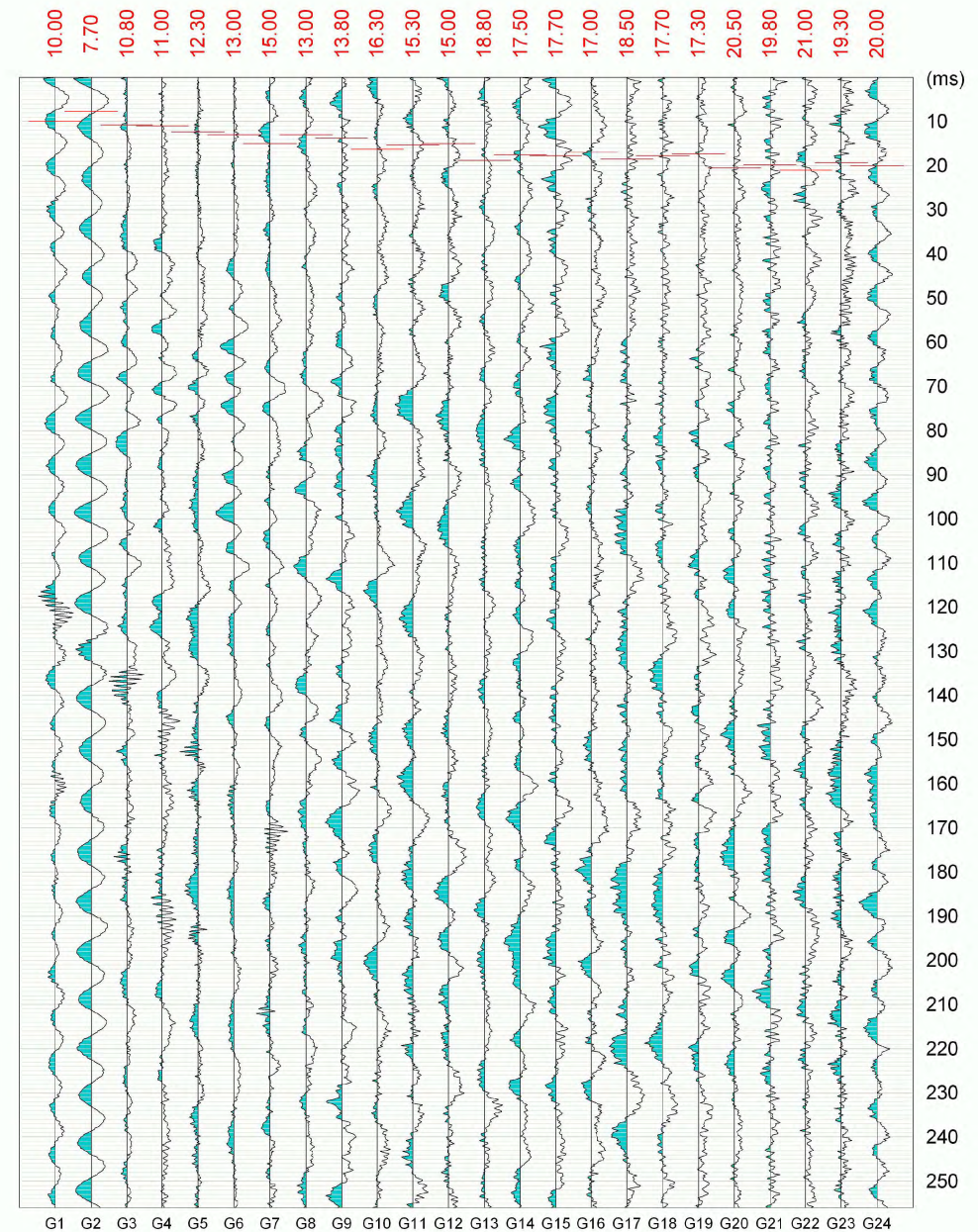


Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani

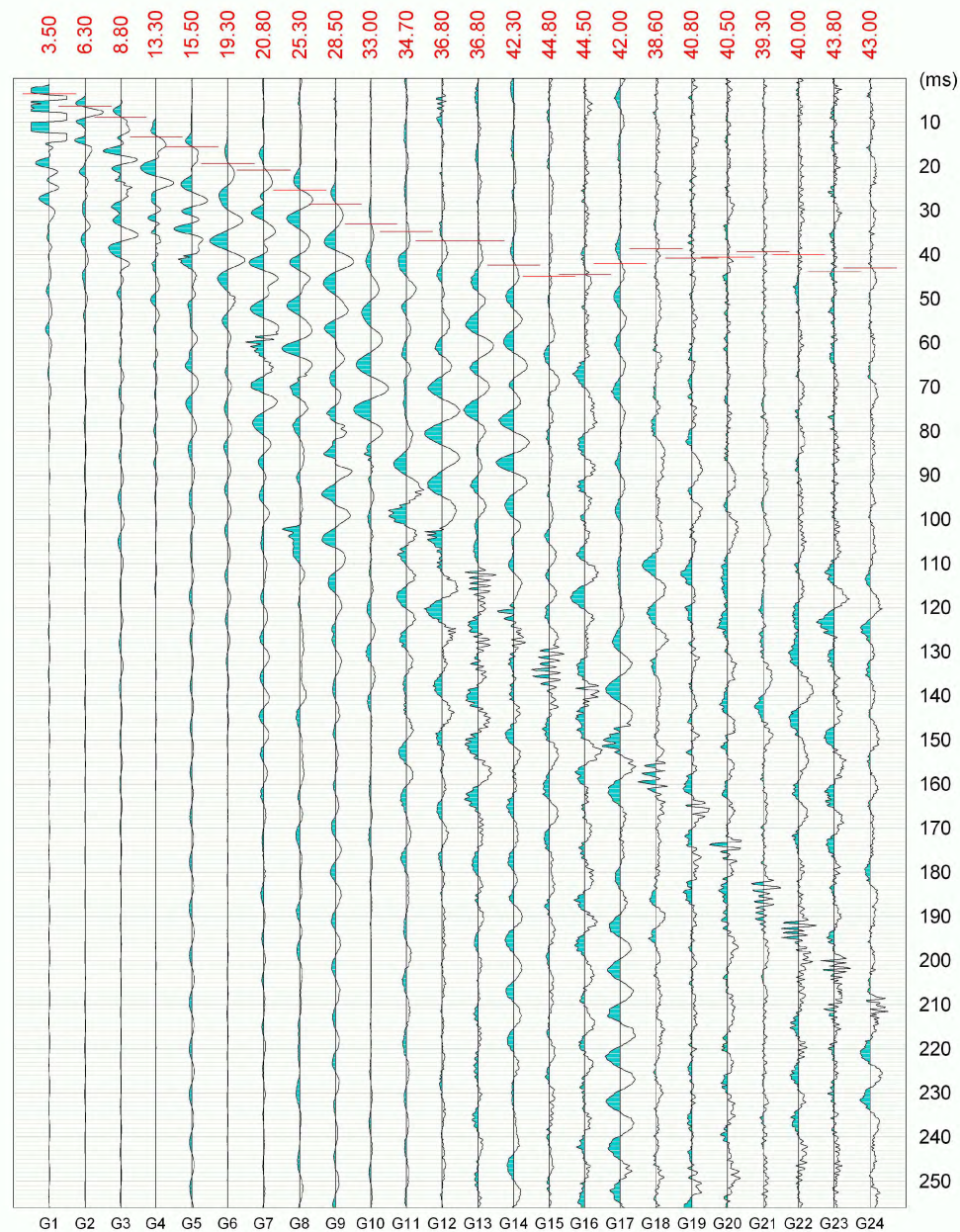


www.geoandsoft.com

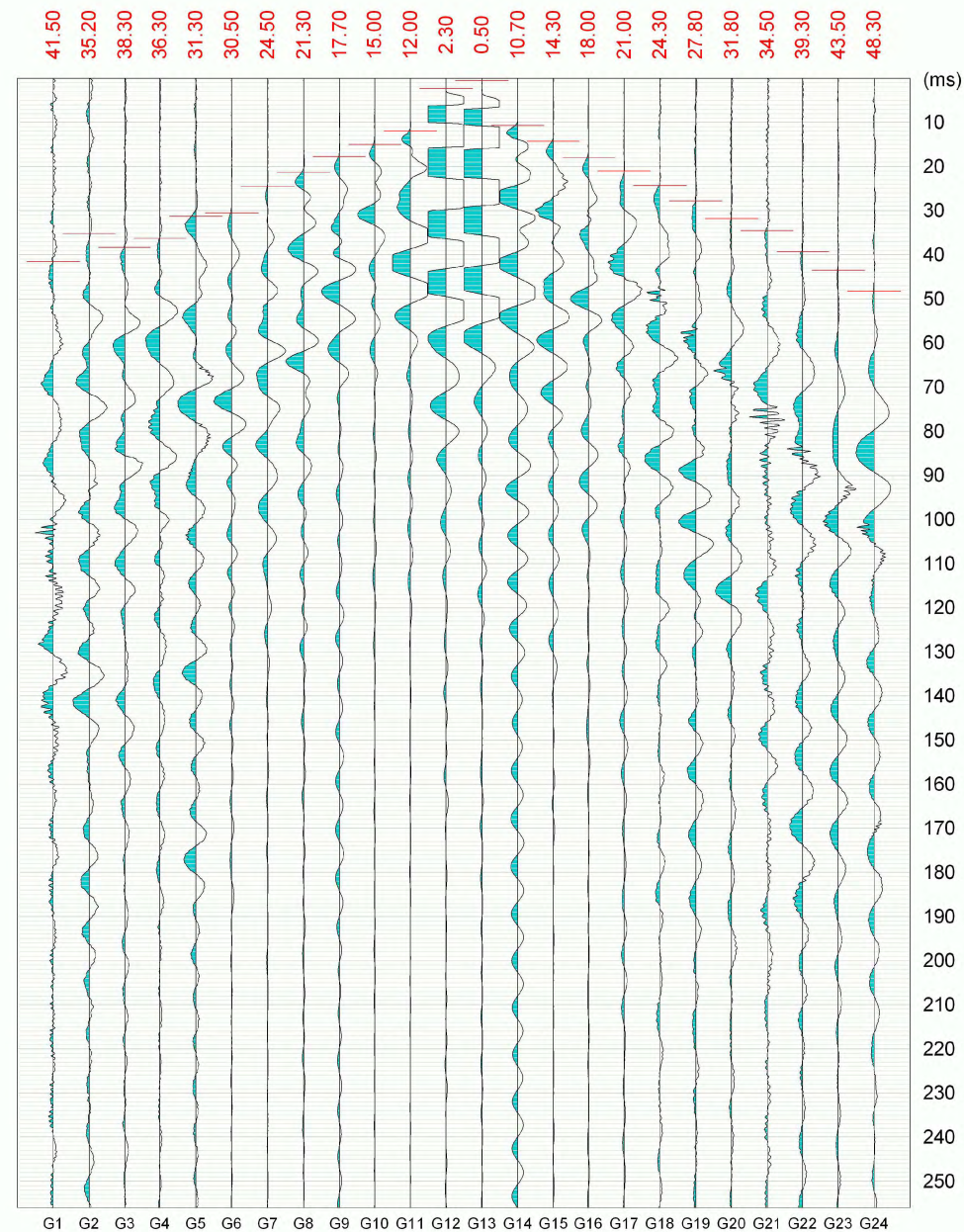
Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani



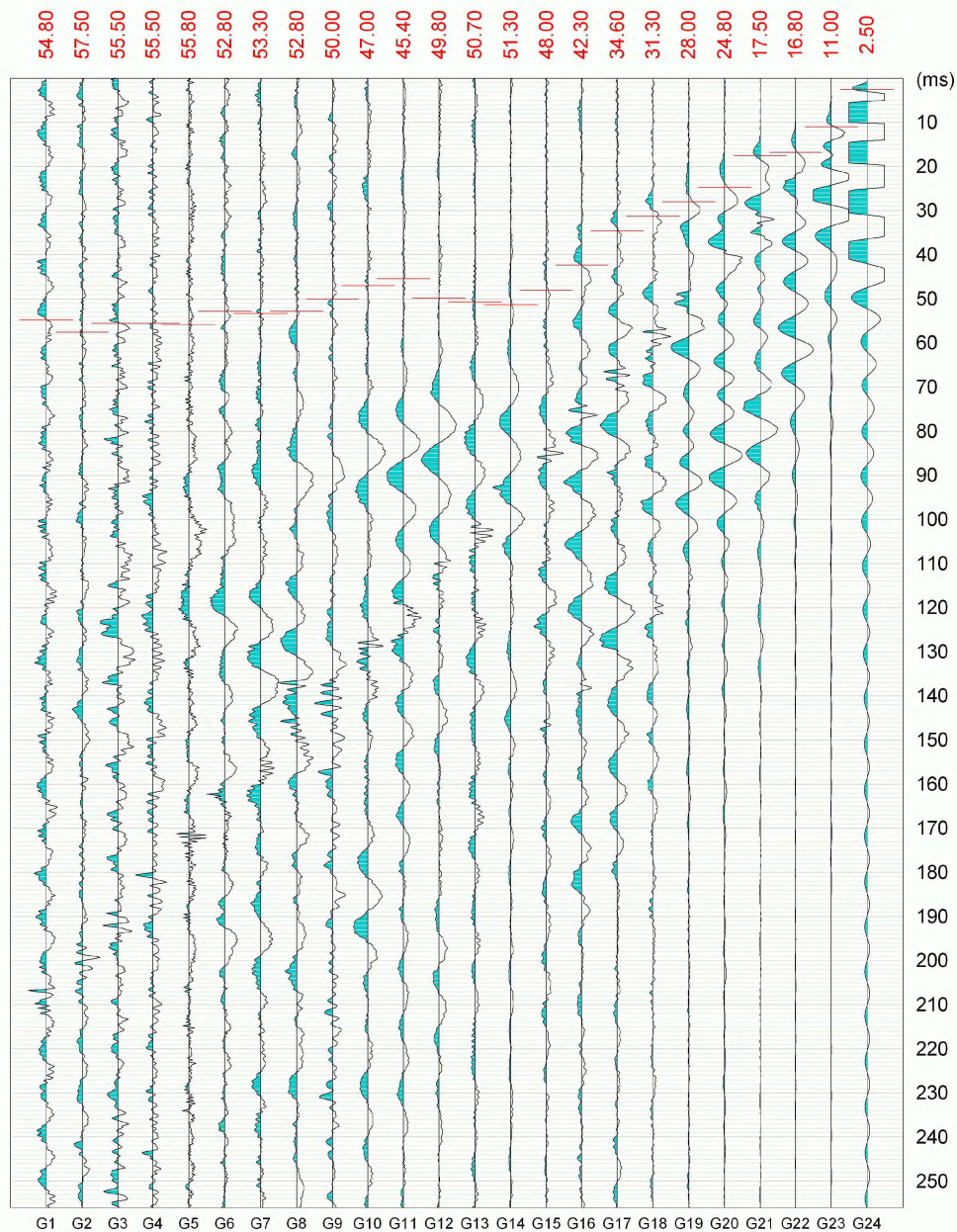
Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani



