



**Realizzazione di impianto agrivoltaico con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Soleto (LE) e delle relative opere di connessione alla Stazione elettrica nel Comune di Galatina (LE)**

Potenza nominale cc: 33,568 MWp - Potenza in immissione ca: 30,00 MVA

**ELABORATO**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOTECNICA**

**IDENTIFICAZIONE ELABORATO**

Livello progetto	Codice Pratica AU	Documento	Codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
<b>PD</b>		R	2.22			R_2.22_GEO	Agosto 2022	n.a.

**REVISIONI**

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	10/08/2022	I Emissione	DIMOLA	MILELLA	AMBRON

**PROGETTAZIONE:**

**MATE System S.r.l.**

Via Papa Pio XII, n.8 70020 Cassano delle Murge (BA)  
tel. +39 080 5746758  
mail: info@matesystemsrl.it pec: matesystem@pec.it

**Progettista:**

Dott. Geol. Vito Dimola



**Coordinamento al progetto:**

**PROSVETA s.r.l.**

Viale Svezia, n.7 - 73100 LECCE  
tel. +39 0832 363985 - Fax +39 0832 361468  
mail: prosvetasrl@gmail.com pec:prosveta@pec.it

**Coordinatore al progetto:**

Ing. Francesco Rollo

**DIRITTI**

Questo elaborato è di proprietà della New Solar Blue S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

**PROPONENTE:**

**NEW SOLAR BLUE S.R.L.**  
VIA E. ESTRAFALLACES 26  
73100 LECCE (LE)

**Il legale rappresentante**  
Dott. FRANCO RICCIATO

## INDICE

PREMESSA.....	1
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO GENERALE .....	4
1.1 Geologia di dettaglio del sito di progetto.....	8
1.2 Caratteristiche geomorfologiche .....	8
2. IDROGEOLOGIA .....	10
3. IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	13
4. VINCOLI AMBIENTALI .....	14
5. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	15
6. MODELLO GEOLOGICO .....	16
7. MODELLO GEOTECNICO .....	17
8. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	18
9. SISMICITA' DELLA ZONA E DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA .....	19
10. CONCLUSIONI.....	30

## Allegati

- **Tav\_01 Corografia della zona**
- **Tav\_02 Ortofoto della zona**
- **Tav\_03 Geologia area vasta**
- **Tav\_04 Carta Geolitologica**
- **Tav\_05 Carta Geomorfologica-idrogeologica**
- **Tav\_06 Sezione Geolitologica-modello geologico-tecnico**
- **Tav\_07 Stratigrafia**
- **Tav\_08 Carta del Rischio\_AdB**
- **Tav\_09 Stralcio Cartografia vincoli PPTR Puglia**
- **Tav\_10 Stralcio Cartografia vincoli PTA Puglia**
- **Tav\_11 Indagini Indirette (Sismica a rifrazione e MASW)**

## PREMESSA

Scopo della seguente relazione è quello di descrivere i caratteri litologici, morfologici, stratigrafici, sismici e geotecnici dei terreni di fondazione di un parco fotovoltaico e delle relative opere di connessione da realizzare nel comune di Galatina, provincia di Lecce.

Per l'acquisizione dei dati geologici e geomorfologici è stato eseguito un rilevamento speditivo del sito di progetto e di un suo intorno. Le condizioni geologiche del sottosuolo dell'area oggetto di studio sono state definite facendo ricorso ai risultati di indagini geognostiche di tipo indiretto nell'area di sedime dei pannelli fotovoltaici, mediante l'esecuzione di indagine sismica a rifrazione e MASW.

In base alle informazioni ottenute da tali indagini si sono potuti ricostruire i rapporti stratigrafici delle Formazioni geolitologiche presenti nel sottosuolo della zona in esame e l'assetto idrogeologico del sottosuolo e di definire le caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati.

La presente relazione viene redatta conformemente alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019, nonché sul recepimento della Regione Puglia dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

L'indagine è stata articolata secondo il seguente programma:

- studio della bibliografia tecnico-scientifica esistente;

- rilevamento geo-litologico di superficie;
- analisi morfologica dei luoghi e relative condizioni di stabilità;
- esame della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- esame dei risultati delle indagini geognostiche;
- esame della categoria sismica del suolo di fondazione;
- caratterizzazione e modellazione geotecnica dei terreni di fondazione.

Le risultanze acquisite sono state confrontate sia con i dati della cartografia ufficiale che con la bibliografia esistente del territorio studiato.

Il presente lavoro comprende i seguenti Allegati tecnici:

- Tav\_01 Corografia della zona
- 
- Tav\_02 Ortofoto della zona
- 
- Tav\_03 Geologia area vasta
- 
- Tav\_04 Carta Geolitologica
- 
- Tav\_05 Carta Geomorfologica-idrogeologica
- 
- Tav\_06 Sezione Geolitologica-modello geologico-tecnico
- 
- Tav\_07 Stratigrafia
- 
- Tav\_08 Carta del Rischio AdB
- 
- Tav\_09 Stralcio Cartografia vincoli PPTR Puglia
- 
- Tav\_10 Stralcio Cartografia vincoli PTA Puglia
- 
- Tav\_11 Indagini Indirette (Geofisica)

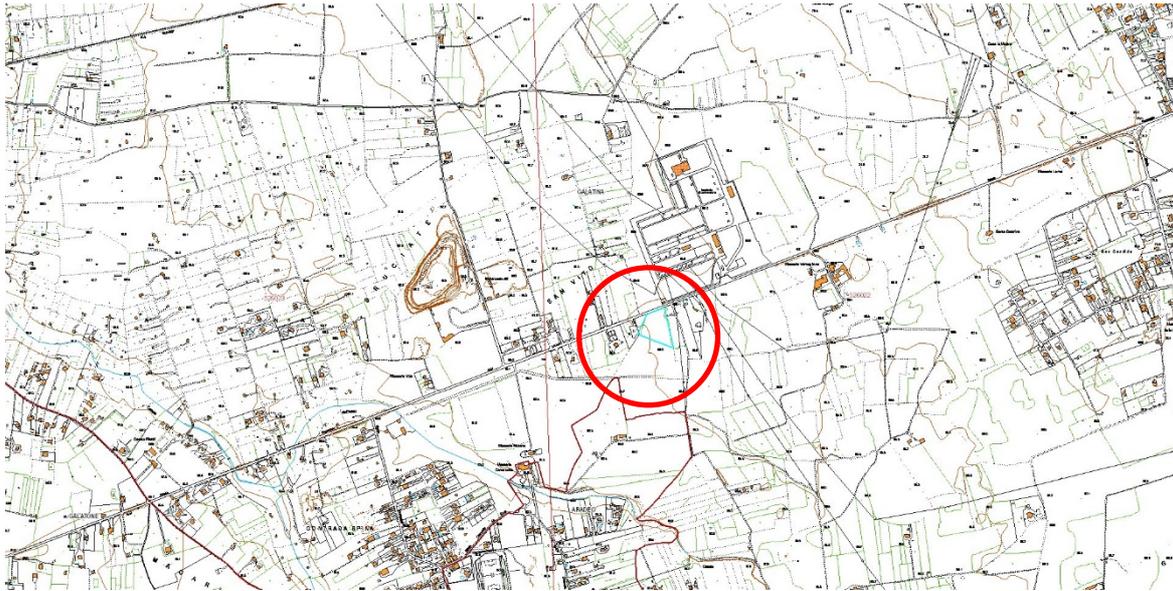


Fig. 1a Corografia della zona con ubicazione del sito di intervento Stazione Elettrica

Coordinate baricentrico dell'area dell'ampliamento stazione elettrica in diversi sistemi di riferimento

WGS84 UTM 33N X: 766480.29199 Y: 4450349.64532

WGS84 UTM 32N X: 1277959.08247 Y: 4485810.93163

Gauss Boaga Est X: 2786492.35245 Y: 4450426.26652

lat/lon WGS84 X: 18.12896 Y: 40.16125

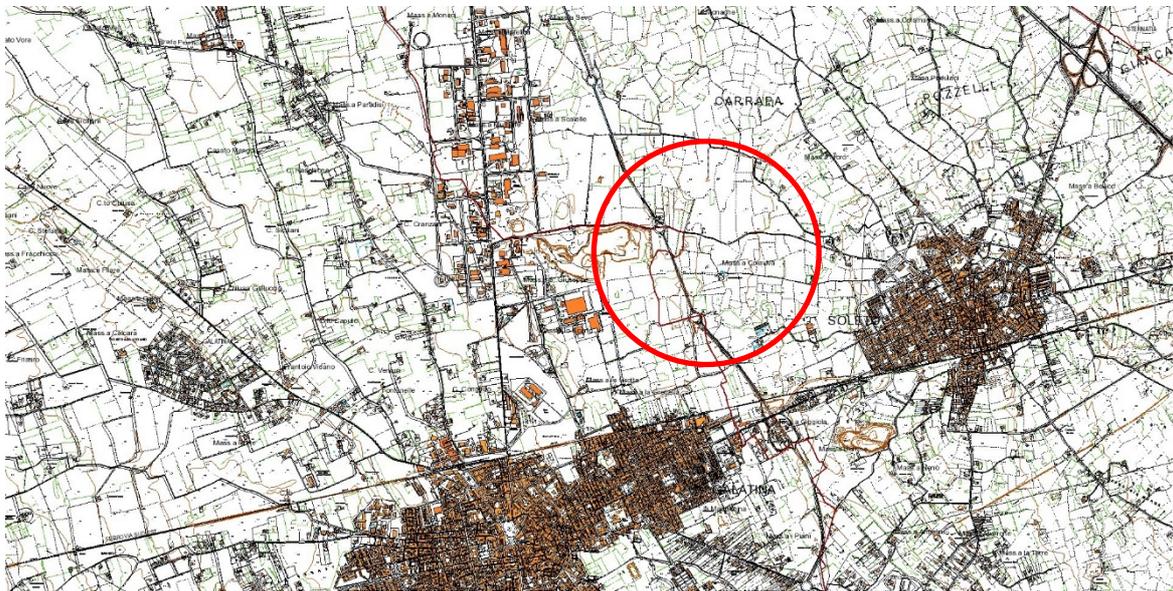


Fig. 1b Corografia della zona con ubicazione del sito di intervento Parco Fotovoltaico

Coordinate baricentro dell'area del parco fotovoltaico in diversi sistemi di riferimento

WGS84 UTM 33N X: 771312.16263 Y: 4453923.85816

WGS84 UTM 32N X: 1282566.95473 Y: 4489731.20961

Gauss Boaga Est X: 2791324.44386 Y: 4454000.58453

lat/lon WGS84 X: 18.18712 Y: 40.19185

## 1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO GENERALE

L'area analizzata ricade nel settore centro occidentale del foglio geologico n 214 "Gallipoli" della Carta d'Italia nel settore sud occidentale.

La penisola salentina, comprende parte delle province di Brindisi parte di Taranto e tutta quella di Lecce ed è caratterizzata, dal punto di vista geologico, dalla preponderanza di sedimenti carbonatici. Di questi una notevole porzione è data da materiali calcarenitici di età miocenica e plio-pleistocenica. I depositi calcarenitici più antichi, rappresentati dalla "Pietra Leccese" e dalle "Calcareniti di Andrano", sono trasgressivi sui calcari del Cretaceo e del Paleogene.

Il basamento carbonatico della Penisola Salentina, correlabile per età e facies con il Calcare di Altamura, è non solo la parte meno sollevata della piattaforma apula, ma anche quella maggiormente interessata dall'attività tettonica. Essa appare in gran parte ricoperta da sedimenti calcarenitici di età terziaria. In discordanza angolare, ma senza lacuna, si rinvengono, sui calcari cretacei della costa adriatica, i "Calcari di Castro" di tipo clastico-organogeni e di età paleoceno-oligoceno, caratterizzati dalla presenza quasi costante di brecce intraformazionali e da uno spessore variabile in maniera sensibile da luogo a luogo. Sedimenti miocenici in trasgressione sia sui calcari mesozoici che su quelli cenozoici ricoprono estese aree della parte meridionale della penisola (lato adriatico). Si tratta di due formazioni terrigene tra loro parzialmente eteropiche di età compresa tra il Langhiano e il Messiniano: le "Calcareniti di Andrano" e la cosiddetta "Pietra Leccese". La prima è formata da calcareniti organogene e da calcari bioclastici; la seconda è una calcarenite a grana fine. Trasgressive su formazioni più antiche sono presenti inoltre coperture più o meno estese di depositi plio-pleistocenici sia in facies marina che in fase continentale.

Il Salento possiede un impianto tettonico molto diverso da quelli del Gargano e delle Murge. La penisola è costituita da una successione di graben e di horst, di varia grandezza ed estensione, oggi corrispondenti dal punto di vista morfologico alle alture denominate "Serre Salentine" ed alle aree topograficamente depresse che le separano. Le ultime fasi tettoniche cretacee crearono nella regione deformazioni disgiuntive di tipo compressivo principalmente lungo due direttrici: una "appenninica" e l'altra Sud-Ovest - Nord-Est. E' assai probabile che questa tettonica abbia costituito la premessa per la formazione del sistema horst graben e nel contempo abbia fatto emergere larga parte della penisola. I movimenti tettonici miocenici riportarono sott'acqua le terre emerse consentendo la sedimentazione di estesi corpi calcarenitici. Le fasi tardo mioceniche e plioceniche, tuttavia, riattivarono le faglie cretacee interessando anche i terreni di età miocenica. Nel corso di questi ultimi due periodi e del Pleistocene inferiore fenomeni di subsidenza e di innalzamento portarono più volte ampi tratti del Salento al di sotto ed al di sopra del livello marino favorendo la deposizione di materiali terrigeni erosi dalle terre emerse o viceversa lo smantellamento delle coperture più recenti ad opera degli agenti atmosferici. Una nuova fase tettonica nel Pleistocene medio conferì alla regione una configurazione assai simile all'attuale, anche se fenomeni di ingressione e ritiro del mare per cause glacioeustatiche in specie quelle rissiana e wurmiana, consentirono la deposizione in aree marginali di sedimenti costieri. Nel complesso si può dire che un ruolo assai importante sembra essere stato giocato dalla faglia Porto Cesareo - San Cataldo la quale ha diviso la penisola in due parti, delle quali la settentrionale mostra in prevalenza allineamenti Est-Ovest (come nei vicini lembi meridionali murgiani), mentre la meridionale mostra linee tettoniche più evidenti e variamente distribuite.