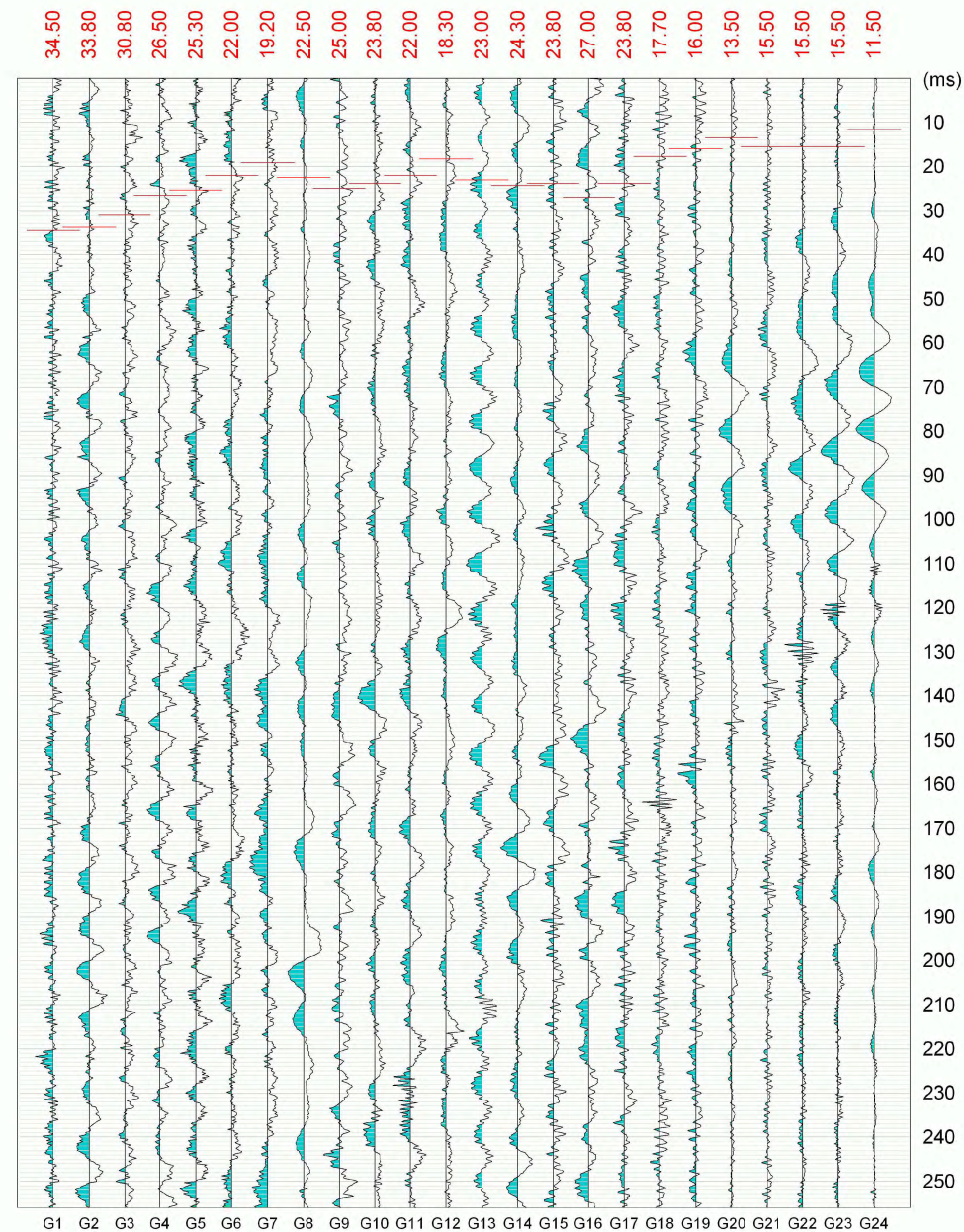
Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani



Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani

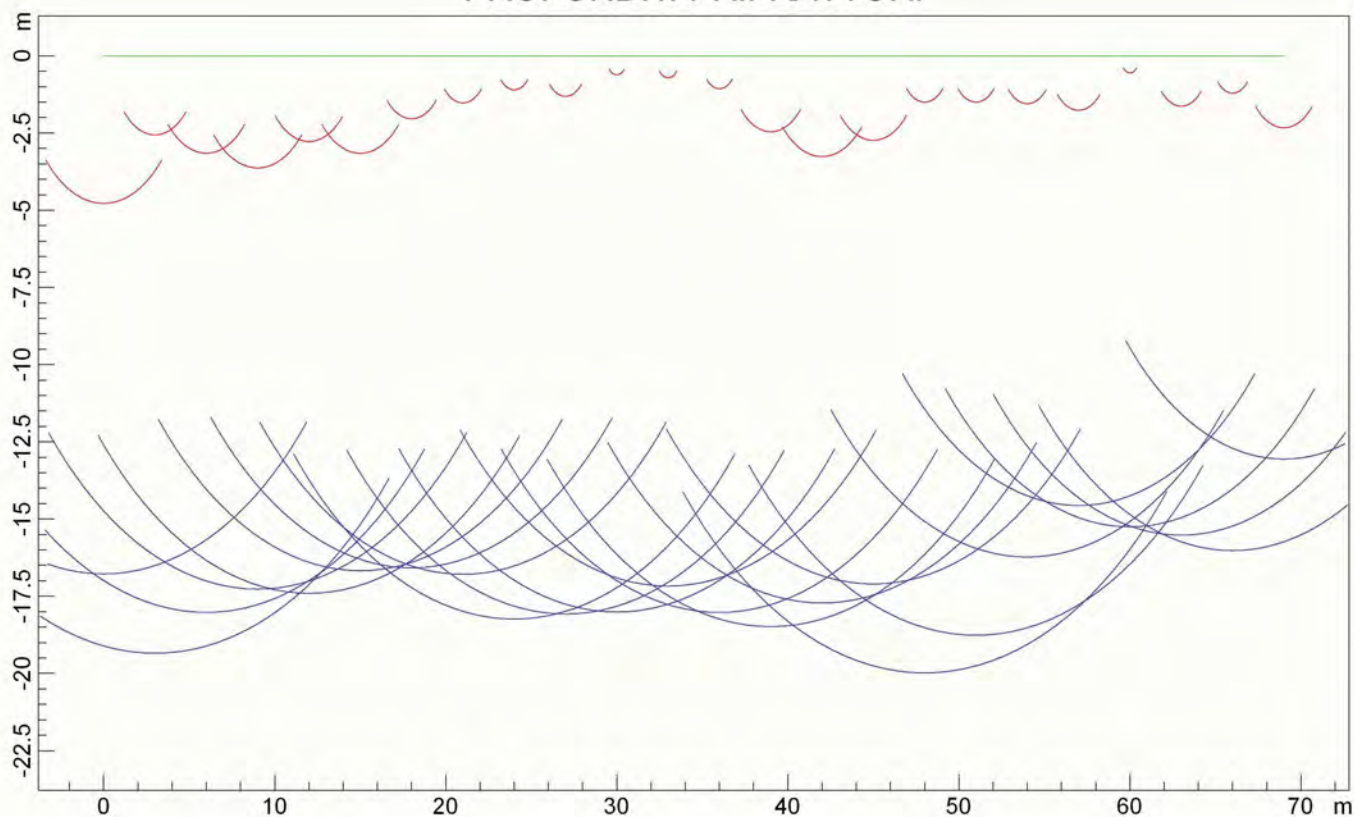


Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani

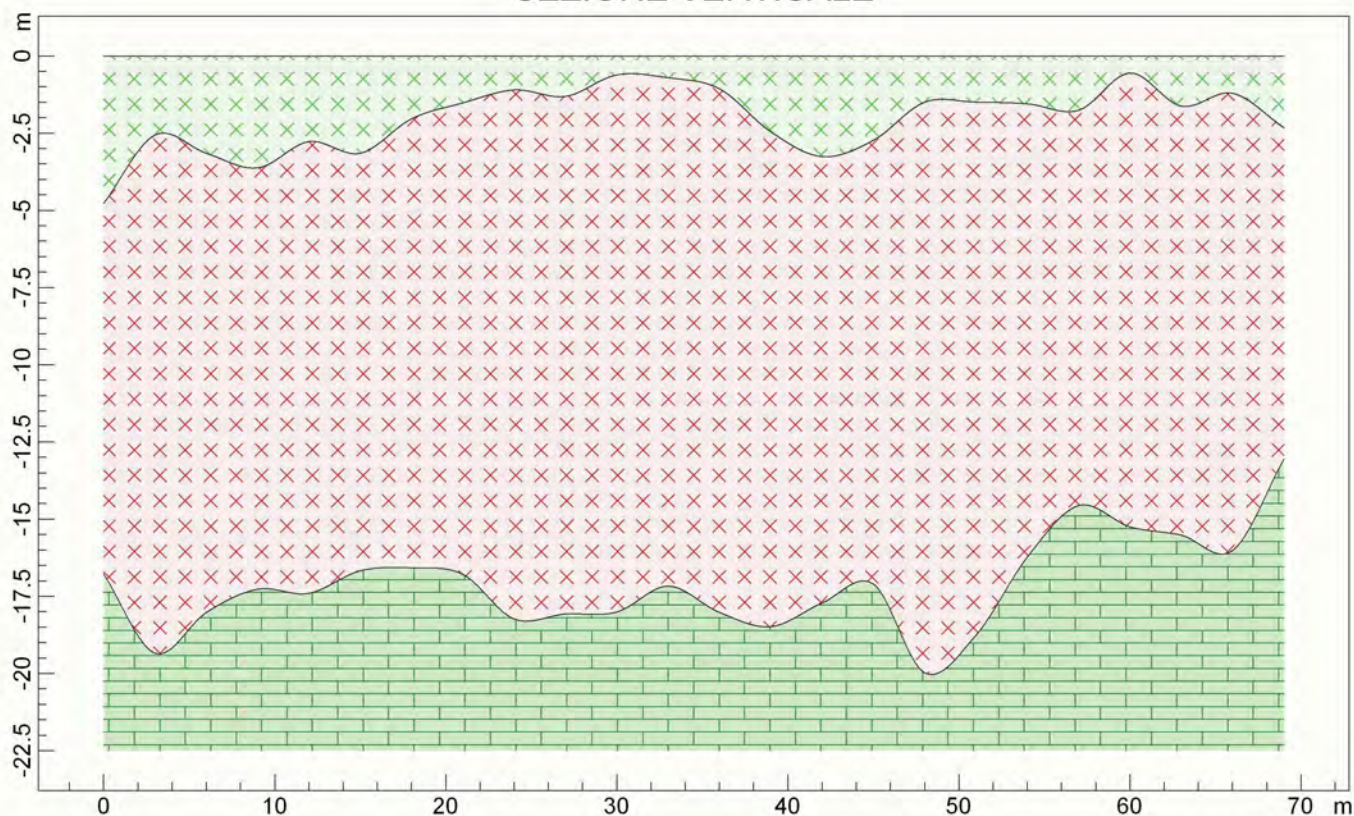


Profilo sismico a rifrazione n.1
Salento Green s.r.l. - Loc. "Bruciate"
dr. geol. Donato Stifani

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



469.9 m/s 1039.5 m/s 2674.8 m/s

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

Profilo sismico a rifrazione n.2

Salento Green s.r.l. - Loc. "Le Bruciate" - Galatina

dr. geol. Donato Stifani

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-37.50	0.00	marrarifraz#5.dat
-1.50	0.00	marrarifraz#7.dat
34.50	0.00	marrarifraz#9.dat
70.50	0.00	marrarifraz#11.dat
106.50	0.00	marrarifraz#14.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -37,5 [ms]	FBP da -1,5 [ms]	FBP da 34,5 [ms]	FBP da 70,5 [ms]	FBP da 106,5 [ms]
1	0.00	0.00	6.25	4.00	52.28	75.25	47.25
2	3.00	0.00	20.50	9.25	51.00	74.00	42.50
3	6.00	0.00	27.50	15.25	53.00	76.00	47.00
4	9.00	0.00	26.00	18.50	50.00	75.00	47.75
5	12.00	0.00	23.83	22.25	39.50	76.00	38.44
6	15.00	0.00	30.25	24.25	37.25	72.25	38.44
7	18.00	0.00	25.75	28.50	40.50	77.25	35.36
8	21.00	0.00	31.00	29.75	42.00	78.50	37.00
9	24.00	0.00	36.25	34.25	41.25	72.75	43.50
10	27.00	0.00	37.25	39.00	33.50	73.75	42.50
11	30.00	0.00	39.21	39.75	18.50	72.00	39.00
12	33.00	0.00	44.75	41.75	3.50	66.75	37.75
13	36.00	0.00	45.25	45.36	4.50	64.00	29.00
14	39.00	0.00	43.00	47.66	10.75	53.05	28.75
15	42.00	0.00	46.75	49.20	14.25	41.00	29.75
16	45.00	0.00	51.25	41.25	18.00	38.00	27.75
17	48.00	0.00	56.25	49.97	21.75	36.13	20.50
18	51.00	0.00	61.00	40.00	24.75	36.50	19.25
19	54.00	0.00	59.25	55.50	29.00	31.50	20.25
20	57.00	0.00	56.75	50.50	31.25	34.50	15.00
21	60.00	0.00	56.00	44.50	35.75	26.50	15.00
22	63.00	0.00	57.50	45.75	38.00	14.61	12.25
23	66.00	0.00	57.25	46.00	47.50	5.75	10.75
24	69.00	0.00	56.25	41.00	48.25	4.00	7.00