L'area di lavoro del parco fotovoltaico è posta in corrispondenza di un modestissimo versante topografico ad una quota variabile da 42÷50 m s.l.m.; più in generale la zona è caratterizzata da morfologia pianeggiante che degrada lievemente in direzione S-SW

come emerge dalle limitate differenze di quota. Mentre la stazione di connessione è collocata su di un'area pianeggiante a circa m 67 slm. L'attuale configurazione geologica è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento carbonatico durante il terziario e che ha dato vita ad una serie di depressioni in cui si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie Pleistoceniche.

L'andamento pianeggiante di queste aree depresse è determinato dalle formazioni presenti che sono in prevalenza costituite da depositi plio-pleistocenici con livelli più superficiali costituiti da depositi sabbioso-arenacei e/o calcarenitici di limitato spessore, poggianti sui sottostanti depositi argillosi. Nell'area di lavoro sono state riconosciute e distinte delle formazioni riferibili, secondo quanto riportato nelle note Illustrative della carta Geologica d'Italia foglio n.214, dalla più antica alla più recente secondo il seguente ordine:

- dolomie di Galatina;
- calcari di Melissano;
- Pietra Leccese;
- sabbie di Uggiano;
- calcareniti del Salento (membro superiore);
- formazione di Gallipoli.

**- dolomie di Galatina:**

Si tratta di una successione di calcari, calcari dolomitici e, subordinatamente, di dolomie, di colore biancastro, giallastro e grigio-nocciola, compatti ben stratificati. I litotipi suddetti risultano duri, compatti e tenaci; localmente possono presentarsi ricristallizzati e/o con cavità e fessurazioni occluse da incrostazioni calcistiche. I calcari dolomitici e le dolomie presentano una colorazione più scura, dal grigio nocciola sino al nerastro e risultano generalmente subsaccaroidi e di origine secondaria. Il complesso, nell'insieme piuttosto omogeneo, appare in più luoghi intensamente fratturato secondo sistemi di fratture subverticali. Su tali fessure si sono impostati generalmente fenomeni di dissoluzione carsica che hanno determinato la formazione di cavità anche di grosse dimensioni. La sequenza geologica considerata risulta per tale motivo a buon grado di permeabilità ed è sede di una potente falda acquifera di fondo. L'unità stratigrafica continua nel sottosuolo per uno spessore complessivo di alcune migliaia di metri.

**- calcari di Melissano:**

Questa formazione non affiora nell'area di lavoro ma rispettivamente ad ovest dell'area sulla "serra di Castelforte", inoltre è presente in profondità in tutto il territorio dove risulta ribassata per cause tettoniche. Questa formazione costituisce il basamento e si presenta con stratificazione variabile ad andamento ondulato con fratturazioni subverticali, con diaclasi e leptoclasti con strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo. La litologia dei calcari e dei calcari dolomitici, generalmente di colore avana o nocciola, è di tipo compatto e tenace, in strati e banchi, talora riccamente fossilifera, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola. L'ambiente deposizionale è di mare poco profondo più esattamente di piattaforma.

**- pietra Leccese:**

Questa formazione è costituita da depositi calcarenitici miocenici che poggiano in trasgressione sul basamento mesozoico. Dal punto di vista stratigrafico si tratta di calcari organogeni, biocalcareni, calcareniti e calcareniti marnose, grigiastre, giallastre e grigio verdastre. L'estrema variabilità di tali sedimenti è legata alla rapida evoluzione degli ambienti deposizionali in cui tali unità si sono formate. Gli affioramenti sono caratterizzati da blandi alti morfologici alle cui pendici si rinvengono coperture trasgressive di terreni plio-pleistocenici litologicamente costituiti da calcareniti a grana grossolana e sabbie.

**- sabbie di Uggiano:**

questa formazione è caratterizzata da sabbie calcaree e calcareniti marnose giallastre fossilifere e calcari organogeni compatti fossiliferi, a luoghi, conglomeratici. L'unità oltre ad affiorare nei dintorni di Otranto, interessa la parte nord orientale del foglio 214, dove forma un esteso affioramento disposto parallelamente all'attuale costa. Altri lembi affiorano nei dintorni di Palmarigi, Giuggianello, Corigliano d'Otranto, Melendugno e nella nostra zona in studio.

**-calcareniti del Salento:**

questa formazione è caratterizzata da calcareniti grigio-giallo chiare e compatte, calcari grossolani individuabili nel tipo "panchina" e sabbioni calcarei anche cementati (QP). Nella zona oggetto di studio essa occupa le aree depresse tra serra e serra con una netta distribuzione areale. I litotipi riferibili alla formazione denominata "calcareniti del Salento" sono riconducibili alla più generica definizione di "tufi", termine utilizzato per raggruppare sedimenti che localmente nel passato prendevano nomi diversi (Martinis 1967). Le conoscenze paleontologiche della zona permettono di avanzare delle ipotesi per la ricostruzione dell'ambiente di sedimentazione. Esso sembrerebbe essere di tipo litorale con tendenze al neritico e denoterebbe un buon prosperare di organismi. Per quanto riguarda gli apporti di tipo inorganico, questi si riconducono all'accumulo di elementi calcarei prodottisi dall'erosione delle emergenti serre (Calcari di Melissano).

Lo spessore massimo è stato desunto da alcune cave presenti nella zona dal momento che non esistono, nel territorio considerato, affioramenti utili per una misura dettagliata della potenza della formazione. Tale spessore è stato calcolato intorno ai 40-50m.

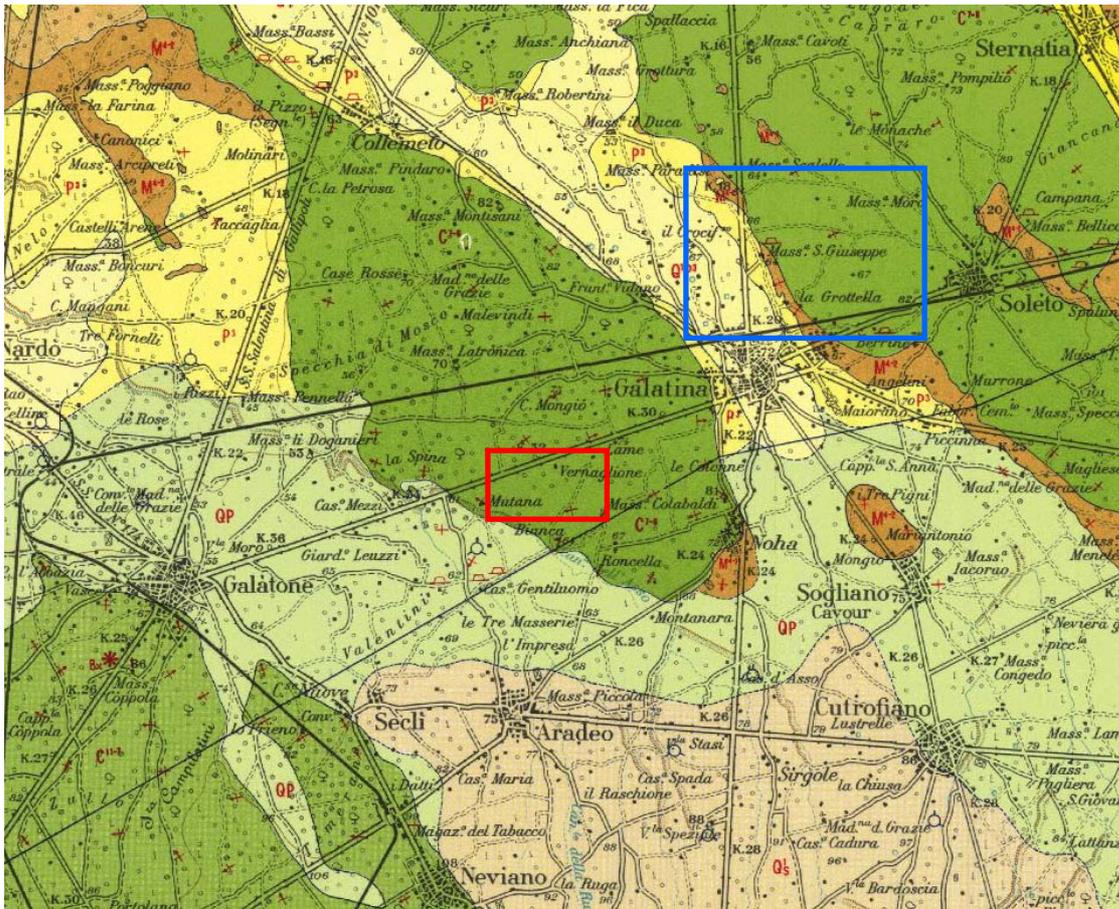
**- Formazione di Gallipoli:**

Sabbie argillose giallastre che passano inferiormente a marne argillose sabbiose grigio-azzurrate. La Formazione di Gallipoli è costituita da due litotipi fondamentali, che sono: le marne argillose e, più raramente, le marne, alla base; le sabbie, più o meno argillose, alla sommità. Le marne argillose hanno una tinta grigio-azzurrognola, sono generalmente plastiche e poco stratificate e contengono percentuali variabili di frammenti di quarzo a spigoli vivi. Vi sono abbondanti microfossili, i più significativi dei quali sono *Arctica islandica*, *Chlamys septemradiata* a questi si aggiungono *Pecten*, *Cardium*, ecc.. Relativamente abbondante è anche la microfauna. Verso l'alto della serie la componente marnoso-argillosa diminuisce progressivamente, finché si passa a sabbie vere e proprie, giallastre o grigio-giallastre, aventi ancora un certo contenuto di argilla, costituite prevalentemente da frammenti di quarzo a grana da media a fine. Le sabbie sono stratificate e talora parzialmente cementate. La parte superiore della Formazione di Gallipoli è quasi totalmente priva di macrofossili; i microfossili invece sono anche qui relativamente abbondanti; le forme più significative sono: *Cassidulina laevigata*, *carinata*, *Bulimina marginata* ecc. Le sabbie e argille costituenti la Formazione di Gallipoli possono essere sostituite, parzialmente o totalmente, da calcareniti ed arenarie ben cementate, e talora da livelli di « panchina ». Di questa formazione che ricopre solo parzialmente la Penisola Salentina, è difficile stabilire in affioramento le variazioni di potenza.

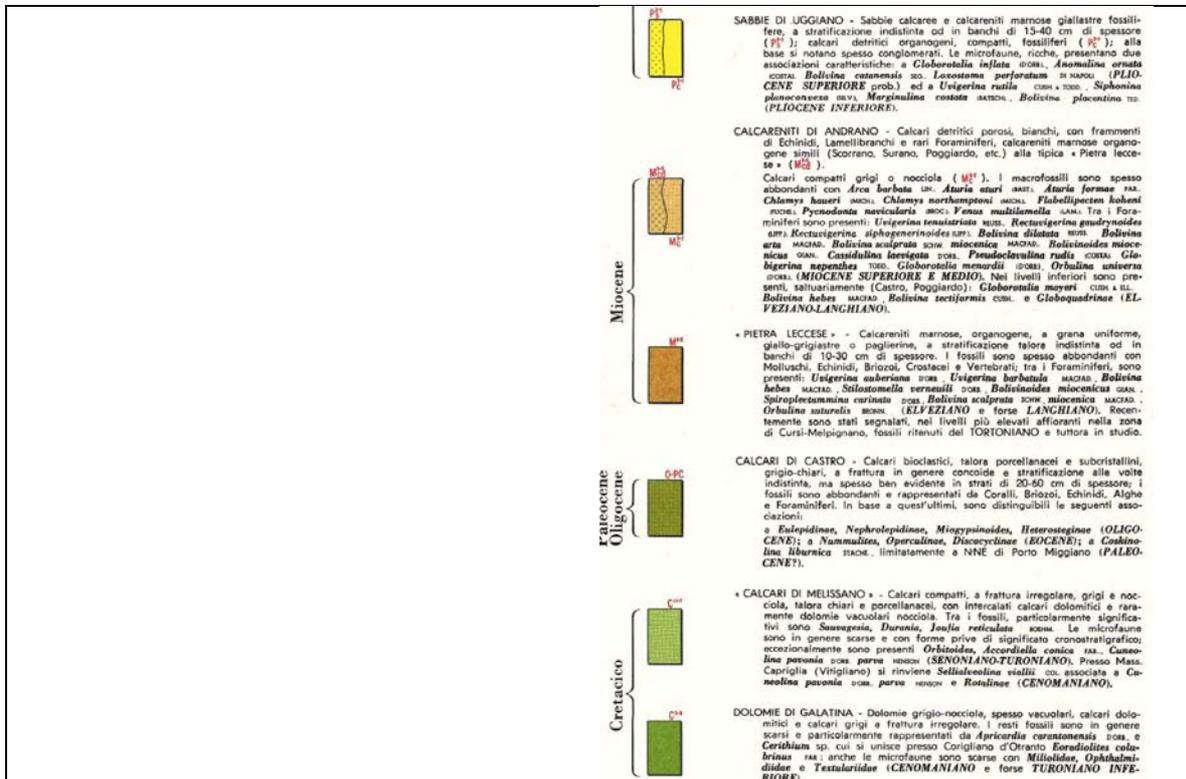
**L'area in studio per la gran parte è caratterizzata in affioramento da un ammasso calcarenitico che poggia sui calcari-dolomitici della formazione delle Dolomie di Gallipoli collocata nella parte a nord della zona in studio Di seguito si riporta lo stralcio della Carta Geologica d'Italia n. 214 con l'evidenza della zona in studio.**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Progetto per la realizzazione di un parco fotovoltaico e stazione di arrivo nel Comune di Galatina (LE)



Stralcio della Carta Geologica d'Italia n. 214 Gallipoli



Parco Fotovoltaico

Stazione elettrica

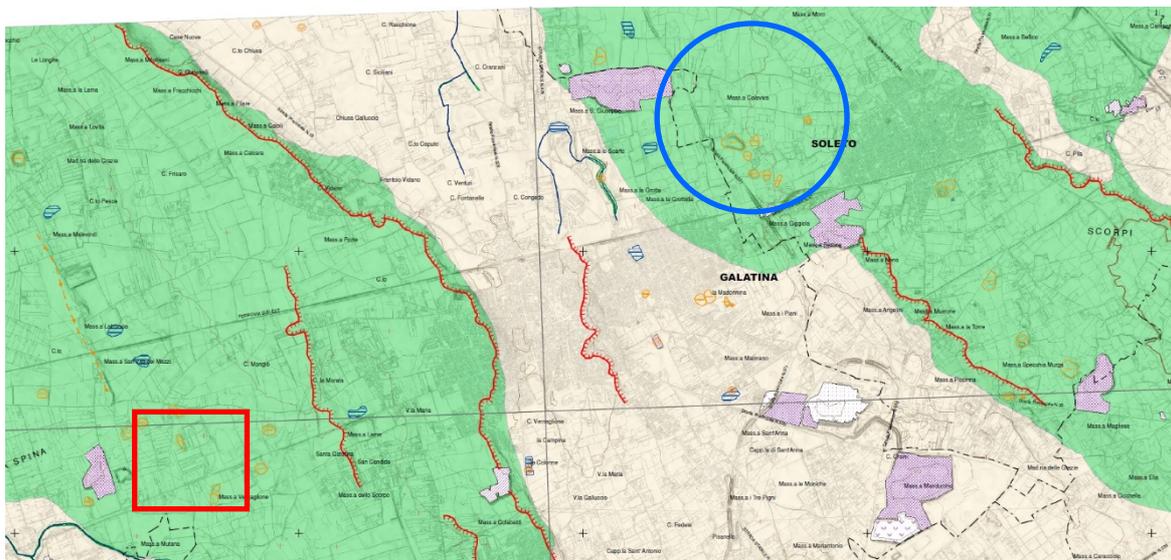
## 1.1 Geologia di dettaglio del sito di progetto

Dal punto di vista geologico, il litotipo affiorante, in gran parte, è la calcarenite “Pietra Leccese” e, in minor parte, il calcare dolomitico “Dolomia di Galatina”.

Per ciò che concerne l’assetto strutturale, l’area è caratterizzata da un modesto horst e presenta uno stile tettonico pressoché “tabulare”: infatti, laddove osservabili, i depositi calabrianici presentano una giacitura sub-orizzontale.

## 1.2 Caratteristiche geomorfologiche

Dal punto di vista geomorfologico, l’area è completamente pianeggiante o sub-pianeggiante, nella parte nord aumenta l’inclinazione. Esternamente all’area oggetto di studio, ampie porzioni di territorio sono caratterizzate da dorsali, chiamate localmente “Serre Salentine”, estese principalmente in direzione NO-SE. Esse sono state originate da stress tettonici attivi di tipo disgiuntivo e plicativo che, dal Cretaceo fino al Pleistocene, hanno caratterizzato l’orografia dell’intera Penisola salentina. Tale tettonica che si manifesta principalmente lungo l’asse SSE-NNO ha originato importanti morfostrutture, conferendo al paesaggio un aspetto ad “horst e graben”. In un contesto geolitologico poc’anzi descritto si riconoscono alcune forme carsiche, costituite per lo più da piccole depressioni doliniformi.



Carta idrogeomorfologica redatta dall’AdB Puglia Stralcio Foglio 526 Nardò (Stazione Elettrica in rosso e parco fotovoltaico in blu)

## 2. IDROGEOLOGIA

La sequenza geolitologica descritta comprende Formazioni permeabili per porosità e Formazioni permeabili per fessurazione e carsismo.

La permeabilità per porosità, anche se con grado variabile localmente in relazione all'assortimento granulometrico ed al grado di diagenesi del sedimento, è tipica degli ammassi arenitici o calcarenitici. Per ciò che concerne il grado di permeabilità dei depositi calcarenitici, banchi arenacei e calcarenitici ben cementati, esso può ritenersi variabile e si aggira intorno a valori compresi tra  $10^{-5}$  m/s e  $10^{-3}$  m/s.

Difficilmente quantificabile è invece la permeabilità dei calcari e calcari dolomitici, a causa dell'elevata eterogeneità del mezzo acquifero. Essa dipende dalla distribuzione e percentuale delle litoclasti che non di rado raggiungono il 15% a cui bisogna aggiungere la porosità intrinseca della roccia. Tuttavia, lo stato di fratturazione e di carsificazione, la presenza, quasi ovunque al passaggio ai sottostanti calcari dolomitici cretacici, di un banco di terra rossa ("bolo") che gioca un ruolo determinante nel modificare la permeabilità del basamento carbonatico, occludendone in parte le fessure, la bassa cadente piezometrica, le trascurabili depressioni del livello della falda determinate da emungimenti anche cospicui, fanno ritenere elevata la permeabilità della Formazione. I dati acquisiti in campo idrogeologico evidenziano che nell'area oggetto di studio è presente un unico grande acquifero: la falda profonda che permea con continuità regionale la Formazione calcareo-dolomitica fessurata e carsificata. La falda, circolante a pelo libero o leggermente in pressione, è un acquifero sostenuto dalle acque salate di invasione continentale, che ha come livello superiore una superficie disposta poco al di sopra dell'orizzonte marino. L'alimentazione idrica della falda si compie per infiltrazione diffusa delle precipitazioni ricadenti sugli affioramenti permeabili, ovvero concentrata laddove le acque sono drenate nel sottosuolo ad opera di apparati carsici.

Si precisa che la superficie teorica di separazione tra i due liquidi a diversa densità è chiamata interfaccia.

La legge di Ghyben-Herzberg regola, nell'ipotesi di assenza di deflusso, l'equilibrio acqua dolce-acqua salata ed è data dalla seguente relazione:

$$h = \frac{d_f}{d_m - d_f} t$$

in cui:

t = altezza del livello di falda sul livello del mare;

h = profondità dell'interfaccia dal livello del mare;

d<sub>m</sub> = densità dell'acqua di mare;

d<sub>f</sub> = densità dell'acqua dolce di falda.

Lo spessore della falda e la profondità dell'interfaccia risultano pertanto correlate all'altezza della superficie freatica sul livello del mare ed alla densità dei due liquidi.

Se si pone:

$$d_m = 1.028 \text{ g/cm}^3$$

$$d_f = 1.0028 \text{ g/cm}^3$$

si ottiene che

$$h \sim 40 t$$

Il sito di progetto è ubicato in corrispondenza dell'altezza piezometrica di circa 3 metri sul livello del mare, ad una profondità di circa 50 metri dal piano campagna e l'interfaccia acqua dolce-acqua salata è orientativamente valutabile alla profondità di circa 120 metri dal livello medio del mare. Limitatamente al sito di progetto, la direzione preferenziale del deflusso sotterraneo risulta essere orientata da Nord-est verso Sud-ovest.



### 3. IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Da un esame effettuato in zona e dalla interpretazione delle curve di livello della cartografia consultata si evince che l'area oggetto di studio è caratterizzata da valori di pendenze che variano dallo 0-5%, per cui l'area si presenta quasi pianeggiante. Tali caratteristiche di acclività e la permeabilità per fessurazione e carsismo delle Formazioni geolitologiche affioranti rendono, in questa parte del territorio, pressoché nulla la predisposizione al ruscellamento ed a fenomeni di allagamento. Tale considerazione scaturisce da un calcolo, se si pone in correlazione la pericolosità idraulica  $P$ , intesa come probabilità che non si verifichi un evento di allagamento, con il tempo di corrivazione  $T_c$ . La letteratura propone la seguente equazione:

$$P = 1 - \left( \frac{1}{T_c} \right)$$

In base alle acclività ridotte si evince che, nel caso specifico di studio, il valore  $P$  tende al valore massimo 1 o, in termini di percentuale, al 100% poiché il valore  $T_c$ , data la bassa acclività, tende all'infinito o a valori molto elevati. Quindi, a causa dei bassi valori delle pendenze, la velocità di deflusso dell'acqua, in occasione di precipitazioni, tenderebbe a valori nulli o molto bassi, favorendo una infiltrazione nel sottosuolo. Le caratteristiche idrologiche dell'area oggetto di studio rispecchiano, in senso lato, quelle della Penisola Salentina, dove la permeabilità di gran parte delle Formazioni presenti, il loro stato di incarsimento e le condizioni climatiche, caratterizzate da precipitazioni concentrate nei mesi autunnali/invernali e da notevole aridità nei mesi estivi, non permettono lo sviluppo di una significativa rete idrografica superficiale. Ciò nonostante, le acque meteoriche hanno agito arealmente in questa area addolcendo, in una certa misura, le forme dei litotipi facilmente erodibili. Nella zona del parco fotovoltaico la circolazione idrica è priva di testimonianze con assenza di impluvi, mentre nella zona della stazione elettrica è presente, in direzione sud, a circa m 540 una forma di erosione torrentizia e/o incisioni testimonianti un'apprezzabile attività delle acque. Inoltre, in passato, le acque meteoriche hanno creato delle linee di deflusso preferenziale, in parte oblite, orientate in differenti direzioni, che convogliavano le acque piovane verso le zone topograficamente più ribassate.

#### **4. VINCOLI AMBIENTALI**

Dalla consultazione di tutta la cartografia tecnica tematica ufficialmente disponibile, sono stati presi in esame alcuni dei vincoli paesaggistico-ambientali, per la verifica di possibili incompatibilità dell'opera di progetto con gli stessi. Essi così vengono elencati:

##### **- PAI (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico)**

La Regione Puglia, nella veste dell'Autorità di Bacino che ha redatto il P.A.I. (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico), ha provveduto alla perimetrazione delle aree a pericolosità/rischio idraulico e geomorfologico. Il P.A.I., ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico - operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia. Il sito di progetto, posto a Nord-Ovest ed a Sud-est dell'abitato di Galatina (Le), non rientra in alcuna fascia di pertinenza fluviale, né in alcuna classe a pericolosità/rischio idraulico e geomorfologico, come si evince dalla carta del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico allegata al presente studio, non essendovi fenomeni di allagamento di particolare rilievo neppure nei periodi di massima registrazione delle precipitazioni, né fenomeni legati a movimenti franosi. Un tratto del cavidotto interseca un impluvio occasionale che sarà attraversato con il classico infilaggio con la spingi-tubo andando al disotto del letto dell'impluvio occasionale. Nelle aree che non rientrano nelle perimetrazioni del P.A.I. sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica/geomorfologica in relazione alla natura dell'intervento, poc'anzi citata ed al contesto territoriale. Pertanto l'intervento proposto risulta del tutto compatibile con le prescrizioni previste dalle N.T.A. del P.A.I. (Tav. 8 - Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico).

##### **- Zone pSIC, ZPS e IBA**

In armonia alle disposizioni del Regolamento Regionale, nessuna parte del territorio interessato dal progetto dell'impianto in oggetto proposto ricade nei Siti d'Importanza Comunitaria (pSIC), in Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.), in aree

Important Bird Areas (I.B.A.) o in aree parco, così come risulta dallo studio condotto attraverso il Progetto Bioitaly in Puglia per la creazione di Rete Natura 2000, e non provoca alcuna interferenza con le stesse (cfr Tav. 9).

**- Beni e Contesti Paesaggistici PPTR**

In armonia alle disposizioni del PPTR, nessuna parte del territorio interessato dal progetto dell'impianto in oggetto proposto è interessato da Beni e/o Contesti Paesaggistici (cfr Tav. 9).

**- Piano Tutela delle Acque PTA Puglia**

In armonia alle disposizioni del PTA, e considerato la tipologia di intervento che non prevede né immissioni e né emungimenti dal sottosuolo l'intervento si ritiene ammissibile e tale da non interferire con la vincolistica prevista dal PTA (cfr Tav. 10).

*Conclusioni*

Non si riscontrano particolari problemi di interferenze con la situazione vincolistica attuale. Per la visione cartografica si rimanda agli specifici elaborati negli allegati alla presente.

### 5. PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la redazione del progetto di che trattasi, è stato previsto un piano di indagini geognostiche, e geotecniche, atte a definire le caratteristiche stratigrafiche, meccaniche e geofisiche dei terreni. Il piano di indagine, conforme alle N.T.C. 2018 e alle vigenti normative regionali, è così articolato:

- ✓ rilievo geologico di dettaglio
- ✓ N. 3 stendimenti in superficie di sismica a rifrazione;
- ✓ N. 3 prove sismiche di superficie con la tecnica M.A.S.W.

### 6. MODELLO GEOLOGICO

In base a quanto illustrato sinora, ed in base alle indagini e prove eseguite, è possibile definire un modello geologico rappresentato graficamente in Tav. 4 dove è riportata la carta geolitologica e/o modellazione geologica del sito in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 Circ. C.S. LL.PP. n°7/19 C.6.2.1. Di seguito si riporta la stratigrafia generale della zona in studio, mentre in **Tav. 7** sono riportate le stratigrafie puntuali eseguite nelle aree in studio.