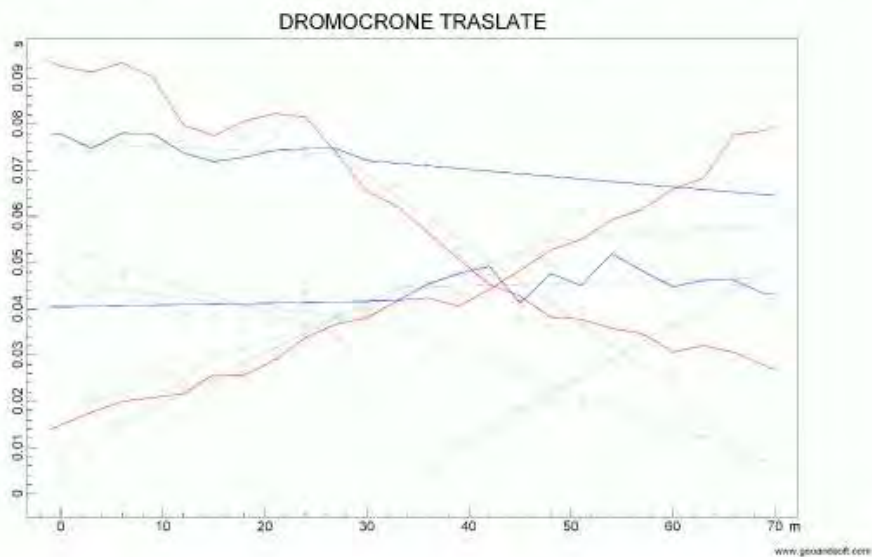
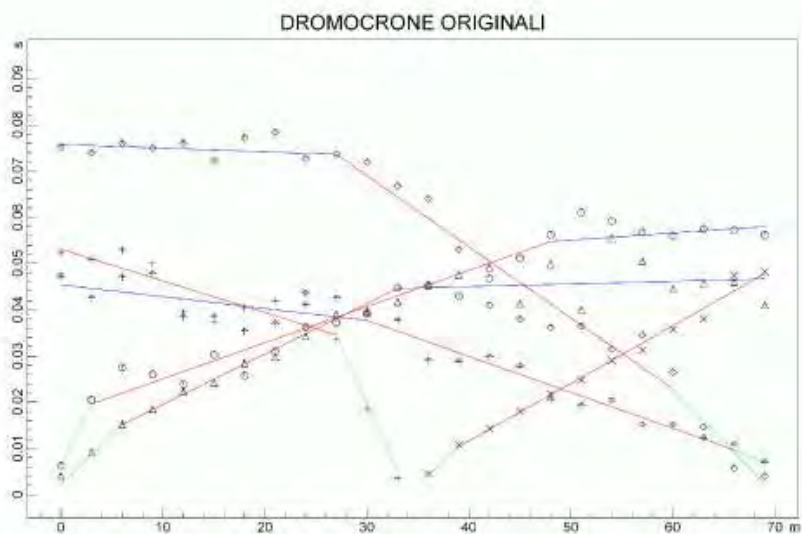
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.0	22.1
2	4.3	21.2
3	5.1	18.2
4	4.7	20.7
5	2.8	24.2
6	3.2	21.4
7	3.8	19.4
8	4.7	18.3
9	5.5	17.6
10	4.6	19.6
11	3.2	22.1
12	3.3	22.5
13	2.3	25.2
14	0.9	28.3
15	0.6	24.6
16	0.9	27.1
17	0.8	25.5
18	1.2	28.0
19	1.6	25.0
20	1.8	22.6
21	1.9	22.9
22	2.6	21.3
23	4.2	16.6
24	3.8	17.2

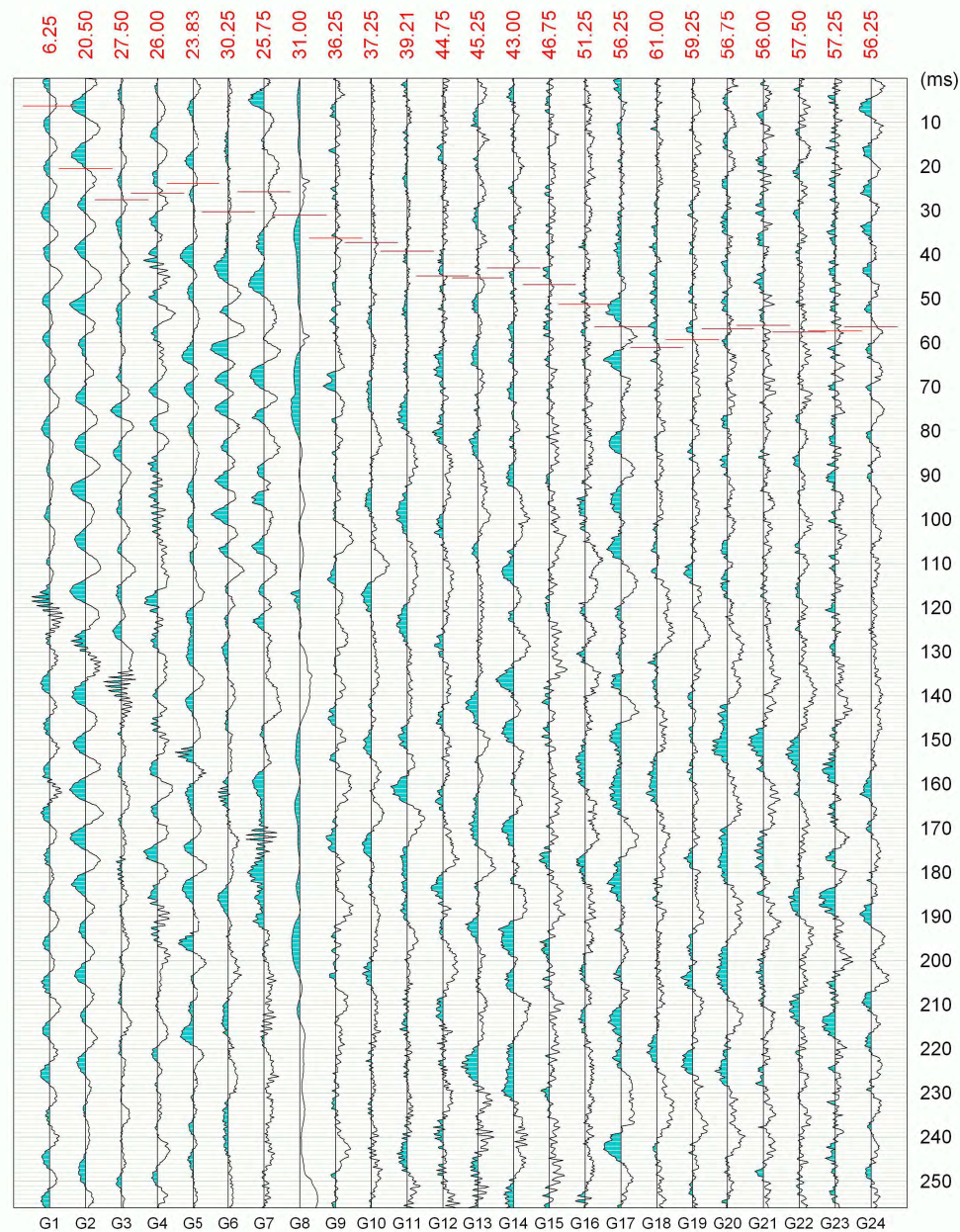
VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	357.5
2	1011.9
3	2426.7

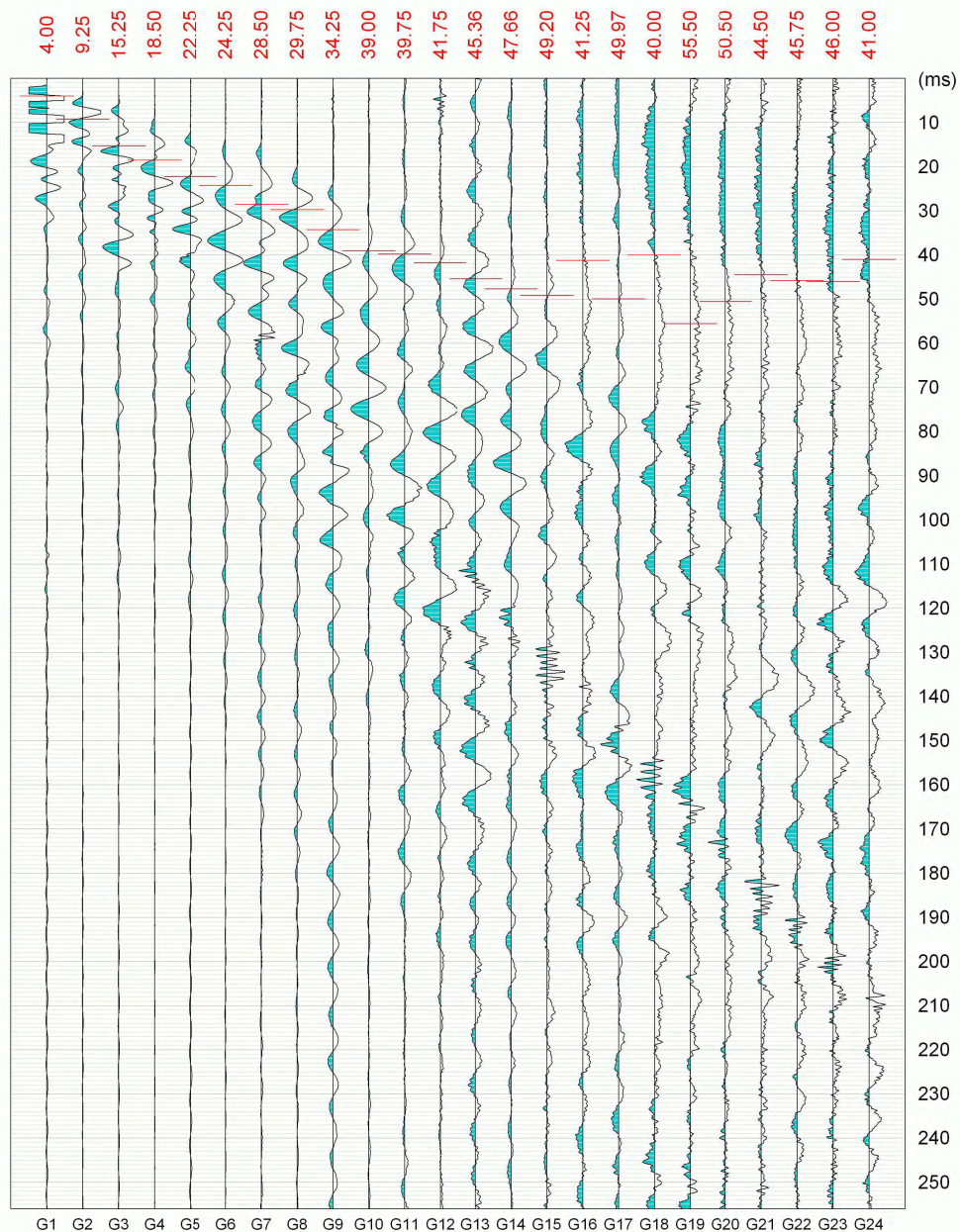
Profilo sismico a rifrazione n.2
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
dr. geol. Donato Stifani



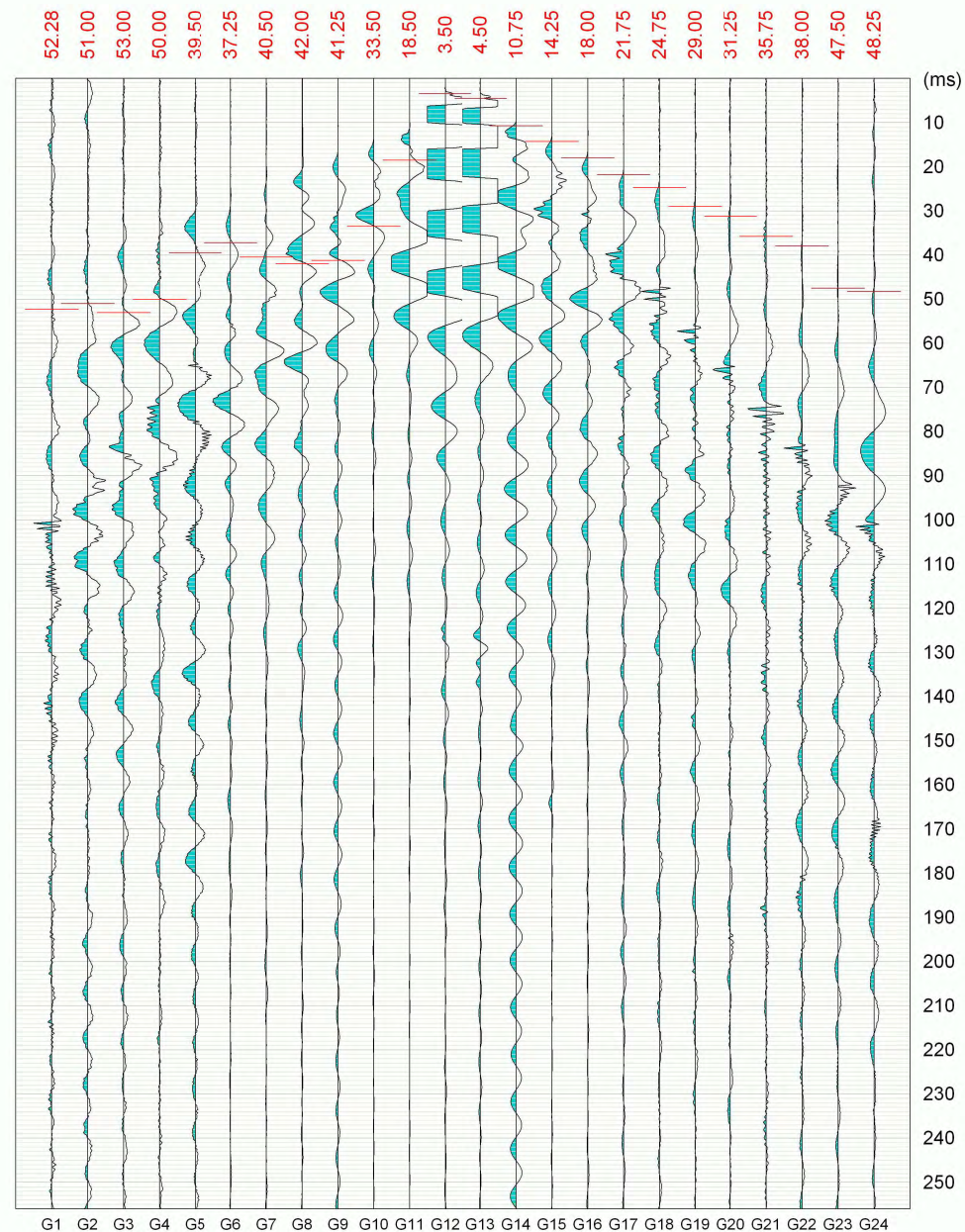
Profilo sismico a rifrazione n.2
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
dr. geol. Donato Stifani