Stratigrafia n. 1				Stratigrafia n. 3				Stratigrafia n. 4			
Comune: Galatina (Le)				Comune: Galatina (Le)				Comune: Galatina (Le)			
Quota p.c.: m. 66 s.l.m.				Quota p.c.: m. 73 s.l.m.				Quota p.c.: m. 75 s.l.m.			
Coordinate: TERNA SpA				Coordinate: TERNA SpA				Coordinate: TERNA SpA			
Rilevo stratigrafico: luglio 2022				Rilevo stratigrafico: luglio 2022				Rilevo stratigrafico: luglio 2022			
Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola				Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola				Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola			
Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio				Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio				Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio			
Profondità (m)	Abiezione (m)	Spessore (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Profondità (m)	Abiezione (m)	Spessore (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Profondità (m)	Abiezione (m)	Spessore (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1	0,5		Deposito eluviale costituito da sabbie rosastre	1	0,5		Deposito eluviale costituito da sabbie rosastre e materiale di riporto	1	0,5		Deposito eluviale costituito da sabbie rosastre e materiale di riporto
2				2				2			
3				3				3			
4				4				4			
5				5				5			
6				6				6			
7				7				7			
8				8				8			
9				9				9			
10				10				10			
11			Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina	11			Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina	11			Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina
12			Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace	12			Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace	12			Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace
13				13				13			
14				14				14			
15				15				15			
16				16				16			
17				17				17			
18				18				18			
19				19				19			
20				20				20			
21				21				21			
22				22				22			
23				23				23			
24				24				24			
25				25				25			
26				26				26			
27				27				27			

Zona stazione elettrica

Zona parchi fotovoltaici

## 7. MODELLO GEOTECNICO

Sulla scorta delle conoscenze di base ottenute dalle indagini e prove eseguite in sito ed in laboratorio su terreni simili e dalla consultazione della letteratura scientifica nonché dall'esperienza degli scriventi e dei colleghi, è possibile definire i parametri meccanici che caratterizzano l'ammasso roccioso calcareo-dolomitico e l'ammasso roccioso calcarenitico.

I valori riportati di seguito sono state determinate da indagini di laboratorio sui terreni simili e dalla letteratura scientifica esistente. Di seguito si riportano i valori geotecnici di massima dei terreni affioranti:

**Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche e fisiche dei terreni affioranti:**

Litotipo	Densità di volume g/cm <sup>3</sup>	Coesione puntuale Kg/cm <sup>2</sup>	Coesione ammasso Kg/cm <sup>2</sup>	Angolo d'attrito °
<b>Ammasso roccioso calcareo "tenace"</b>	2,1÷2.5	150	3,05	40÷45°
<b>Calcarenite a granulometria da fine a grossolana</b>	1,6÷1,8	5÷10	1÷1.5	28÷32°

Tabella 2 – Valori provenienti dalle indagini sismiche

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cm <sup>3</sup>	%	MPa	MPa	MPa	mv <sup>3</sup> /kN/m <sup>3</sup>	sec.	hz
1	Materiale di riporto, terreno agrario, "terra rossa", calcare alterato	566	281	0,35	1,5	2,01	296	110	15	4243	0,014	70
2	Calcare e dolomia stratificato, intensamente fratturato e carsificato con sacche di "terra rossa"	2091	1110	0,33	2,1	1,88	6169	2319	411	23199	0,004	278
3	Calcare e dolomia, stratificato, fratturato e carsificato	2676	1488	0,29	2,2	1,80	12189	4724	1219	33182	-	-

Galatina (Le) - c.da S. Vito - SP 47

Tab. P1

### Stazione elettrica

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cmc	%	MPa	MPa	MPa	m/s <sup>2</sup> *kN/m <sup>3</sup>	sec.	hz
1	Terreno agrario, "terra rossa", con ciottoli calcarenitici e calcarenite alterata	457	220	0,35	1,4	2,08	182	67	9	3146	0,015	69
2	Calcarenite e sabbie a cementazione variabile	1221	588	0,35	1,8	2,08	1700	630	113	10760	0,014	70
3	Calcarenite ben cementata, nella parte inferiore troviamo calcare stratificato e fratturato	1878	1021	0,29	2,0	1,84	5492	2129	366	20828	-	-

Galatina (Le) - Mass. Molinari

Tab. P2

### Indagini effettuate in corrispondenza del cavidotto

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cmc	%	MPa	MPa	MPa	m/s <sup>2</sup> *kN/m <sup>3</sup>	sec.	hz
1	Terreno agrario, "terra rossa", con ciottoli calcarei e trovanti calcarei	547	263	0,35	1,5	2,08	274	102	14	3945	0,012	82
2	Lembi di calcarenite, calcare e dolomia alterato con sacche di "terra rossa"	1376	693	0,33	1,9	1,99	2416	908	161	13098	0,006	173
3	Calcare e dolomia, stratificato, fratturato e carsificato	1631	872	0,30	2,0	1,87	3894	1498	260	17178	-	-

Galatina (Le) - Mass. Molinari

Tab. P3

### Indagini effettuate in corrispondenza dei Parchi fotovoltaici

Si precisa che tali dati derivano comunque da indagini di tipo puntuale e che di contro, le formazioni litologiche interessate, sono caratterizzate da una variabilità di comportamento fisico-meccanico da punto a punto. La scelta finale delle fondazioni, spetta comunque al progettista nonché al direttore dei lavori che più compiutamente, sulla base delle caratteristiche tecniche- strutturali e dei carichi di esercizio delle opere, potranno valutare l'opportunità di scelte specifiche più idonee a garantire un buon grado di sicurezza.

## 8. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

I riferimenti legislativi in materia di costruzioni in zona sismica e classificazione sismica del territorio nazionale, in tema di “Microzonazione sismica”, hanno rispettivamente suddiviso il territorio nazionale, la prima in quattro “Zone sismiche” caratterizzate da differenti valori di “accelerazione orizzontale massima” su suolo di categoria A. Sulla base dell’O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03, il comune di Galatina risulta essere classificato in **Zona 4**. Tale Ordinanza, ripresa dal DM del 17 gennaio 2018, contempla, per la definizione delle azioni sismiche di progetto, cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) nei primi 30 metri di sottosuolo.

La classificazione è effettuata principalmente sulla base del valore della  $V_{s30}$  valutato dalla seguente espressione:

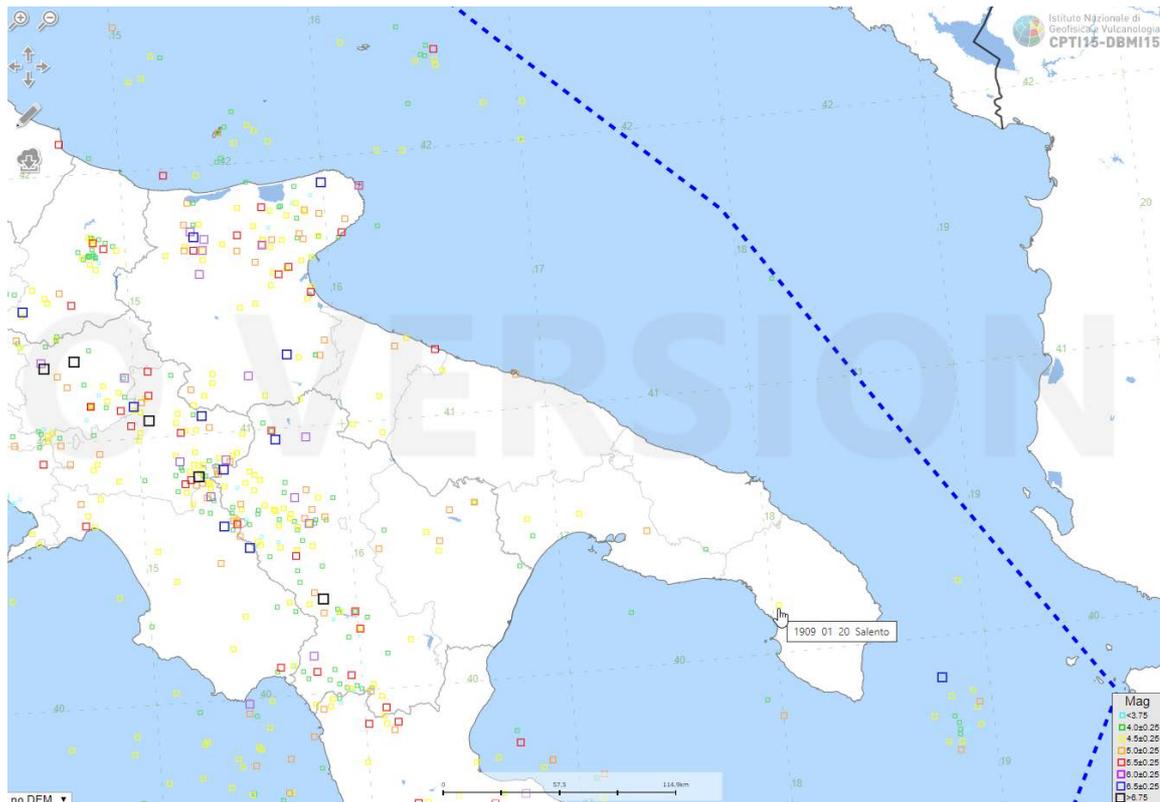
$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore  $h(strato)$  e dalla velocità delle onde S  $V_s(strato)$ . Per H si intende la 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 depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,eq}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

## 9. SISMICITA' DELLA ZONA E DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

### Inquadramento Sismico

Per valutare la sismicità storica del Comune di Galatina sono stati estratti dal catalogo parametrico prodotto dall' Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia i terremoti che hanno interessato l'area Comunale dal 1900 al 2012.

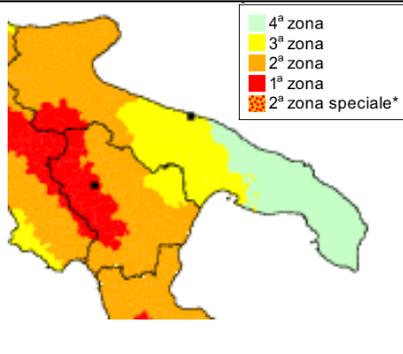


Come è ben visibile nella figura gli epicentri dei terremoti sono concentrati quasi esclusivamente nella zona Appenninica, la quale risulta essere un'area altamente sismica. Di questi solo alcuni, che hanno presentato magnitudo elevate, sono stati avvertiti nel territorio Comunale: il terremoto dell' Irpinia del 23 novembre 1980, e quello del Potentino del 5 Maggio del 1990, rispettivamente con magnitudo di 6.8 e 5.2 che corrispondono all'incirca al X-XI e VII grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg). Il sisma dell'Irpinia interessò un'area di circa 3.500 Km<sup>2</sup>.

In riferimento all' OPCM n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche che hanno definito i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (GU n. 105 del 8-5-2003- Suppl. Ordinario n.72), il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche omogenee.

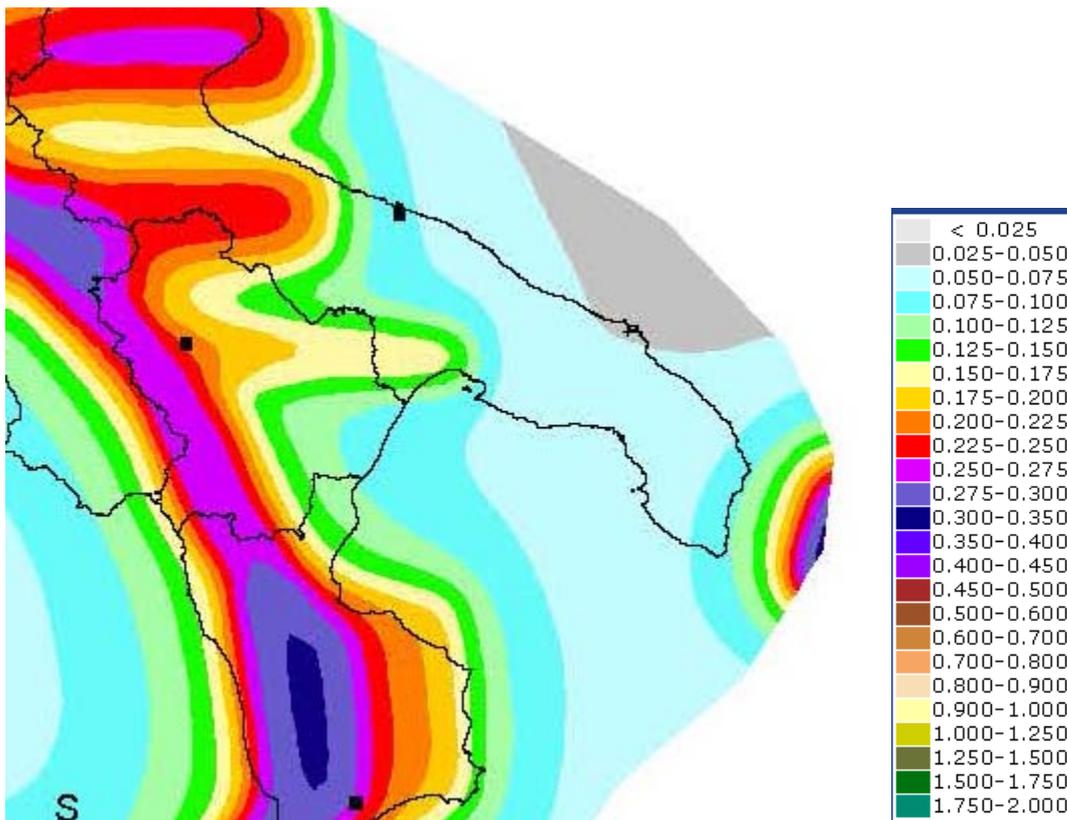
TABELLA 1		
CATEGORIE	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI AG/G	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) AG/G
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone



Distribuzione delle categorie sismiche sul territorio nazionale (OPCM n°3274 /03).

Al Comune di Galatina è stata attribuita la Categoria 4<sup>a</sup>, a **basso rischio sismico**. Ad ognuna di queste zone corrisponde un' accelerazione ( $a_g$ ) di riferimento variabile da 0.35 g nella prima zona, fino a 0.05 g nella quarta zona. Nella tabella di sopra sono riportate le accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.



Distribuzione delle accelerazioni  $a_g$  per ogni zona omogenea di riferimento (OPCM n°3519 /06).

I valori in essa riportati sono tutti riferiti alle accelerazioni che sono attese a seguito di un evento sismico laddove il sottosuolo interessato è costituito da formazioni litoidi o rigide, definite quali suoli di Categoria A ( $VS_{30} \geq 800$  m/s). Nella prima colonna della Tabella distribuzione delle categorie sismiche è riportato il valore di picco orizzontale del suolo (ag/g) espresso in percentuale di "g" (accelerazione di gravità), mentre nella seconda colonna sono riportati i valori dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico nelle norme tecniche sulle costruzioni. Il Comune di Galatina è stato classificato come zona sismica di 4ª categoria a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresa tra 0,0 g e 0,05 g che si traduce in un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a :  $0.05$  (ag/g) .

A chiarimento di questo paragrafo si riportano (Fonte GNDT DOM4.1 "Un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno" a cura di Giancarlo Monachesi e Massimiliano Stucchi) i risultati di uno studio eseguito su tutto il territorio nazionale, che considera la ricorrenza dei forti terremoti dall'anno 1000. Per una completa comprensione della tabella si consideri che la colonna "effetti" riporta, in termini di intensità (I<sub>s</sub>) (Scala Mercalli – MCS), mentre la colonna "in occasione del terremoto di:" riporta, oltre al toponimo dell'area epicentrale, quanto "forte" è stato il terremoto sia in termini di intensità (I<sub>x</sub>) che di magnitudo (M<sub>s</sub>) (Scala Richter).

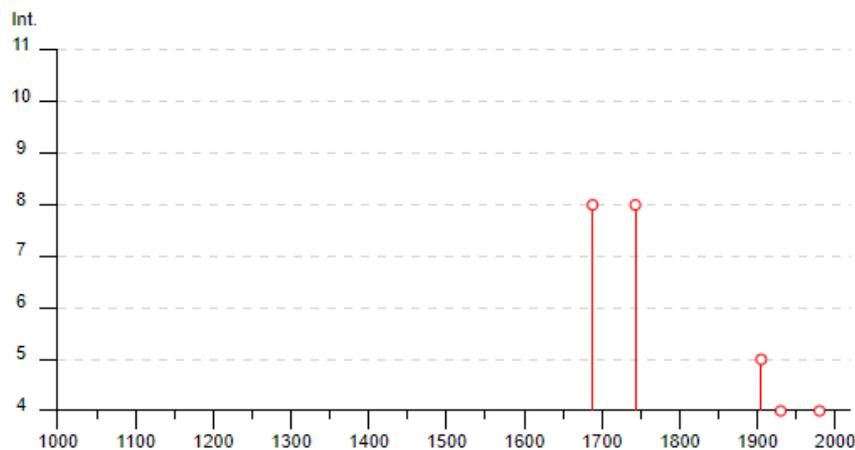
Di seguito si riportano Osservazioni sismiche disponibili per Galatina (Le)

## Galatina



PlaceID IT\_62698  
 Coordinate (lat, lon) 40.175, 18.168  
 Comune (ISTAT 2015) Galatina  
 Provincia Lecce  
 Regione Puglia  
 Numero di eventi riportati 12

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
8	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11 7.06
8	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9 6.68
5	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
F	1909	01	20	19	58		Salento	32	5 4.51
NF	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8 5.76
4	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10 6.67
3	1932	01	02	23	36		Ionio settentrionale	16	5 5.52
3	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6 4.88
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7 5.62
NF	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7 4.86
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77



► Personalizza il diagramma

**F** avvertito (felt); in genere si esclude che vi siano danni ( $I < 6$ )

**NF** non avvertito (not felt); in caso di esplicita segnalazione in tal senso è equiparabile a  $I = 1$

**NC** non classificato (not classified); indica una informazione non classificabile in termini di intensità o con i codici utilizzati

**RS** registrazione strumentale: alcuni studi riportano questa informazione, non utilizzabile dal punto di vista macrosismico, che tuttavia si è preferito conservare.

Con l'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni – D.M. 17.01.18, vengono stabiliti nuovi e precisi criteri prestazionali di verifica dell'azione sismica nella progettazione di nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante un'analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle categorie di sottosuolo e della definizione della pericolosità di base fondata su un reticolo di punti di riferimento costruito per l'intero territorio nazionale. La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 1.

TIPI DI COSTRUZIONI		Vita nominale $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

**Tab. 1. Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opera (NTC 2018).**

In presenza di azioni sismiche, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito sinteticamente riportata:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B, importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe annesse al funzionamento di acquedotti e ad impianti di produzione di energia elettrica.

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tab. 2:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

**Tab. 2. Valori del coefficiente d'uso  $C_u$  (NTC 2018)**

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti:

**Gli stati limite di esercizio sono:**

- Stato Limite di Operatività (**SLO**);
- Stato Limite di Danno (**SLD**).

**Gli stati limite ultimi sono:**

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (**SLV**);
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (**SLC**).

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento **PVR**, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3:

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

**Tab. 3. Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite (NTC 2018).**

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 § 7.11.3 del D.M. In alternativa, 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 (VS). I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove, oppure sono valutati opportunamente in funzione di relazioni

empiriche. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 4.

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>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.</i>
<b>B</b>	<i>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.</i>
<b>C</b>	<i>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.</i>
<b>D</b>	<i>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.</i>
<b>E</b>	<i>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.</i>

**Tab. 4. Categorie di sottosuolo (NTC 2018).**

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche le condizioni stratigrafiche locali e il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la seguente classificazione (Tab. 5):

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

**Tab. 5. Classificazione dei terreni in funzione delle condizioni topografiche del sito.**

## ANALISI SISMICA DEL SITO DI PROGETTO

### **DATI DI INPUT Stazione Elettrica**

*Per la stazione elettrica la categoria di suolo è "A"*

Comune	Galatina (Le)
Latitudine	40.161404°N (WGS84) – ED50 40.162390 N
Longitudine	18.128829° E (WGS84) – ED50 18.129644 E
Categoria suolo	A
Tipo di costruzione	3
Vita Nominale	100 anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso	2
Vita di riferimento ( $V_R = V_N \times C_U$ )	200

## ANALISI SISMICA DEL SITO DI PROGETTO

### DATI DI INPUT Parco Fotovoltaico

**Per il parco fotovoltaico la categoria di suolo è "A"**

Comune	Galatina (Le)
Latitudine	40.192870 N (WGS84) – ED50 40.193855 N
Longitudine	18.186894 E (WGS84) – ED50 18.187668 E
Tipo di costruzione	3
Vita Nominale	100 anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso	2
Vita di riferimento ( $V_R = V_N \times C_U$ )	200

In riferimento al sito di progetto, la struttura da realizzare rientra in classe IV – *Costruzioni con livelli di prestazioni elevati* - con una vita nominale  $V_N$  100 anni.

In considerazione delle risultanze dello studio geofisico ottenuto attraverso una prospezione di tipo "MASW" ed in particolare dai valori di velocità delle onde di tipo S (**Tav\_09**) ottenuti da stendimenti sismici, è possibile assegnare al sito in studio la categoria del sottosuolo di tipo "A". Trattandosi di area pianeggiante, l'area in esame ricade in categoria **T1**, a cui non è attribuibile alcun fenomeno di amplificazione sismica legato alle condizioni topografiche.

Categoria topografica	Ubicazione intervento	ST
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	<b>1,0</b>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4

**Tab. 6 Tabella amplificazione topografica**

I parametri sismici calcolati per i diversi tempi di ritorno sono indicati nella tabella 7 seguente, considerando il periodo di riferimento per l'azione sismica 100 anni:

Parametri **Stazione Elettrica di arrivo:**

**Categoria suolo tipo "A"**

Stato limite	T <sub>R</sub> (anni)	ag (g)	F <sub>0</sub> (-)	T <sub>c</sub> (s)
<b>SLO</b>	120	0,031	2,346	0,330
<b>SLD</b>	201	0,038	2,437	0,370
<b>SLV</b>	1898	0,084	2,602	0,568
<b>SLC</b>	2475	0,091	2,641	0,577

**Tab. 7 Valori dei parametri sismici per i periodi di ritorno T<sub>R</sub>.**

calcolando il fattore topografico ST e il coefficiente di amplificazione stratigrafica o di sottosuolo SS è possibile determinare, infine, i valori di accelerazione massima **A max** del sito per ciascuno stato limite e rispetto al periodo di ritorno TR, riportati nella successiva tabella 8.

Stato limite	SS	CC	ST	Kh	Kv	A max	Beta
<b>SLO</b>	1,0	1,0	1,0	0,006	0,006	0,842	0,200
<b>SLD</b>	1,0	1,0	1,0	0,008	0,008	0,998	0,200
<b>SLV</b>	1,0	1,0	1,0	0,017	0,023	0,824	0,200
<b>SLC</b>	1,0	1,0	1,0	0,018	0,024	0,895	0,200

**Tab. 8 Valori dei coefficienti sismici associati a ciascun Stato Limite.**

Parametri *Parco fotovoltaico*

*Categoria suolo tipo "A":*

Stato limite	T <sub>R</sub> (anni)	ag (g)	F <sub>0</sub> (-)	T <sub>c</sub> (s)
SLO	120	0,030	2,335	0,314
SLD	201	0,037	2,428	0,361
SLV	1898	0,087	2,599	0,552
SLC	2475	0,095	2,646	0,561

**Tab. 7a** Valori dei parametri sismici per i periodi di ritorno T<sub>R</sub>.

calcolando il fattore topografico ST e il coefficiente di amplificazione stratigrafica o di sottosuolo SS è possibile determinare, infine, i valori di accelerazione massima **A max** del sito per ciascuno stato limite e rispetto al periodo di ritorno TR, riportati nella successiva tabella 8.

Stato limite	SS	CC	ST	Kh	Kv	A max	Beta
SLO	1,0	1,0	1,0	0,006	0,003	0,297	0,200
SLD	1,0	1,0	1,0	0,007	0,004	0,366	0,200
SLV	1,0	1,0	1,0	0,017	0,009	0,851	0,200
SLC	1,0	1,0	1,0	0,019	0,009	0,928	0,200

**Tab. 8a** Valori dei coefficienti sismici associati a ciascun Stato Limite.

## 10. CONCLUSIONI

Il programma di studi e le indagini eseguite in sito, hanno consentito di caratterizzare sotto il profilo geologico, stratigrafico-strutturale e geotecnico il sottosuolo dell'area d'interesse, nonché i terreni di fondazione che saranno interessati dalla realizzazione di un parco fotovoltaico e della stazione elettrica di arrivo, ricadente in agro del comune di Galatina (LE).

Il rilevamento geologico e geomorfologico di superficie correlato con le indagini geognostiche di tipo indiretto effettuate sull'area interessata dal parco fotovoltaico e dalla stazione elettrica, ha evidenziato che i terreni coinvolti sono costituiti da:

- ammasso roccioso calcareo-dolomitico (Dolomie di Galatina);
- rocce calcarenitiche (Calcareniti del Salento – Pietra Leccese) a grana da fine a grossolana, variamente cementata;

Si precisa che tali dati derivano comunque da indagini di tipo puntuale e che di contro, le formazioni litologiche interessate, sono caratterizzate da una variabilità di comportamento fisico-meccanico da punto a punto.

L'area del parco fotovoltaico è divisa in due aree; una con affioramenti di rocce calcaree (rocce lapidee tenaci) e l'altra con affioramenti di rocce calcarenitiche (rocce lapidee tenere) come cartografato nella tavola n. 4 allegata.

Di seguito si riportano i dati sintetici dei terreni affioranti:

### **Ammasso roccioso calcareo:**

Sulla base delle indagini sismiche effettuate nell'area di progetto, è stato riscontrato un valore delle  $V_{s,eq}$  pari a:

- > 800 m/s. Pertanto si può affermare che il suolo su cui ricadrà l'opera di progetto appartiene alla categoria “**A**”, che, in base alla definizione fornita dal DM del 17 gennaio 2018 è definita come:

***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.***

**Ammasso roccioso calcarenitico che interessa parte del cavidotto:**

Sulla base delle indagini sismiche effettuate nell'area di progetto, è stato riscontrato un valore delle  $V_{s,eq}$  pari a:

- > 800 m/s. Pertanto si può affermare che il suolo su cui ricadrà l'opera di progetto appartiene alla categoria "A", che, in base alla definizione fornita dal DM del 17 gennaio 2018 è definita come:

***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.***

Inoltre, il sito di progetto non ricade in alcuna fascia di pertinenza fluviale, né in aree a pericolosità/rischio idraulico e geomorfologico; pertanto, l'intervento proposto risulta del tutto compatibile con le prescrizioni previste dal PAI (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'AdB Puglia.

Particolare cura dovrà essere rivolta nella messa in opera delle opere di captazione e smaltimento delle acque piovane e delle opere fognarie, in modo da evitare infiltrazioni e ristagni idrici al livello e sotto i piani fondali, con conseguente scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e successivo innesco di possibili cedimenti differenziali. L'area in studio risulta stabile dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico. Atteso tutto ciò l'intervento proposto si ritiene ammissibile considerati i carichi trasmessi in fondazione.

Sulla base di tutte le considerazioni raggiunte, si può pertanto concludere che non esistono preclusioni di ordine geologico-tecnico, alla realizzazione dell'opera in progetto.