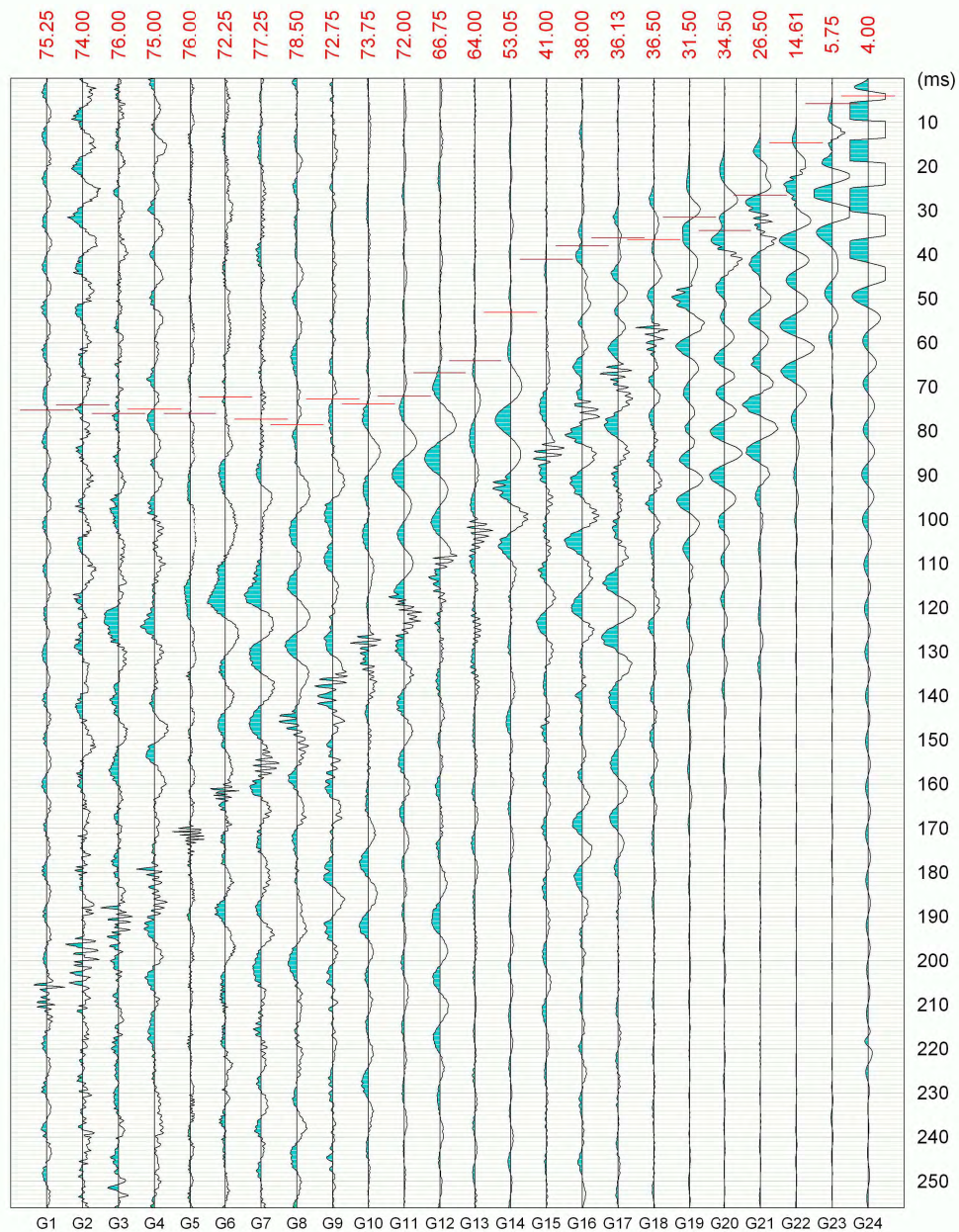
Profilo sismico a rifrazione n.2
 Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
 dr. geol. Donato Stifani



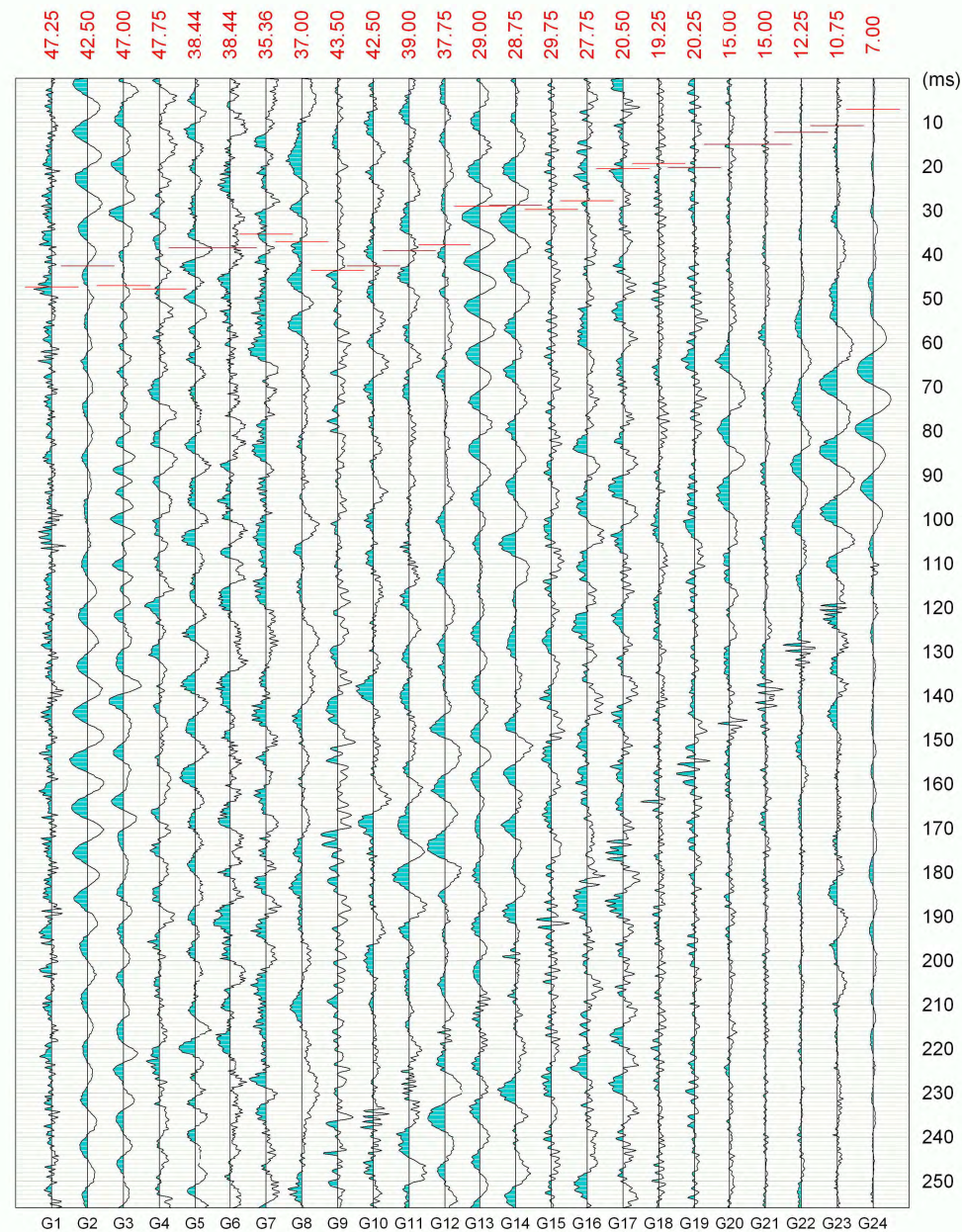
Profilo sismico a rifrazione n.2
 Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
 dr. geol. Donato Stifani



Profilo sismico a rifrazione n.2
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
dr. geol. Donato Stifani

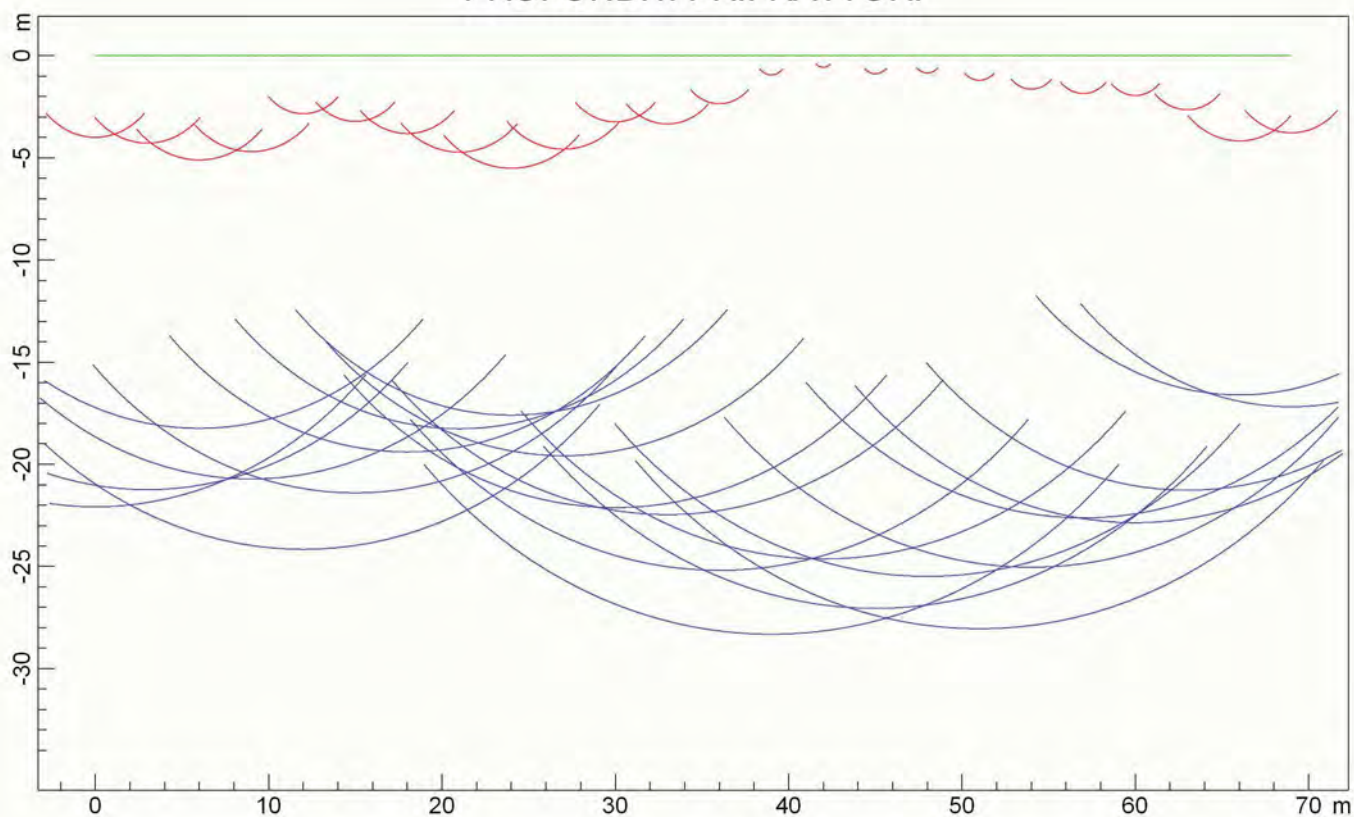


Profilo sismico a rifrazione n.2
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
dr. geol. Donato Stifani