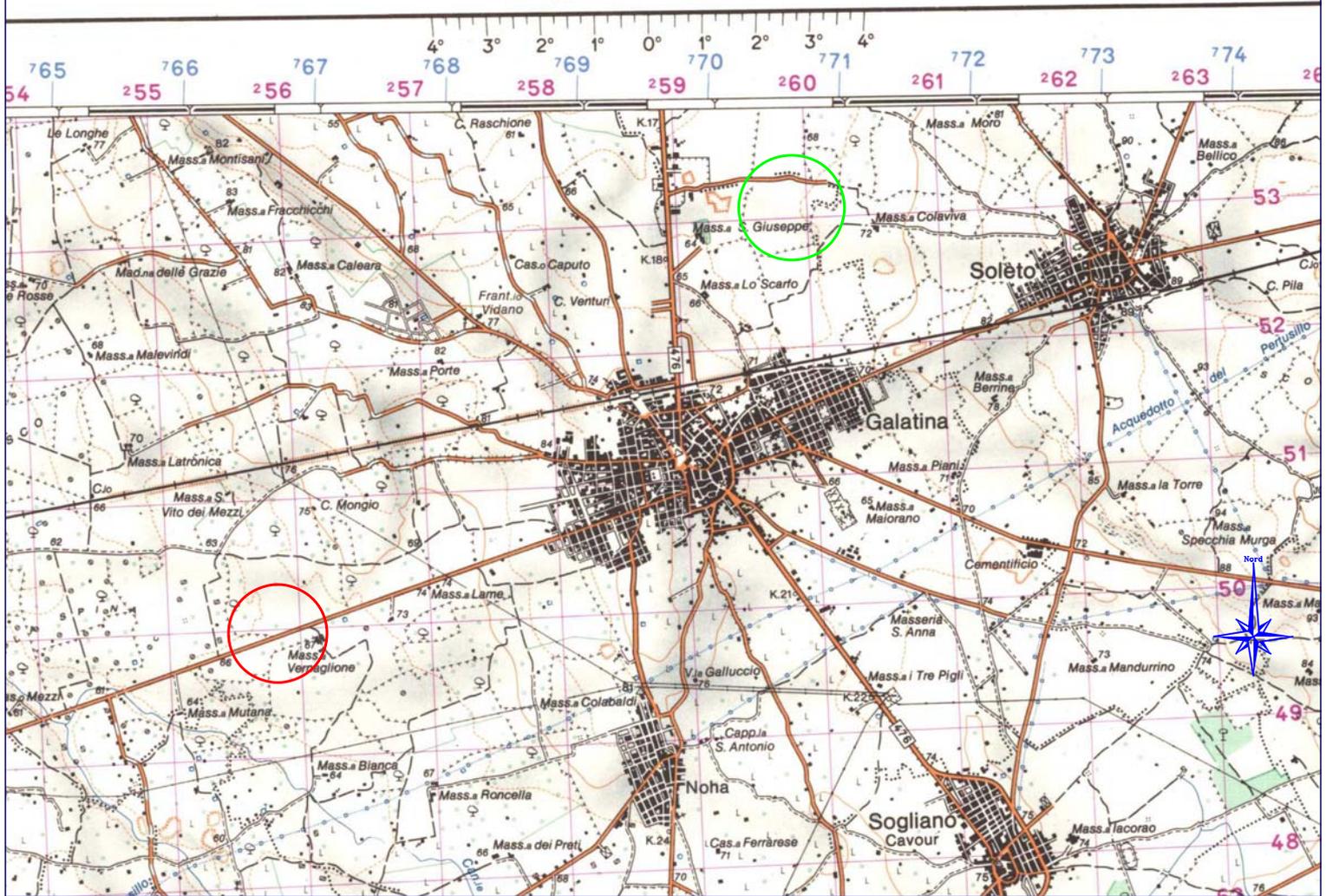
Altamura, luglio 2022

Il Geologo

## **Allegati**

- **Tav\_01 Corografia della zona**
- **Tav\_02 Ortofoto della zona**
- **Tav\_03 Geologia area vasta**
- **Tav\_04 Carta Geolitologica**
- **Tav\_05 Carta Geomorfológica-idrogeologica**
- **Tav\_06 Sezione Geolitologica-modello geologico-tecnico**
- **Tav\_07 Stratigrafia**
- **Tav\_08 Carta del Rischio\_AdB**
- **Tav\_09 Stralcio Cartografia vincoli PPTR Puglia**
- **Tav\_10 Stralcio Cartografia vincoli PTA Puglia**
- **Tav\_11 Indagini Indirette (Sismica a rifrazione e MASW)**

# NARDÒ



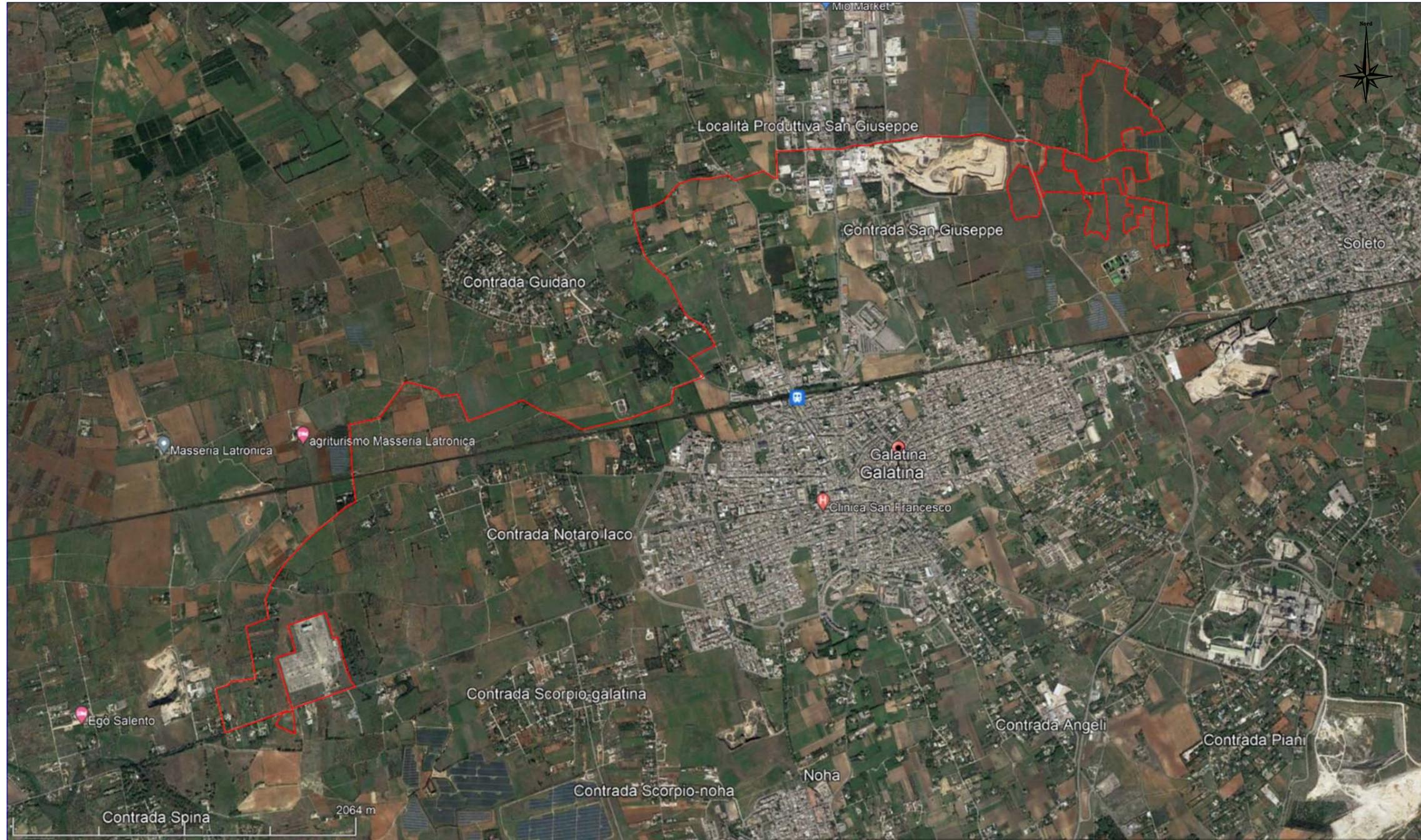
Stralcio dalla carta al 50.000 526 Nardò

## Legenda

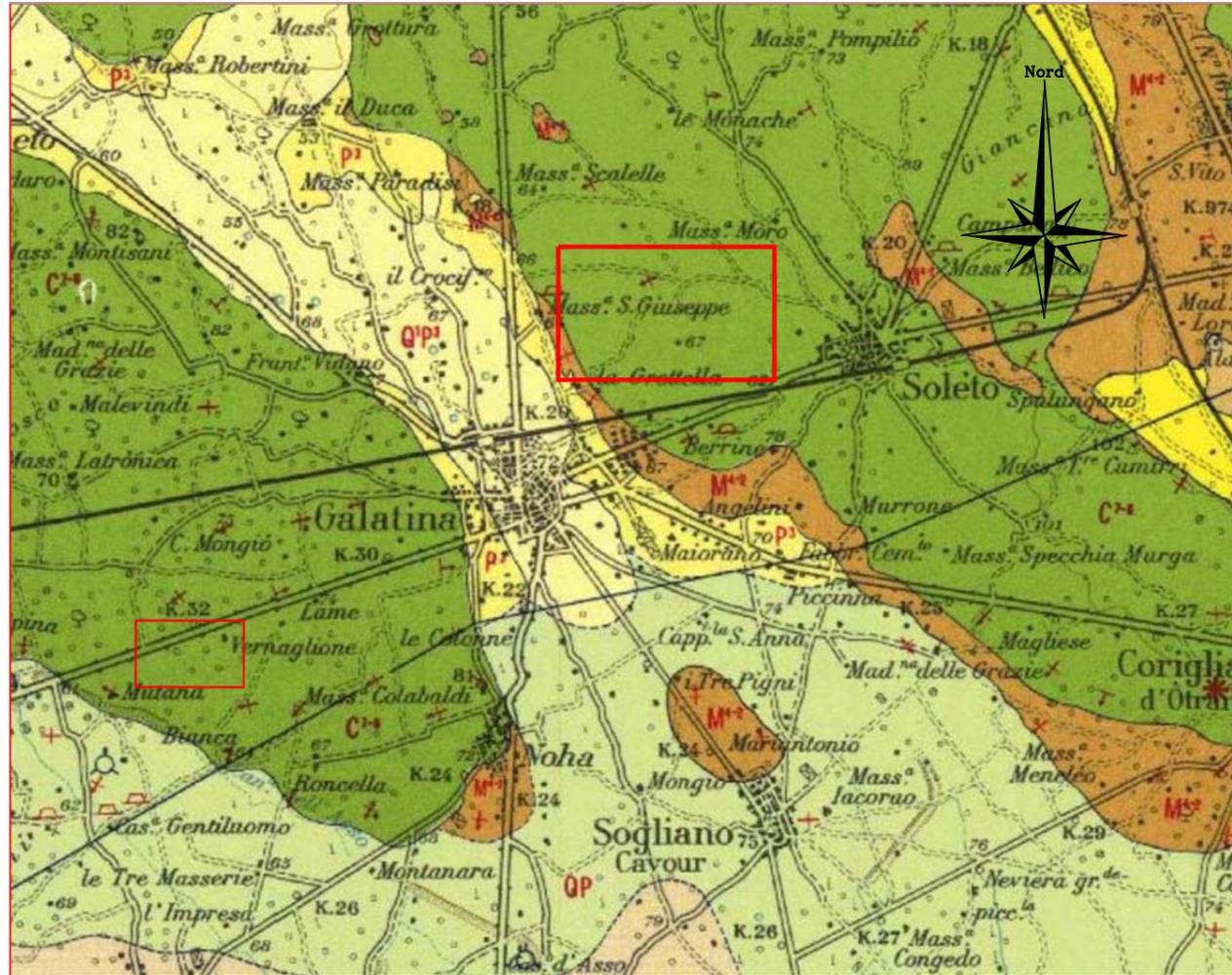


Stazione elettrica in arrivo

Parco fotovoltaico

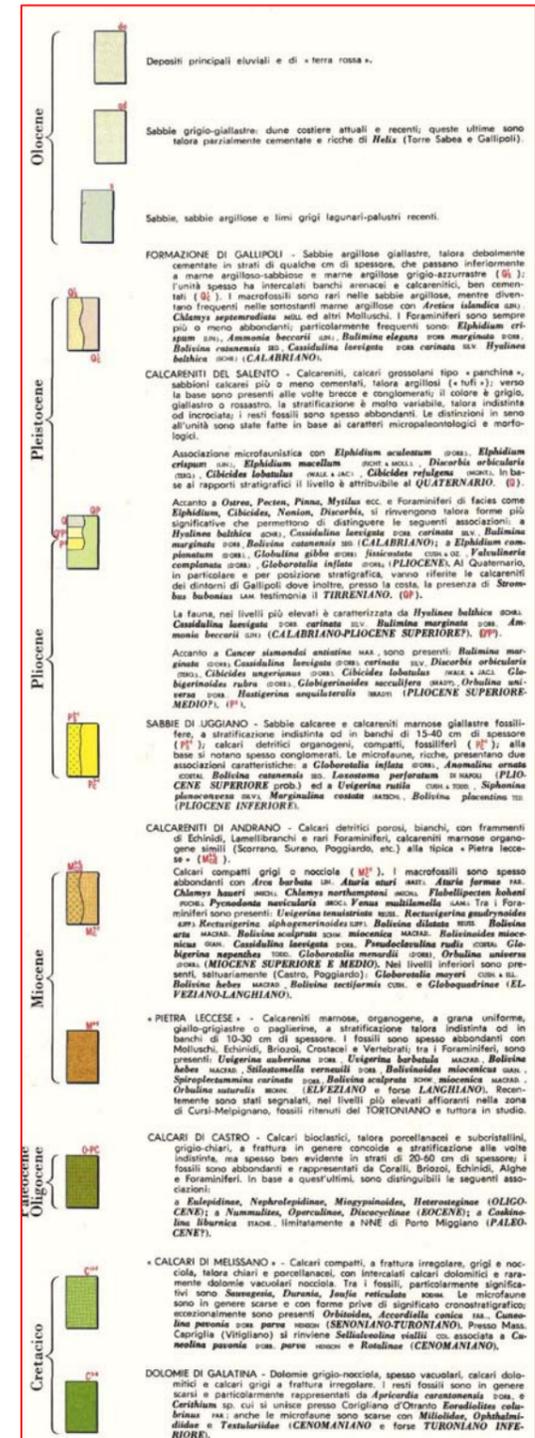


Ubicazione area intervento

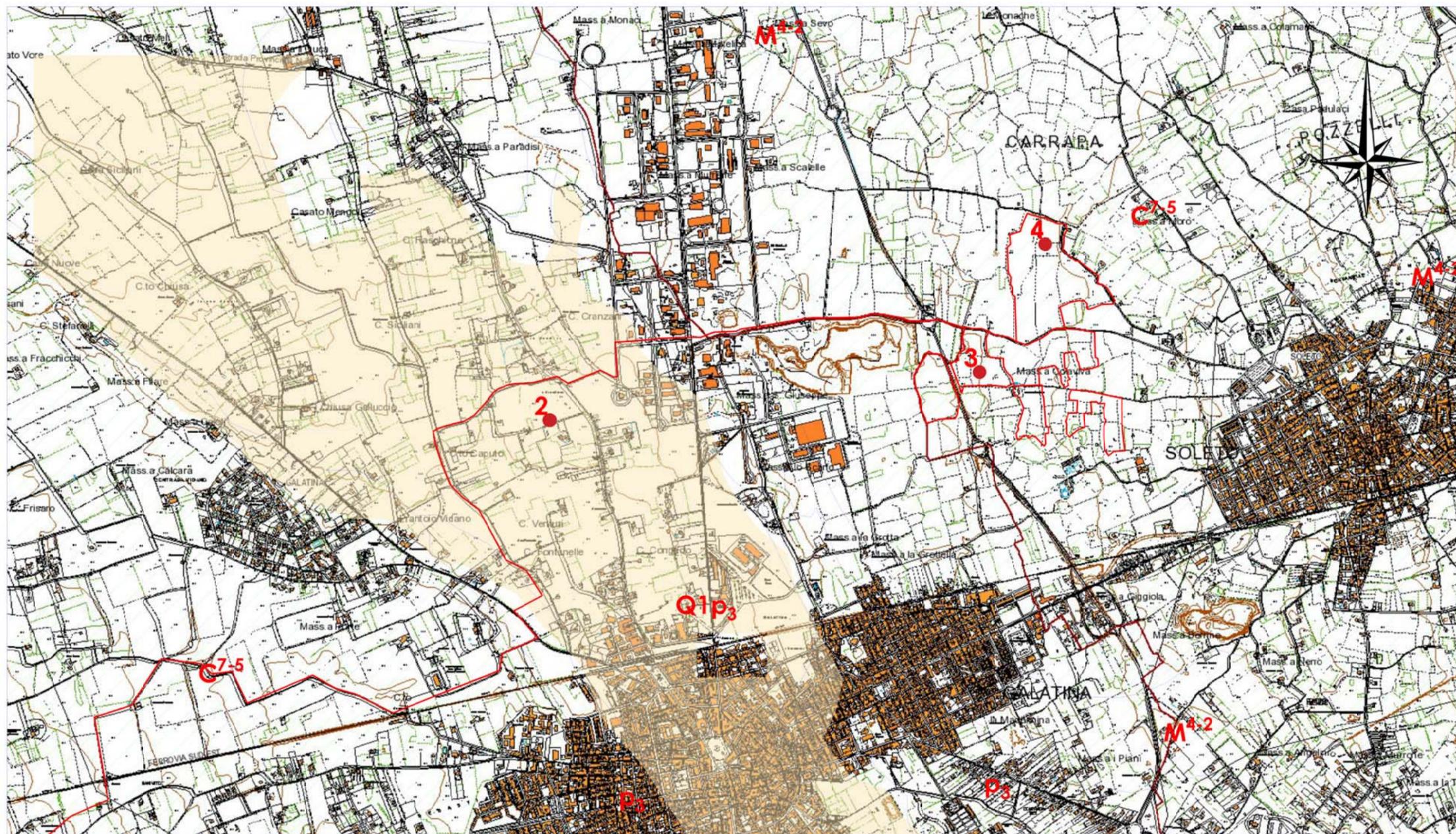


Stralcio carta Geologica d'Italia n. 214 Lecce

### Legenda



- + Strati suborizzontali
- ✗ Strati con pendenza inferiore a 10°
- Area indagata



### Legenda

- Q<sup>1</sup>p<sub>3</sub>**  
**P<sub>3</sub>**
- Calcareniti del Salento**  
 Calcareniti, calcari grossolani del tipo panchina, sabbioni calcarei più o meno cementati a luoghi argillosi, chiamati localmente "tuffi", sono abbondanti i resti di fossili
- M<sup>4-2</sup>**
- Pietra Leccese**  
 Calcarenite marnose, organogene a grana uniforme di colore giallo-grigiastre a giallo paglierino a stratificazione indistinta
- C<sup>7-5</sup>**
- Dolomie di Galatina**  
 Dolomie grigio-nocciola spesso vacuolari, calcari colomitici e calcari grigi a frattura irregolare
- x Traccia sezione
- 1 Rilievo stratigrafico
- Area indagata

Zona Parco Fotovoltaico



## Legenda

 Depositi alluvionali recenti, ciottolosi e sabbiosi (Olocene)

 **Dolomie di Galatina**  
Dolomie grigio-nocciola spesso vacuolari, calcari colomiti e calcari grigi a frattura irregolare