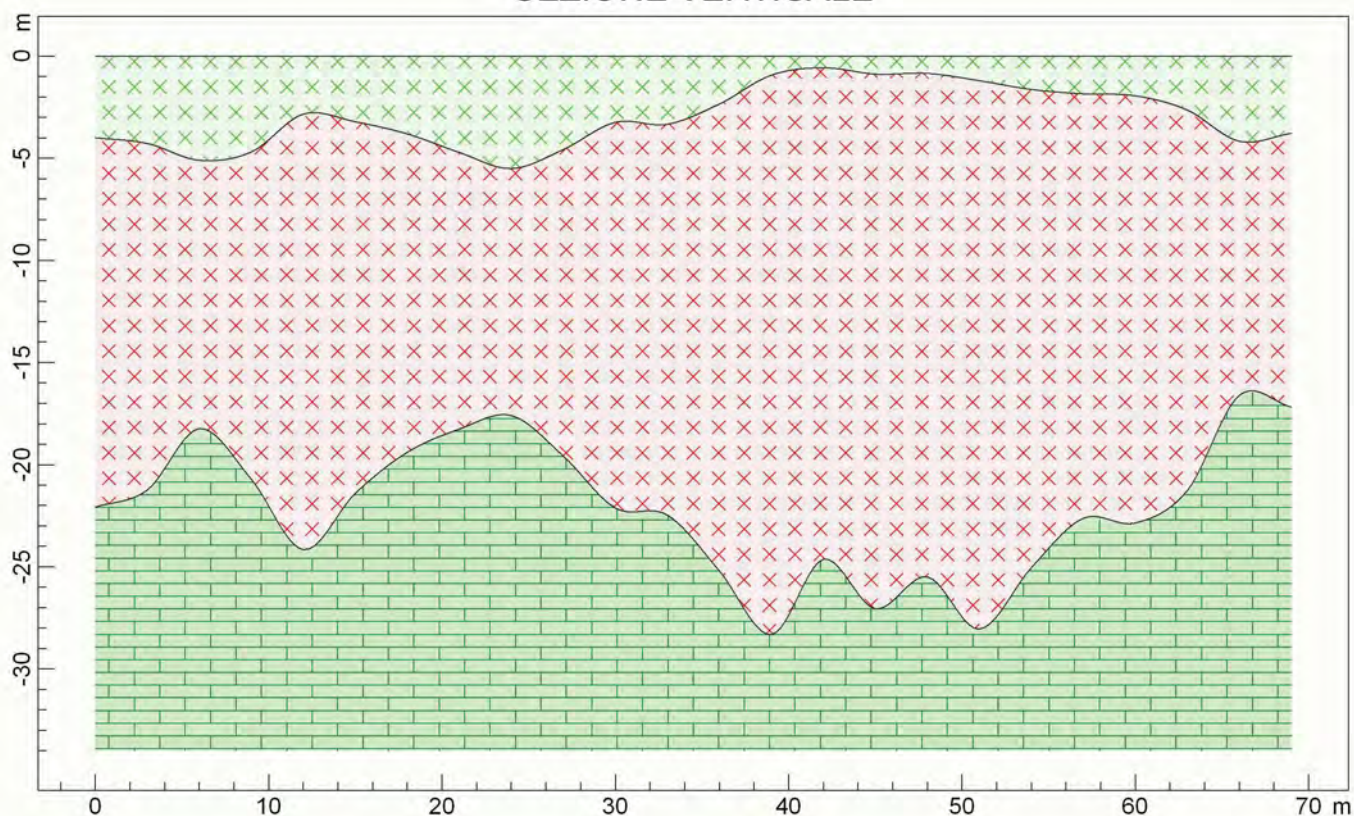


Profilo sismico a rifrazione n.2
Salento Riciclo s.r.l. - Loc. "Bruciate" - Galatina
dr. geol. Donato Stifani

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



357.5 m/s 1011.9 m/s 2426.7 m/s



Dott. geologo Donato STIFANI

Via San Benedetto n.8 - 73040 ARADEO (LE)

tel. 339.129.77.67 - e-mail: geosalento@virgilio.it

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE PER IL CALCOLO DELLA V_{S30} *Tecnica MASW* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)

Caratteristiche strumentali:

Sismografo PASI 24 Canali Mod. 16S24-U

Geofoni verticali PASI da 4,5 Hz

Risoluzione: 24 bit – Formato dati: SEG-2

Cavi sismici 12 tracce: n.2 da 75m – intervallo attacchi 5 m

Energizzatore Sismico Isotta “ESI” a cartucce industriali cal. 8

Mazza 8 ÷ 10 Kg

Software: winMASW - EliaSoft

Caratteristiche profili sismici n.1-2-3:

Committente: Salento Green s.r.l.

Ubicazione: loc. "Le Bruciate – Galatina

Equidistanza geofoni: 3.0 m

Numero geofoni: 24

Lunghezza stendimento: 69 m

Offset: 6 m

Durata acquisizione: 2048 ms

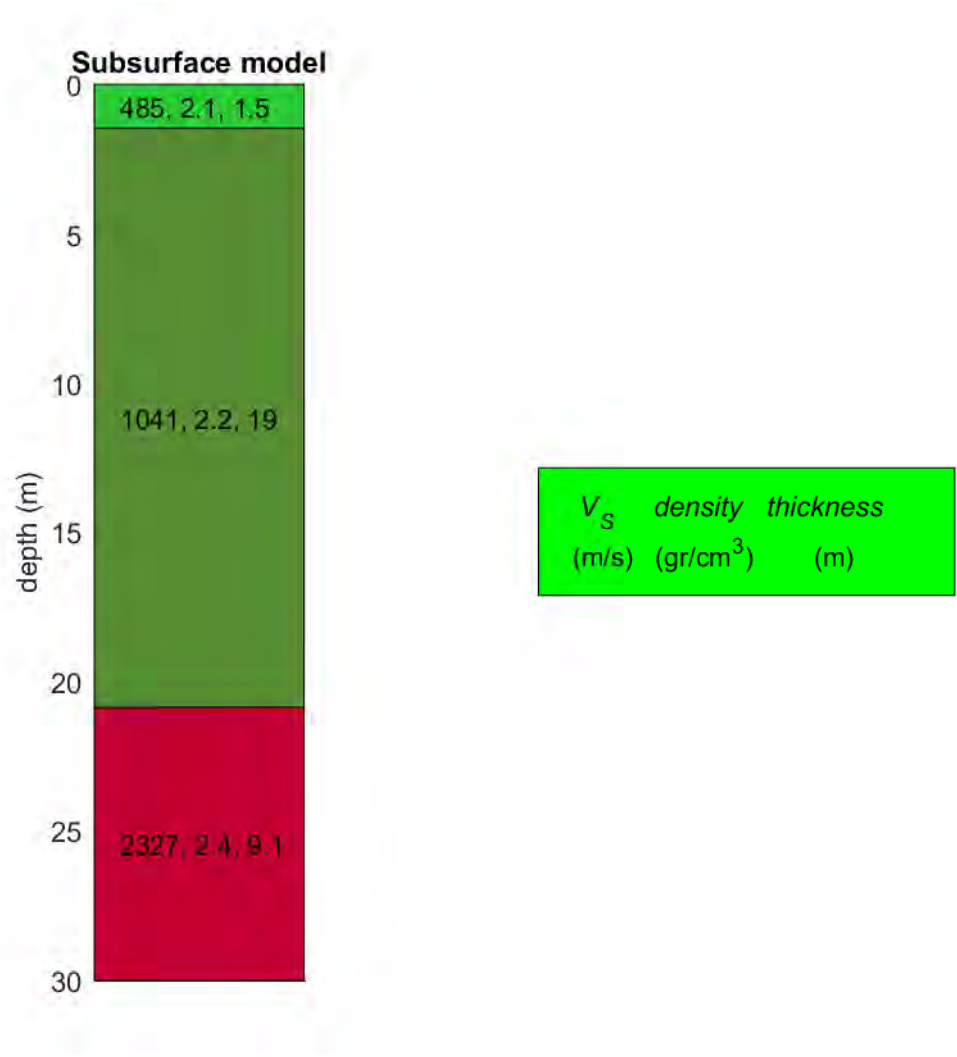
Tempo di campionamento: 500 μ s

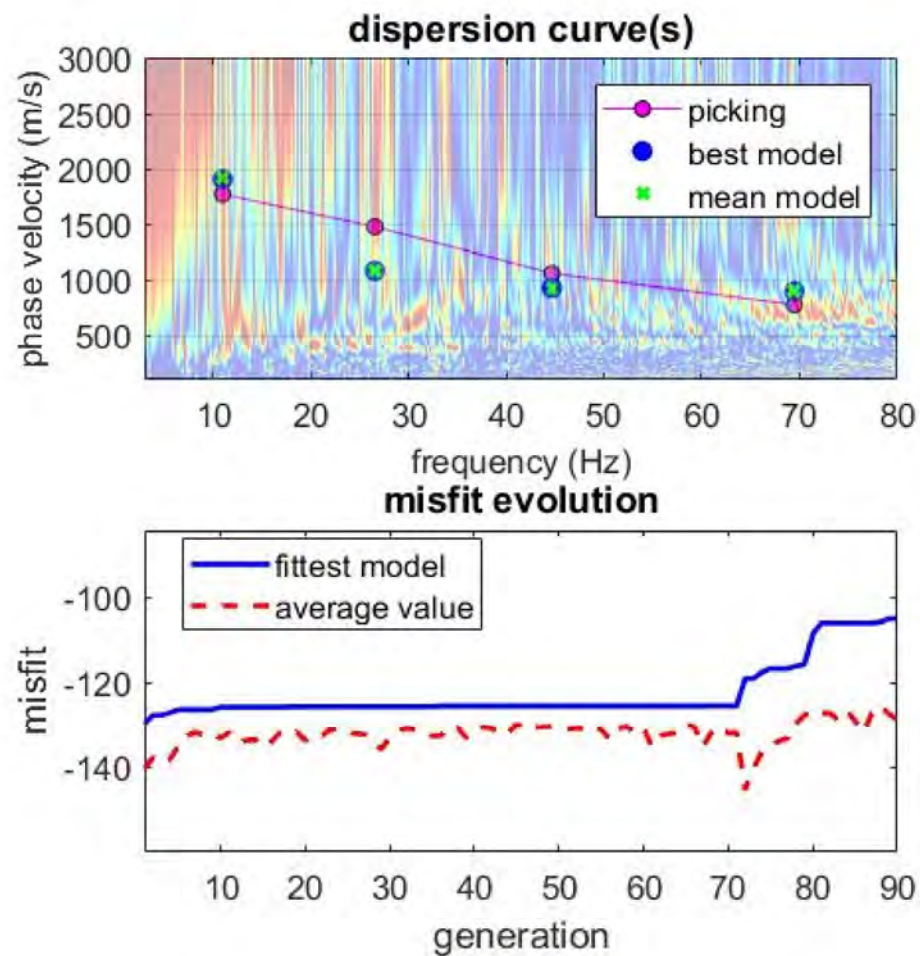
Guadagno: 100 (\pm 100mV – V.I.R.)

Allegati grafici:

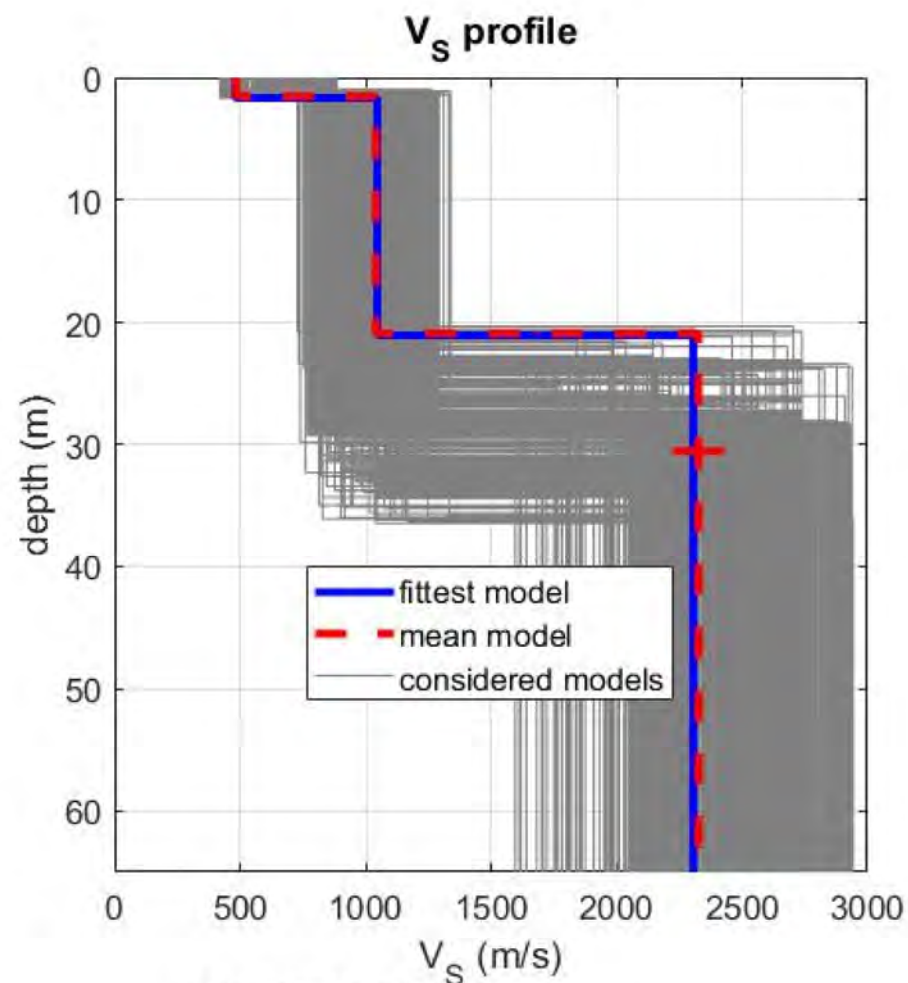
- Modello del sottosuolo
- Spettro velocità, curve di dispersione e profilo verticale V_s
- Profili V_s , V_p e Dispersione onde di Rayleigh
- Risultati interpretazione con winMASW

Profilo sismico MASW 1



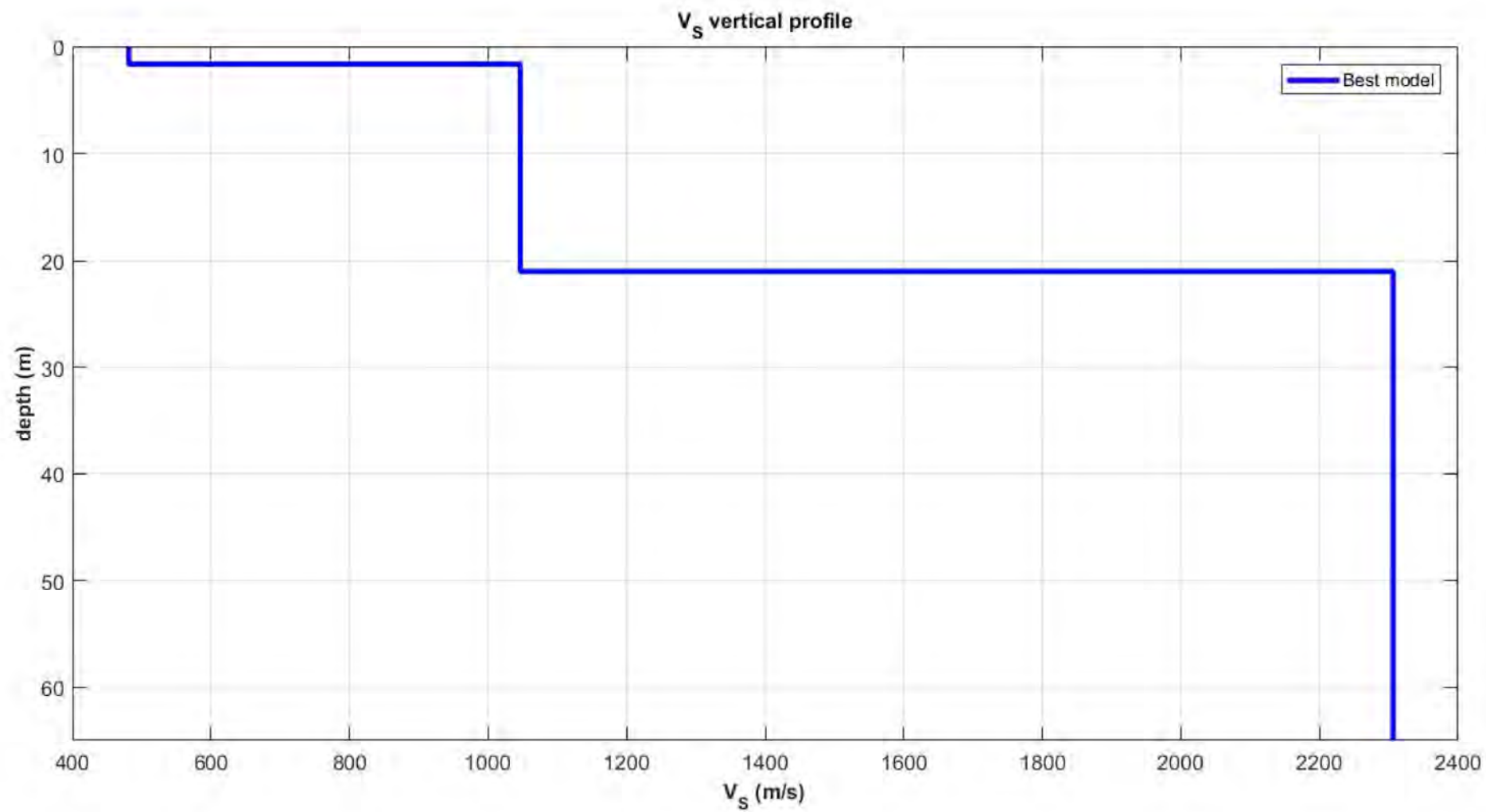


www.winmasw.com



dataset: masw#1.DAT
 dispersion curve: masw1.cdp
 V_{s30} & V_{sE} (best model): 1164 482 m/s
 V_{s30} & V_{sE} (mean model): 1172 485 m/s

Profilo sismico MASW 1



Profilo sismico MASW 1

inMASW nversion of Su face-Wave Di sion Cu es

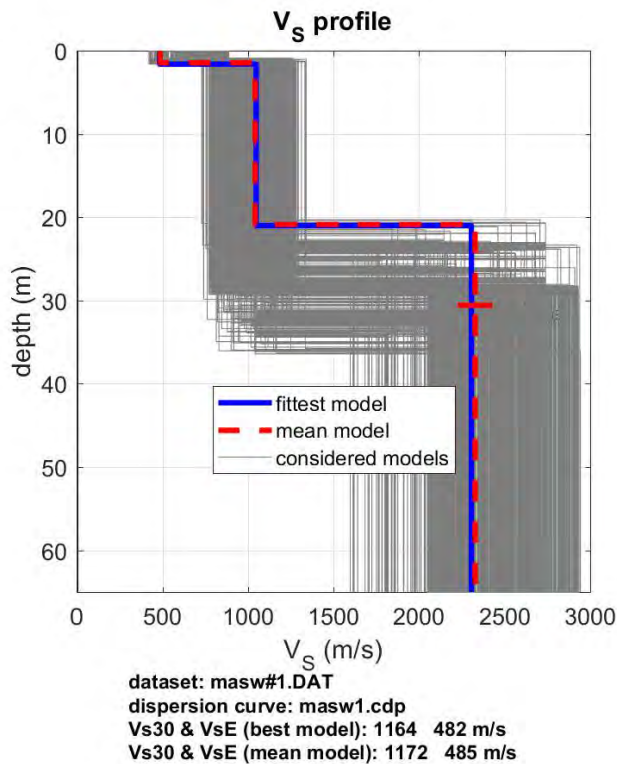
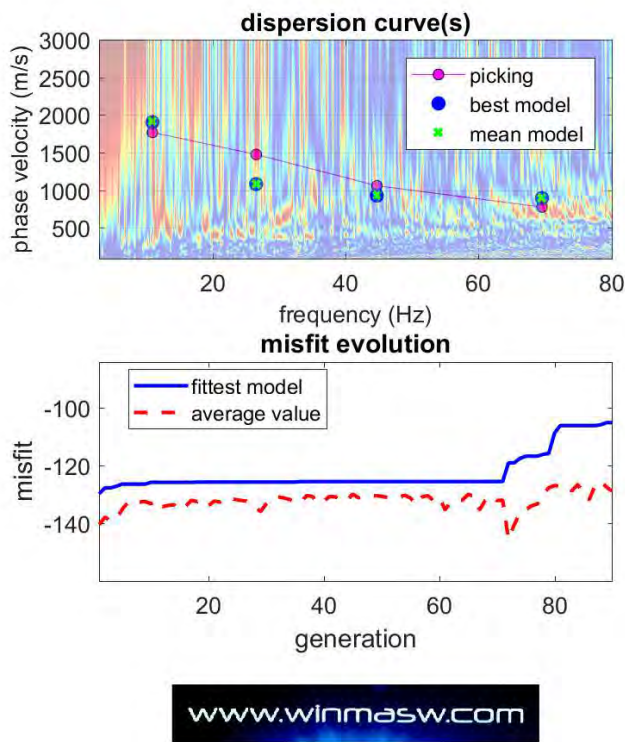
www.winmasw.com

Date: 25 1 2025

Time: 17 20

Dataset: masw#1.DAT

Profilo sismico MASW 1



Subsurface Model

Vs (m/s): 485, 1041, 2327

Standard deviations (m/s): 16, 4, 102

Thickness (m): 1.5, 19.4

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.1

Density (gr/cm3) (approximate values): 2.10 2.24 2.41

Shear modulus (MPa) (approximate values): 493 2430 13064

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: masw1.cdp

analysis: ayl ig av s

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual).

Vp (m/s): 1188 167 4353

Poisson: 0.40 0.35 0.30

Vs30 and VsE (m/s): 117 485

Pay attention

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 10/01/2018:

- I massi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, virtualmente compresenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - I cotti e i 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - D 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - D depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 e 180 m/s.

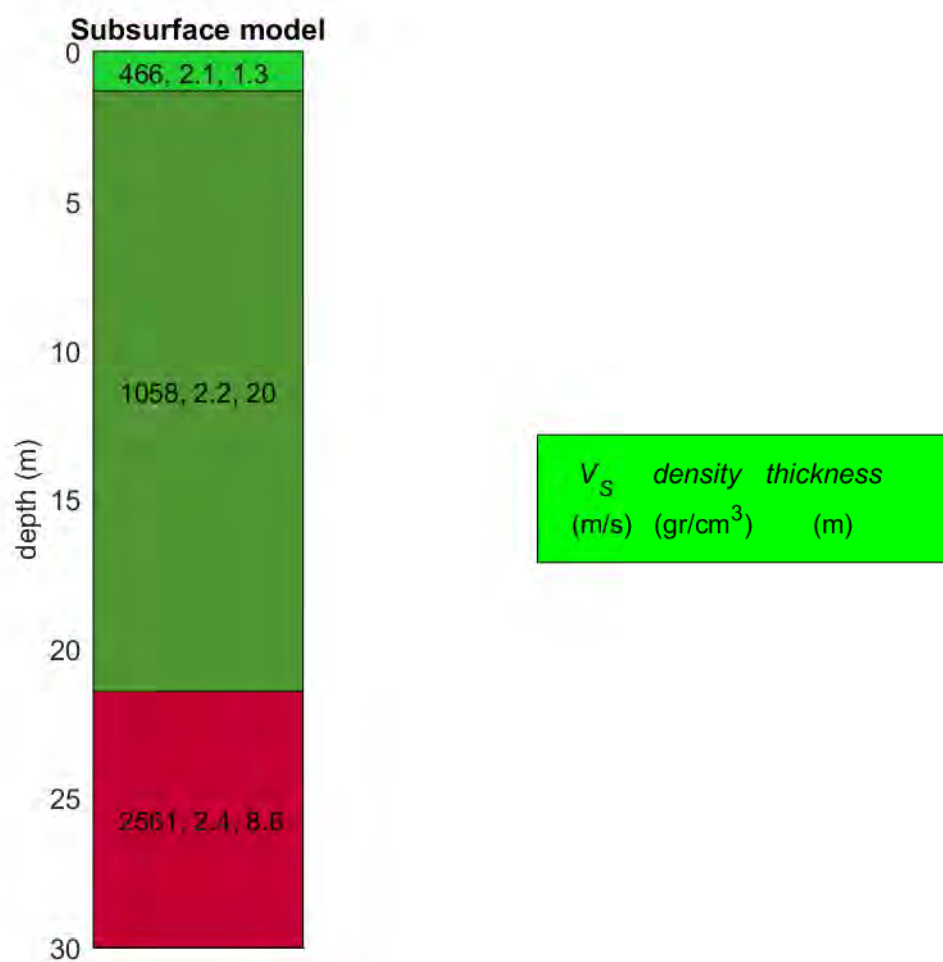
E - Terreni con caratteristiche valori di velocità equivalenti riconducibili a quelle dei finiti per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiori a 30 m.

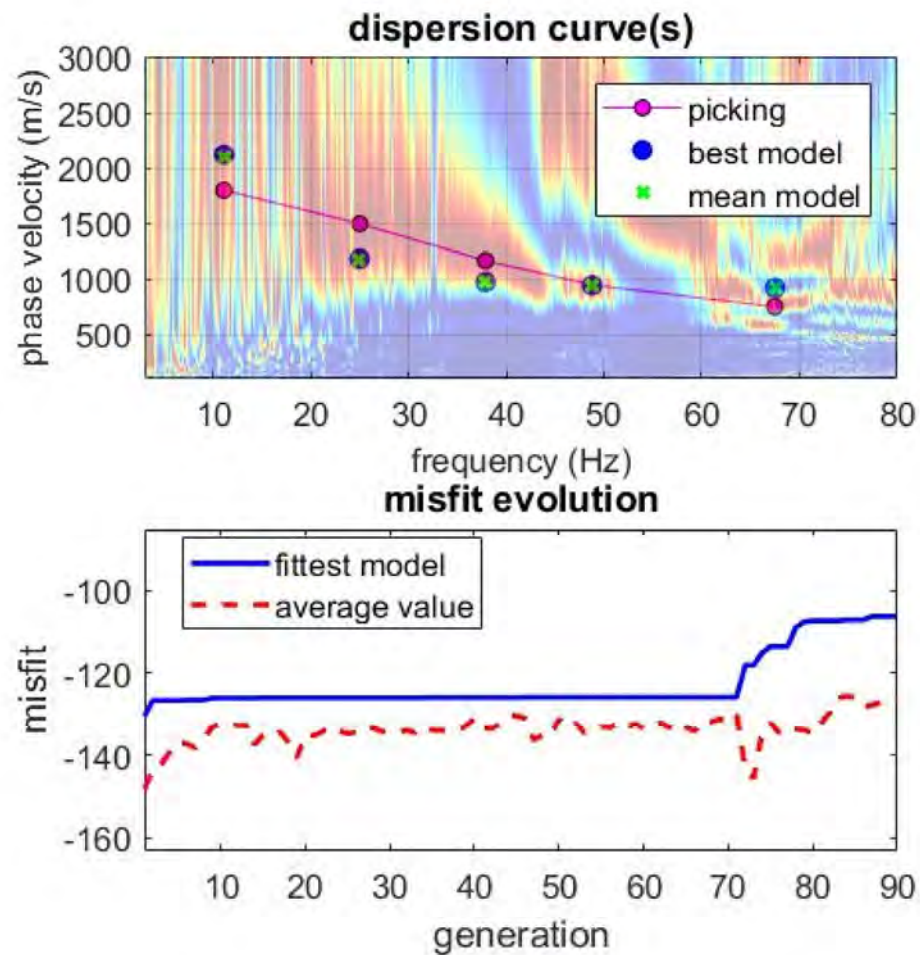
Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario provvedere specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

winMASW - Surface Waves & Beyond

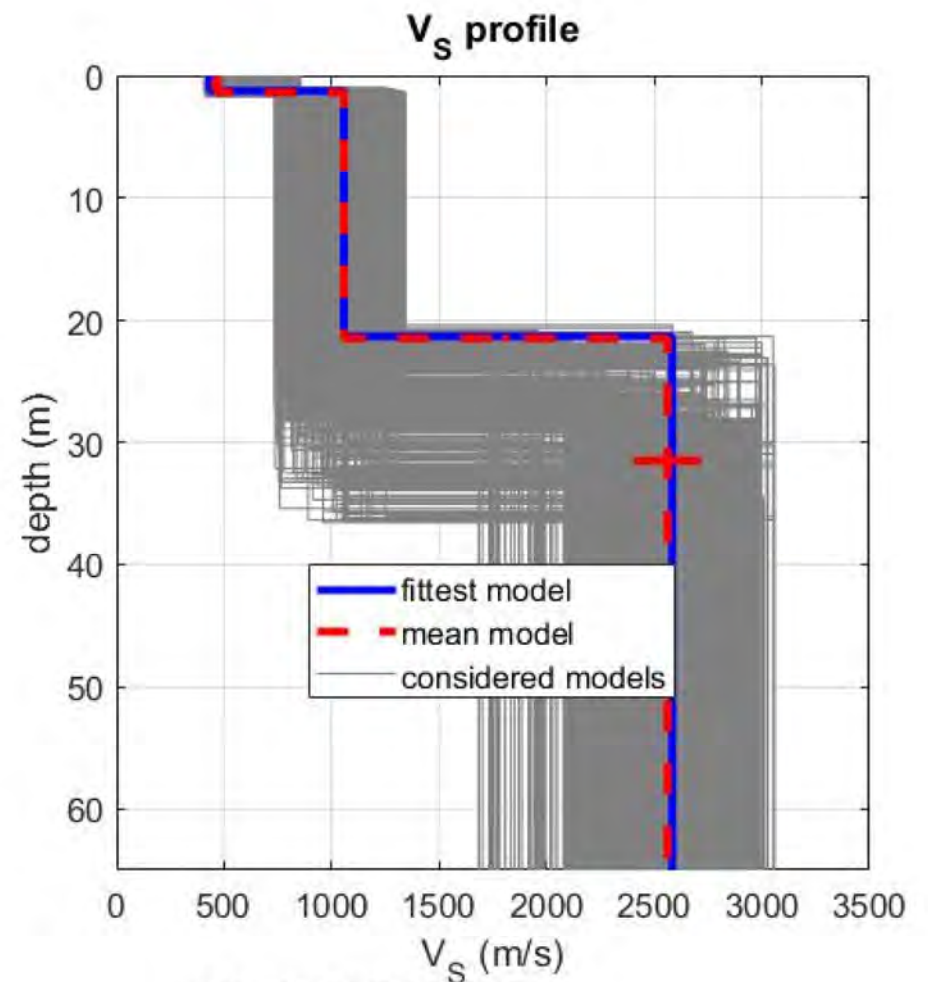
www.winmasw.com

Profilo sismico MASW 2



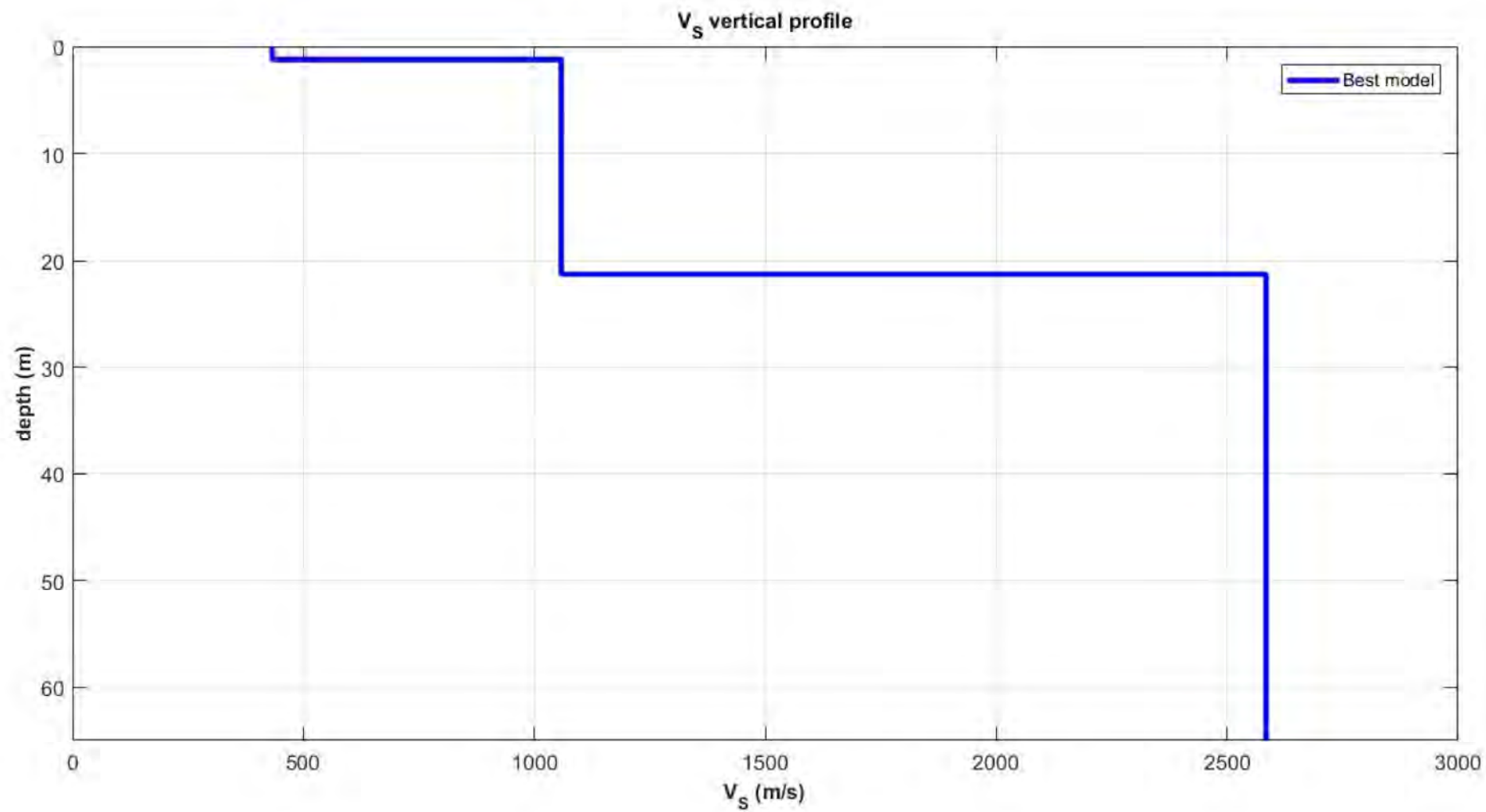


www.winmasw.com



dataset: galatina#2.DAT
 dispersion curve: masw2.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 1195 433 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 1190 466 m/s

Profilo sismico MASW 2



Profilo sismico MASW 2

inMASW nversion of Su face-Wave Di ersion Cu es

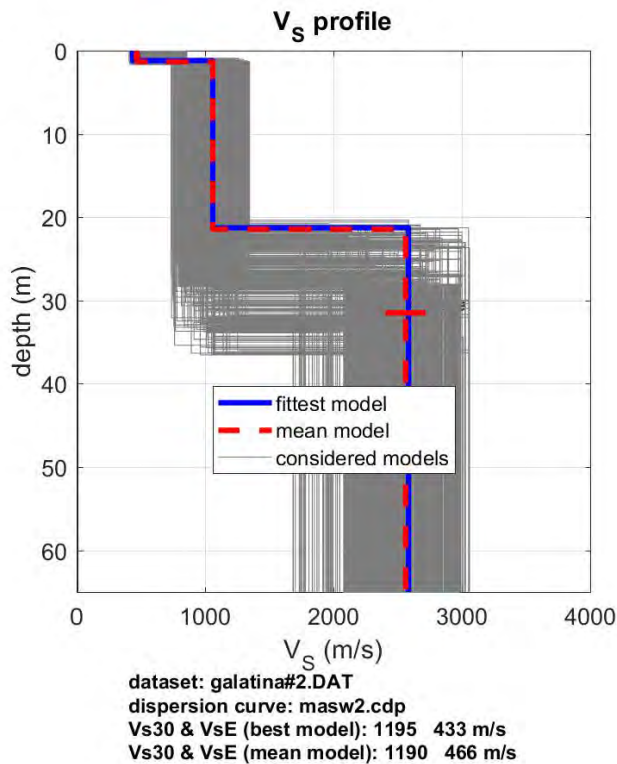
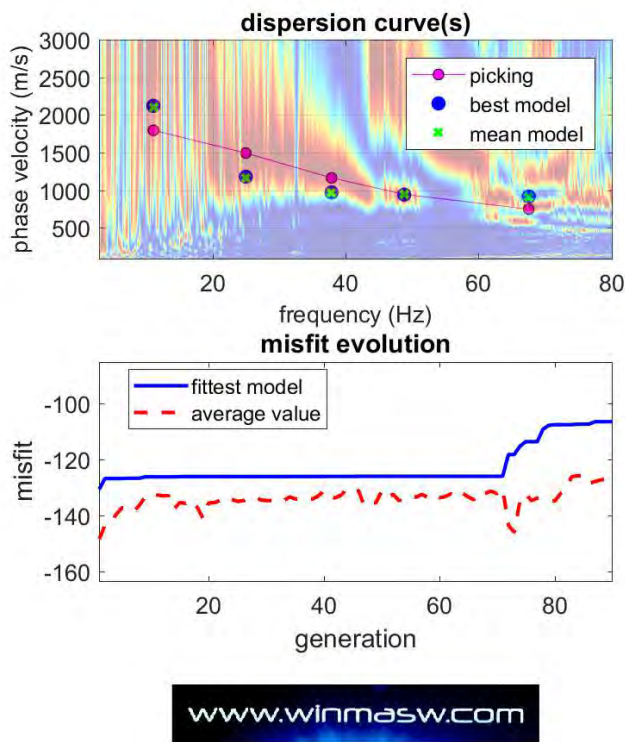
www.winmasw.com

Date: 25 1 2025

Time: 18 0

Dataset: galatina#2. AT

Profilo sismico MASW 2



Subsurface Model

Vs (m/s): 466, 1058, 2561

Standard deviations (m/s): 26, 6, 156

Thickness (m): 1.3, 20.1

Standard deviations (m/s): 0.1, 0.3

Density (gr/cm3) (approximate values): 2.09 2.25 2.44

Shear modulus (MPa) (approximate values): 453 2514 15977

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: masw2.cdp

analysis: ayl ig av s

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual).

Vp (m/s): 1141 0 4791

Poisson: 0.40 0.35 0.30

Vs30 and VsE (m/s): 1190 466

Pay attention

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 10/01/2018:

- I massi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, virtualmente comprese in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - I cotti e i 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - D 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 e 180 m/s.

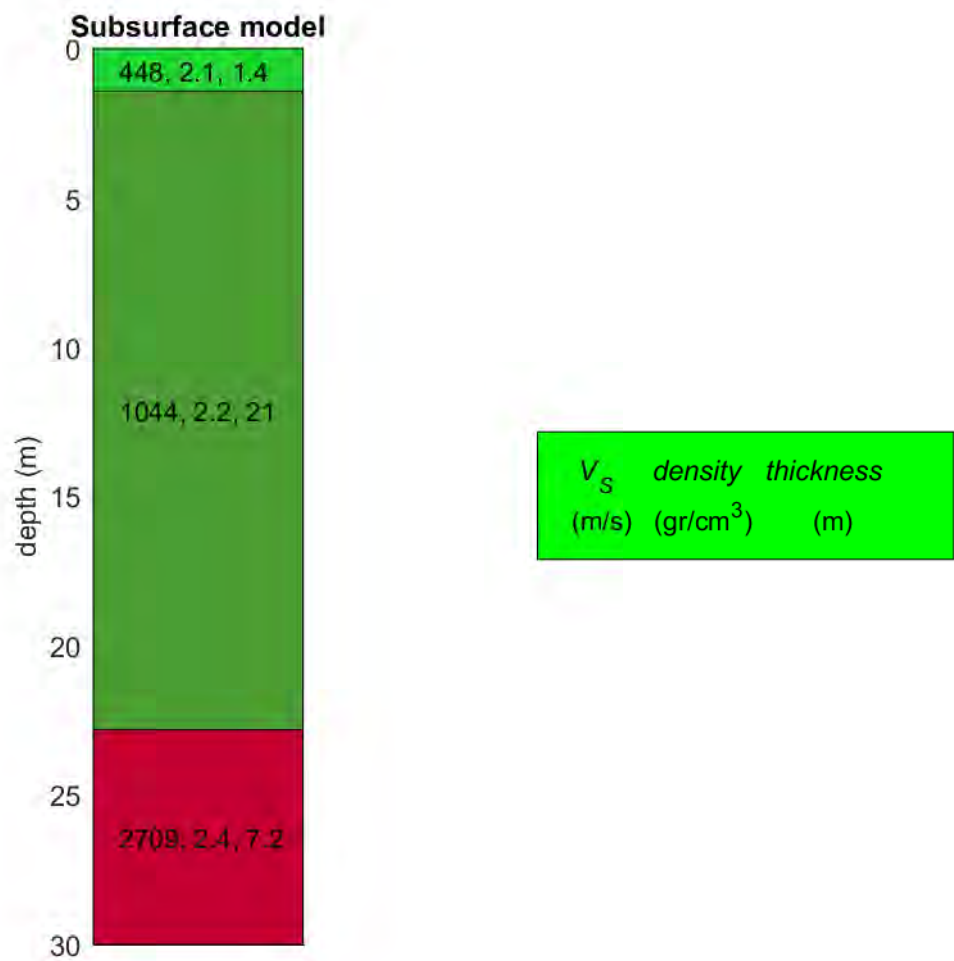
E - Terreni con caratteristiche valori di velocità equivalenti riconducibili a quelle dei finiti per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiori a 30 m.

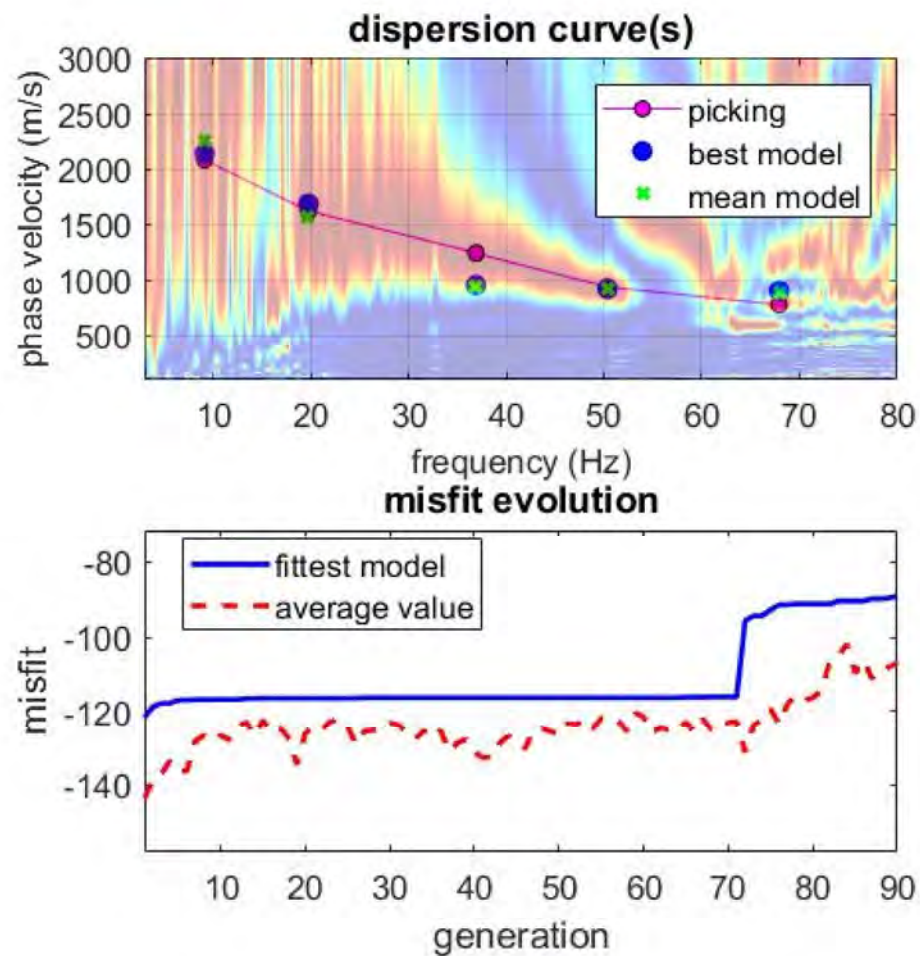
Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario provvedere specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

winMASW - Surface Waves & Beyond

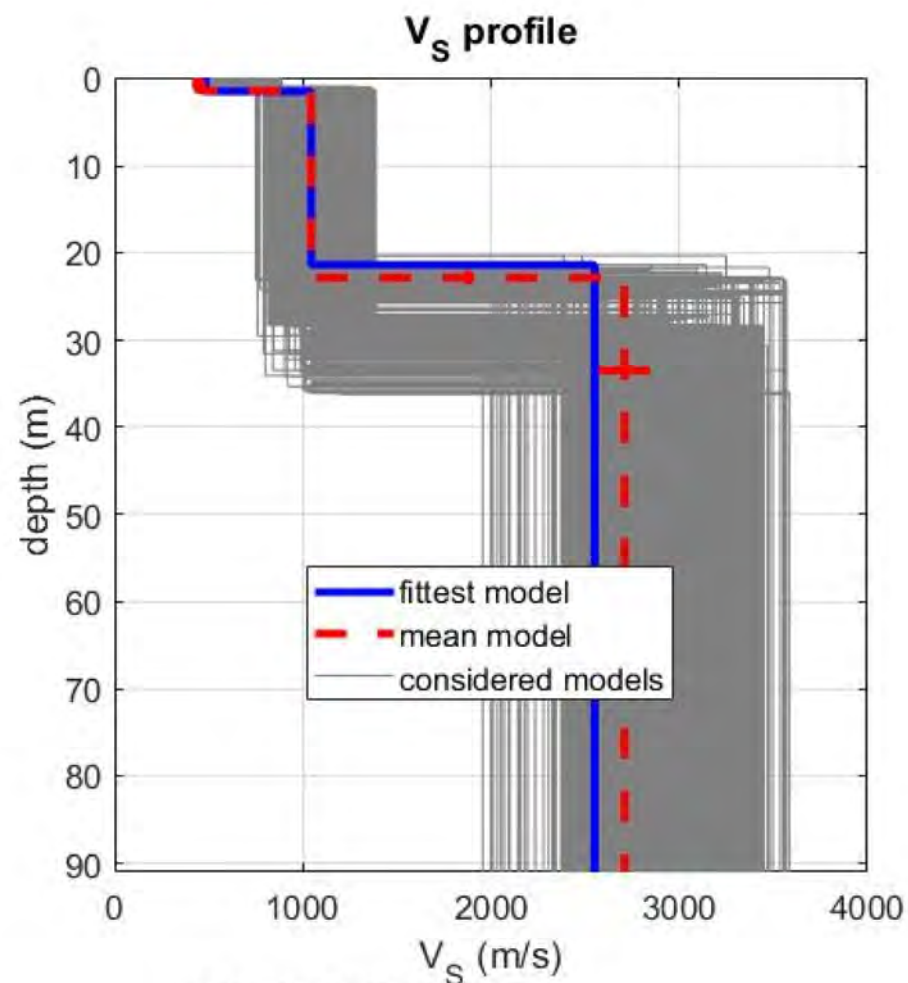
www.winmasw.com

Profilo sismico MASW 3



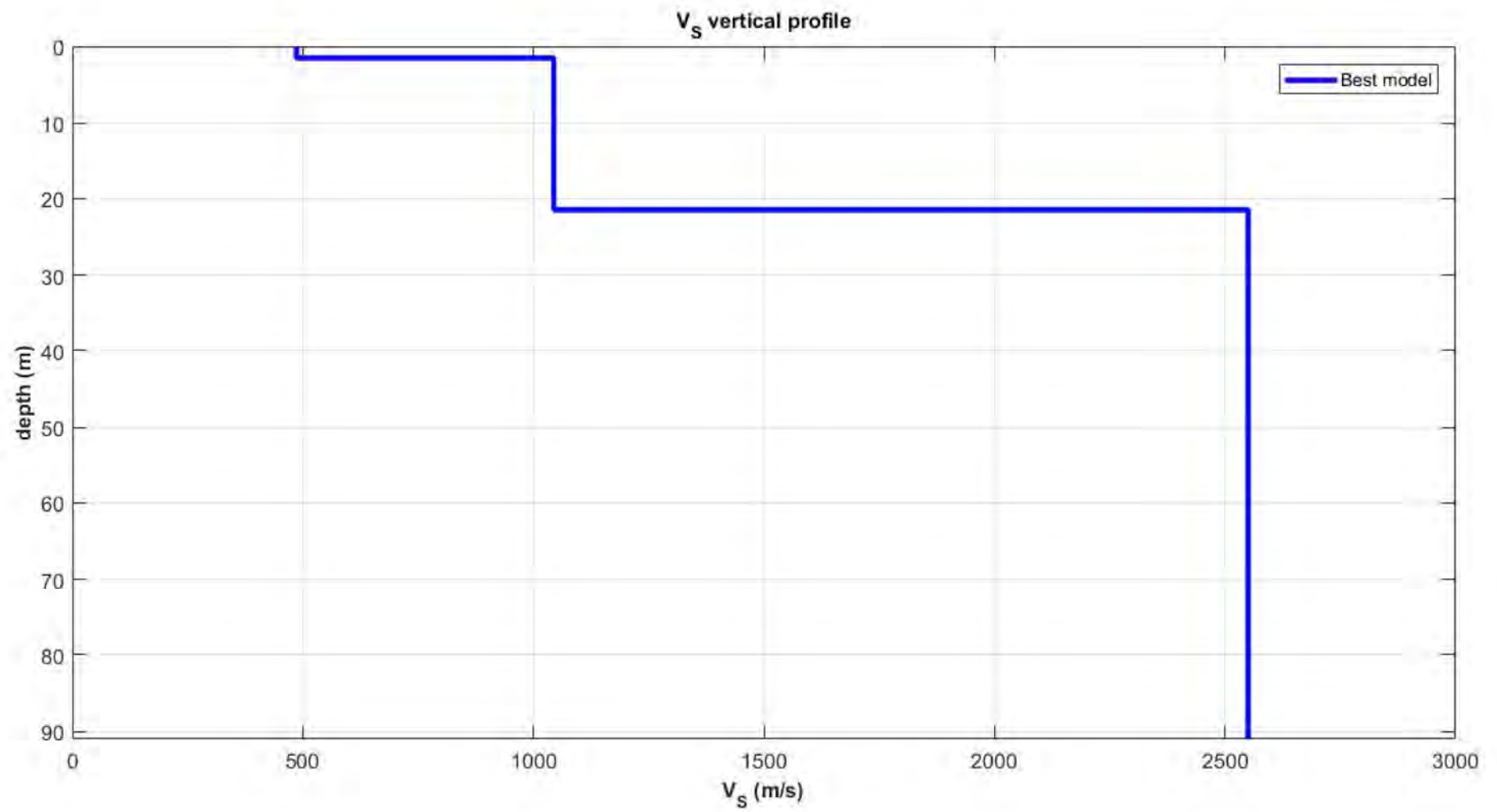


www.winmasw.com



dataset: galatina#3.DAT
 dispersion curve: masw3.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 1175 486 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 1139 448 m/s

Profilo sismico MASW 3



Profilo sismico MASW 3

inMASW nversion of Su face-Wave Di sion Cu es

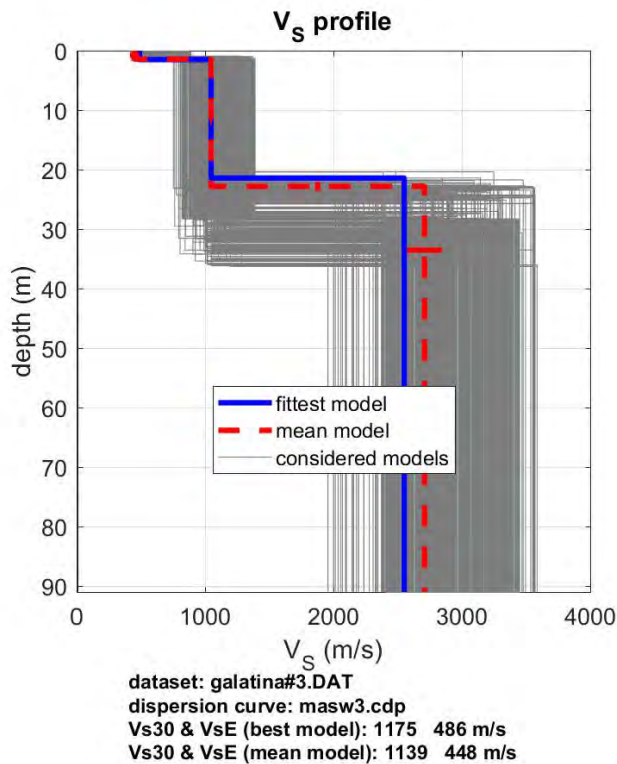
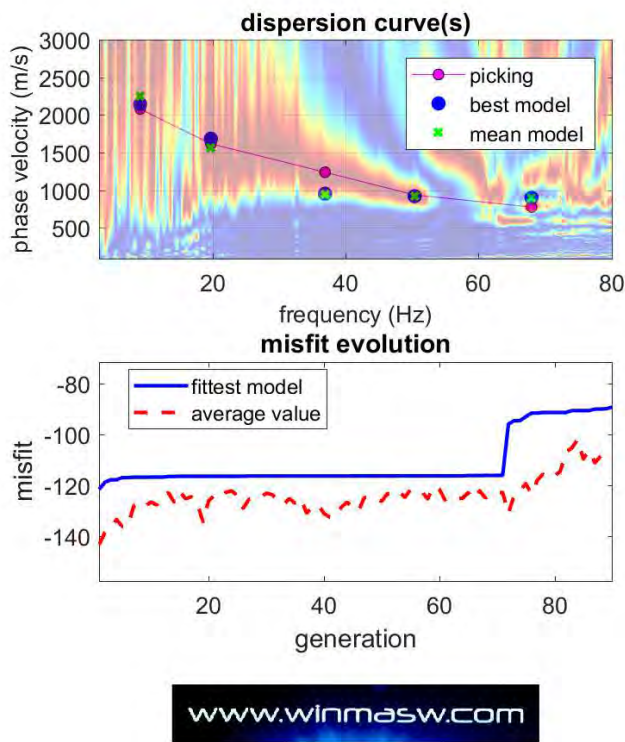
www.winmasw.com

Date: 25 1 2025

Time: 18 34

Dataset: galatina#3. AT

Profilo sismico MASW 3



Subsurface Model

Vs (m/s): 448, 1044, 2709

Standard deviations (m/s): 36, 6, 137

Thickness (m): 1.4, 21.4

Standard deviations (m/s): 0.1, 0.7

Density (gr/cm3) (approximate values): 2.08 2.24 2.45

Shear modulus (MPa) (approximate values): 417 2444 17978

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: masw3.cdp

analysis: ayl ig av s

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual).

Vp (m/s): 10 7 2173 5068

Poisson: 0.40 0.35 0.30

Vs30 and VsE (m/s): 113 448

Pay attention

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

- I massi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, virtualmente compatte in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - I cotti e densi 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 360 m/s - 800 m/s.

C - D 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s - 360 m/s.

D - 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 da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 - 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche valori di velocità equivalenti riconducibili a quelle dei finiti per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiori a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario provvedere specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

winMASW - Surface Waves & Beyond

www.winmasw.com