**1s**  
 Rilievo stratigrafico

 Traccia sezione

 Area indagata



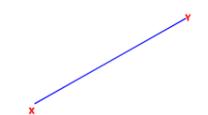
### Legenda



Canali e/o collettori



Gradino morfologico con pendenza nel verso dei trattini

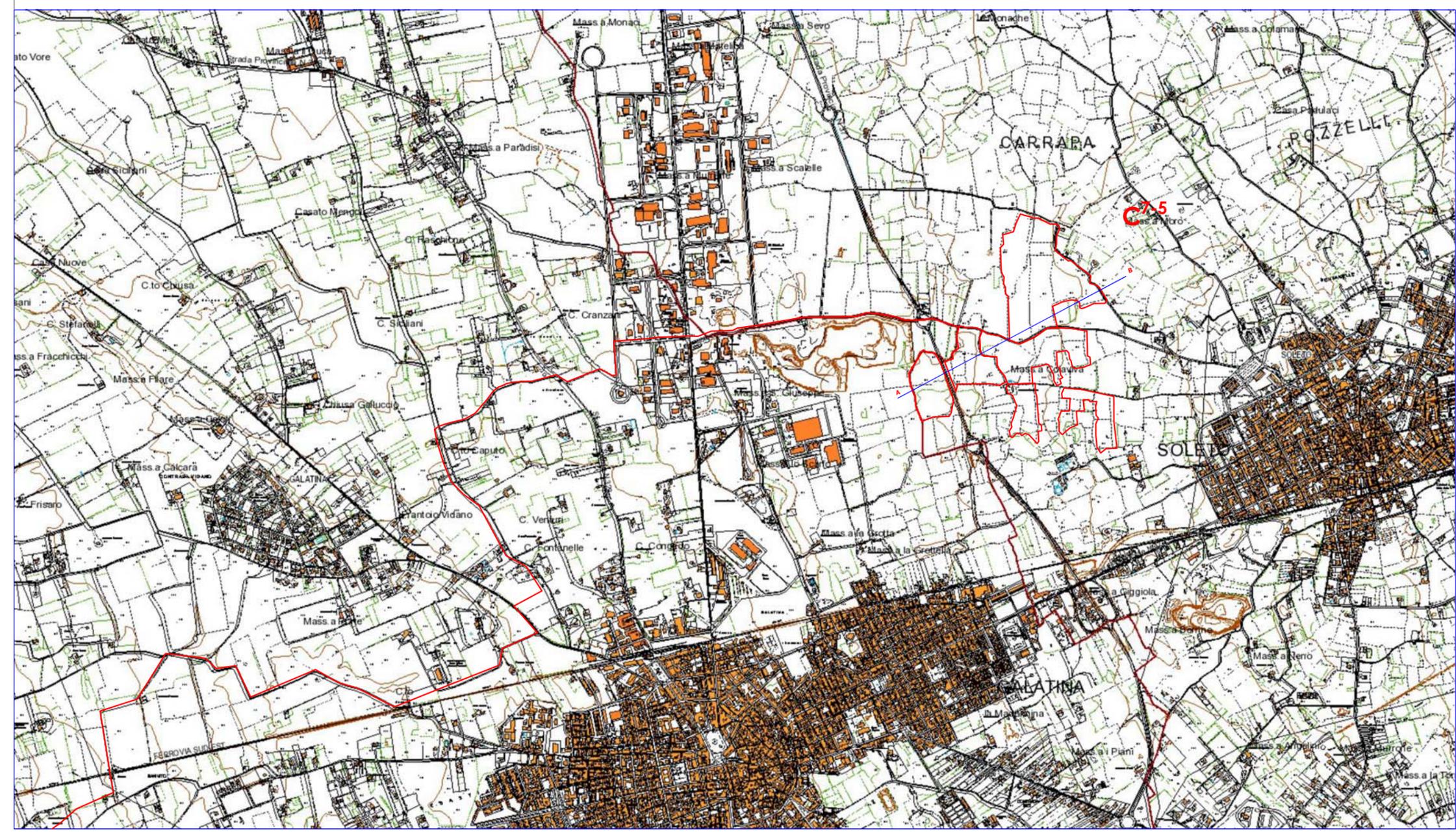


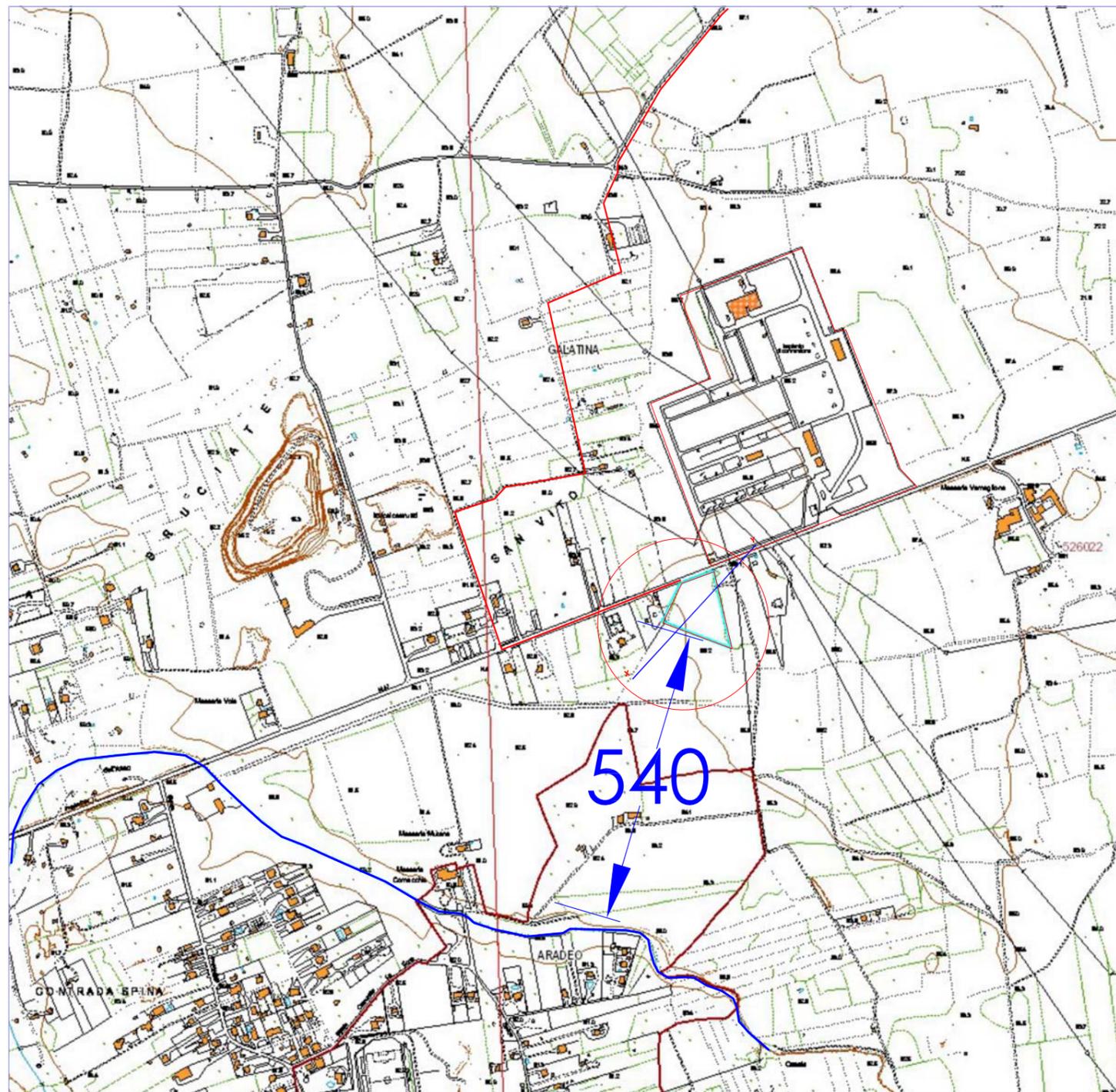
Traccia sezione



Area indagata

Zona Parco Fotovoltaico e cavidotto





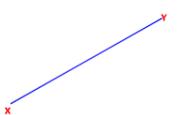
Zona Stazione Elettrica



Legenda

  
Canali e/o collettori

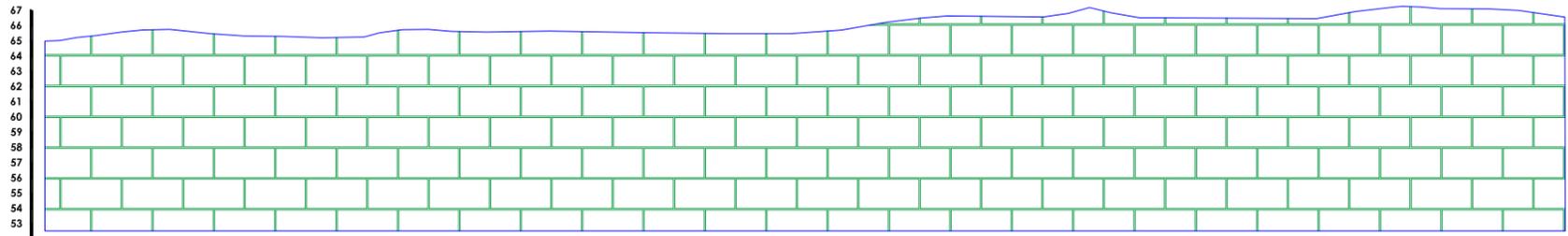
  
Gradino morfologico con  
pendenza nel verso dei trattini

  
Traccia sezione

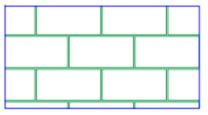
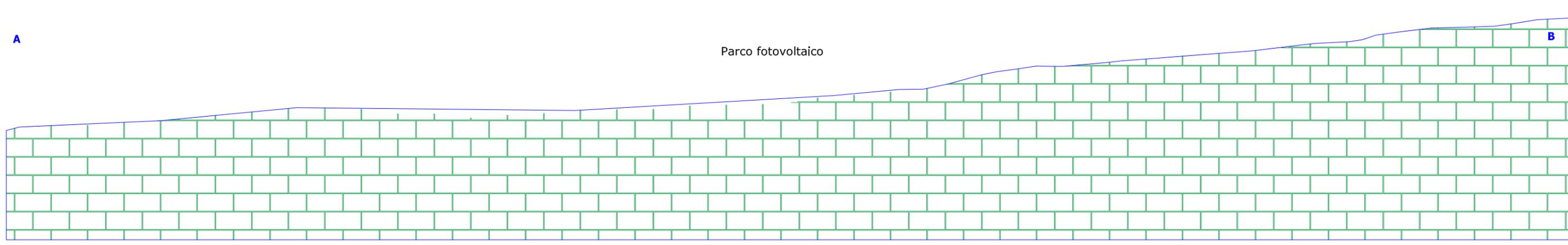
  
Area indagata

Stazione di arrivo  
e cavidotto

Ampliamento stazione



Parco fotovoltaico



Dolomie di Galatina

### Stratigrafia n. 1

Quota p.c. m 66 slm

Committente: **TERNA SpA**

Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio

Comune: Galatina (Le)

Località:

Rilievo stratigrafico: luglio 2022

Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola

Profondità (metri)	Litologia	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Profondità campioni	Falda
		0.5	Deposito eluviale costituito da sabbie rossastre		
1		27.0	Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace	A S S E N T E	A S S E N T E
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

### Stratigrafia n. 2

Quota p.c. m 69 slm

Committente: **TERNA SpA**

Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio

Comune: Galatina (Le)

Località:

Rilievo stratigrafico: luglio 2022

Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola

Profondità (metri)	Litologia	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Profondità campioni	Falda
		0.5	Deposito eluviale costituito da sabbie rossastre		
1		4.0	Ammasso roccioso costituito da calcarenite: Pietra Leccese Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenera (volgarmente chiamato tufo)	A S S E N T E	A S S E N T E
2					
3					
4					
5		23.0	Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace	A S S E N T E	A S S E N T E
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

### Stratigrafia n. 3

Quota p.c. m 73 slm

Committente: **TERNA SpA**

Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio

Comune: Galatina (Le)

Località:

Rilievo stratigrafico: luglio 2022

Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola

Profondità (metri)	Litologia	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Profondità campioni	Falda
		0.5	Deposito eluviale costituito da sabbie rossastre e materiale di riporto		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11			Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina		
12			Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace		
13					
14		27.0			
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

A  
S  
S  
E  
N  
T  
E

A  
S  
S  
E  
N  
T  
E

### Stratigrafia n. 4

Quota p.c. m 75 slm

Committente: **TERNA SpA**

Metodo di Perforazione: rilievo geologico di dettaglio

Comune: Galatina (Le)

Località:

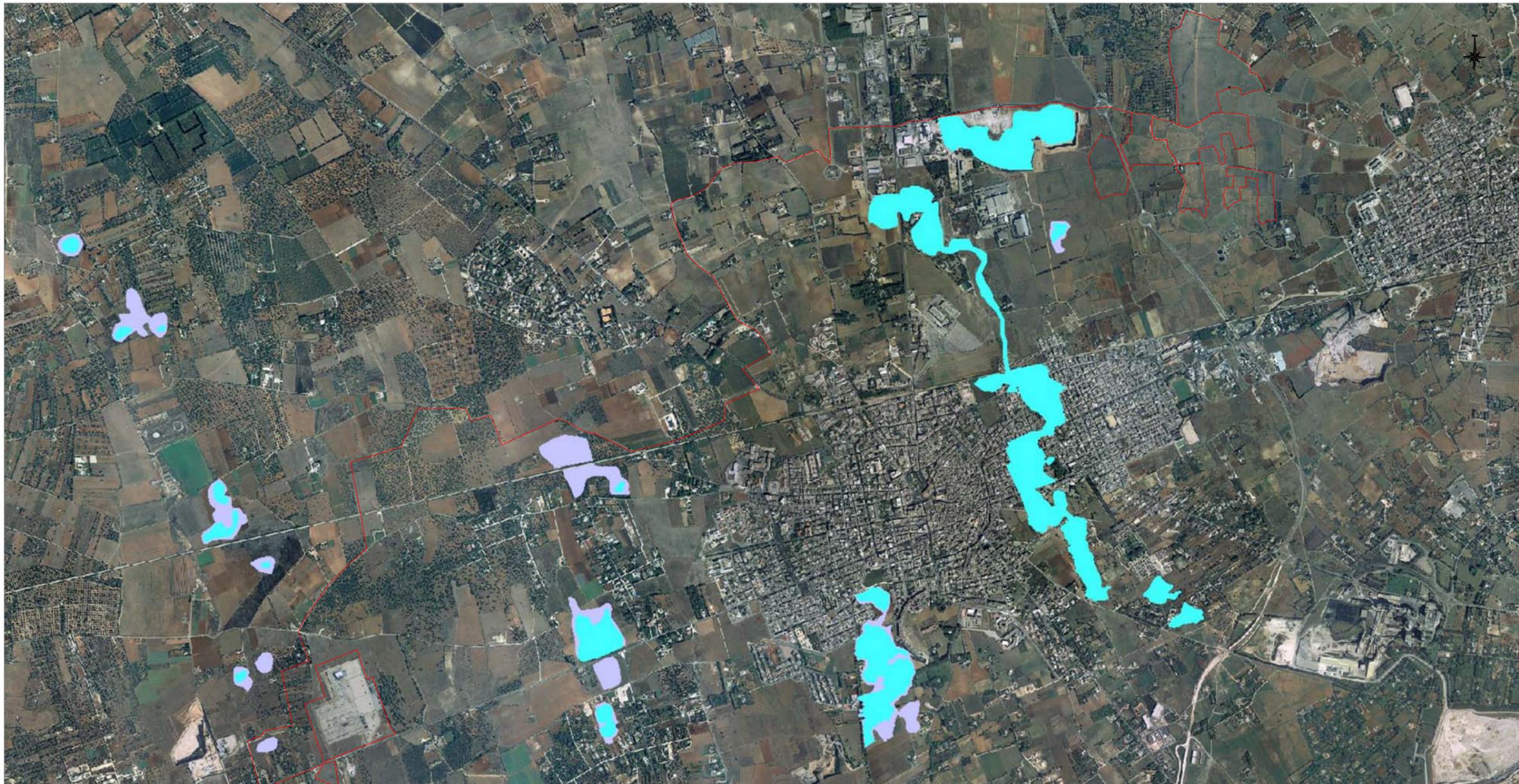
Rilievo stratigrafico: luglio 2022

Redattore Stratigrafia: Dr. Geol. Vito Dimola

Profondità (metri)	Litologia	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Profondità campioni	Falda
		0.5	Deposito eluviale costituito da sabbie rossastre e materiale di riporto		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11			Ammasso roccioso costituito da calcare dolomitico: Dolomie di Galatina		
12			Dal punto di vista tecnico è definita come roccia lapidea tenace		
13					
14		27.0			
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

A  
S  
S  
E  
N  
T  
E

A  
S  
S  
E  
N  
T  
E



- Pericolosità e Rischio**
- Peric. Geomorf.  
media e moderata (PG1)
  - Peric. Geomorf.  
elevata (PG2)
  - Peric. Geomorf.  
elevata (PG3)
  - Peric. Idraulica BP  
bassa (BP)
  - Peric. Idraulica MP  
media (MP)
  - Peric. Idraulica AP  
alta (AP)

Carta del Rischio AdB

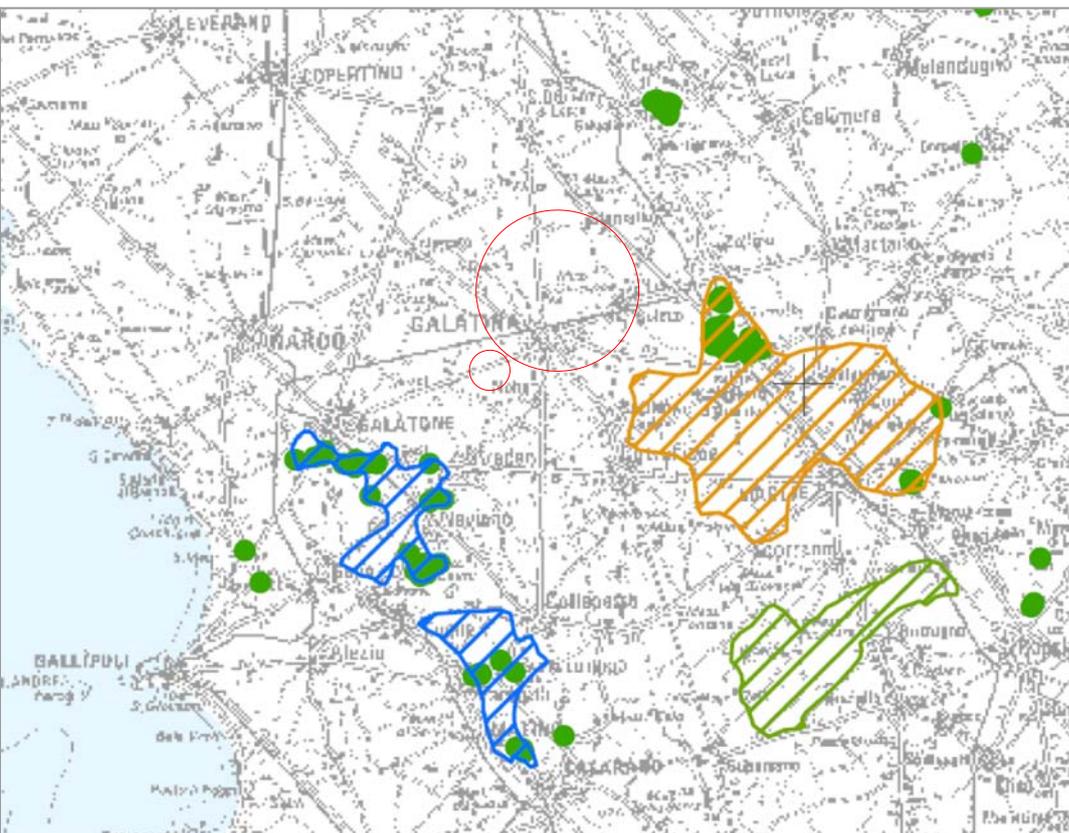


○ attraversamento impluvio episodico con spingitubo

~ linee di impluvio episodico

Carta idrogeologica AdB

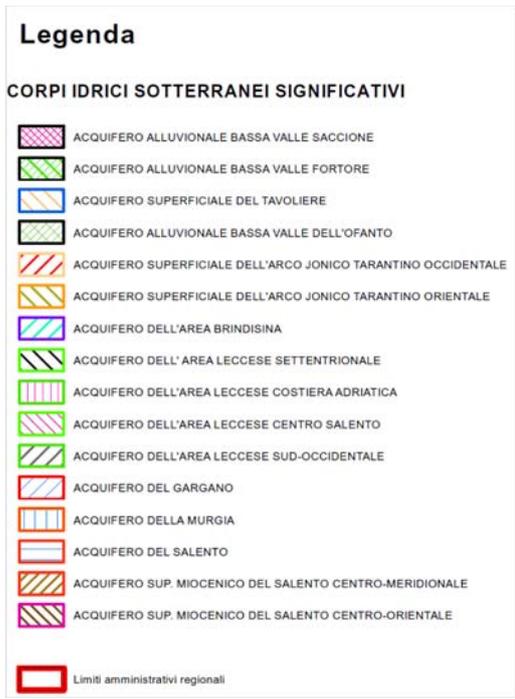
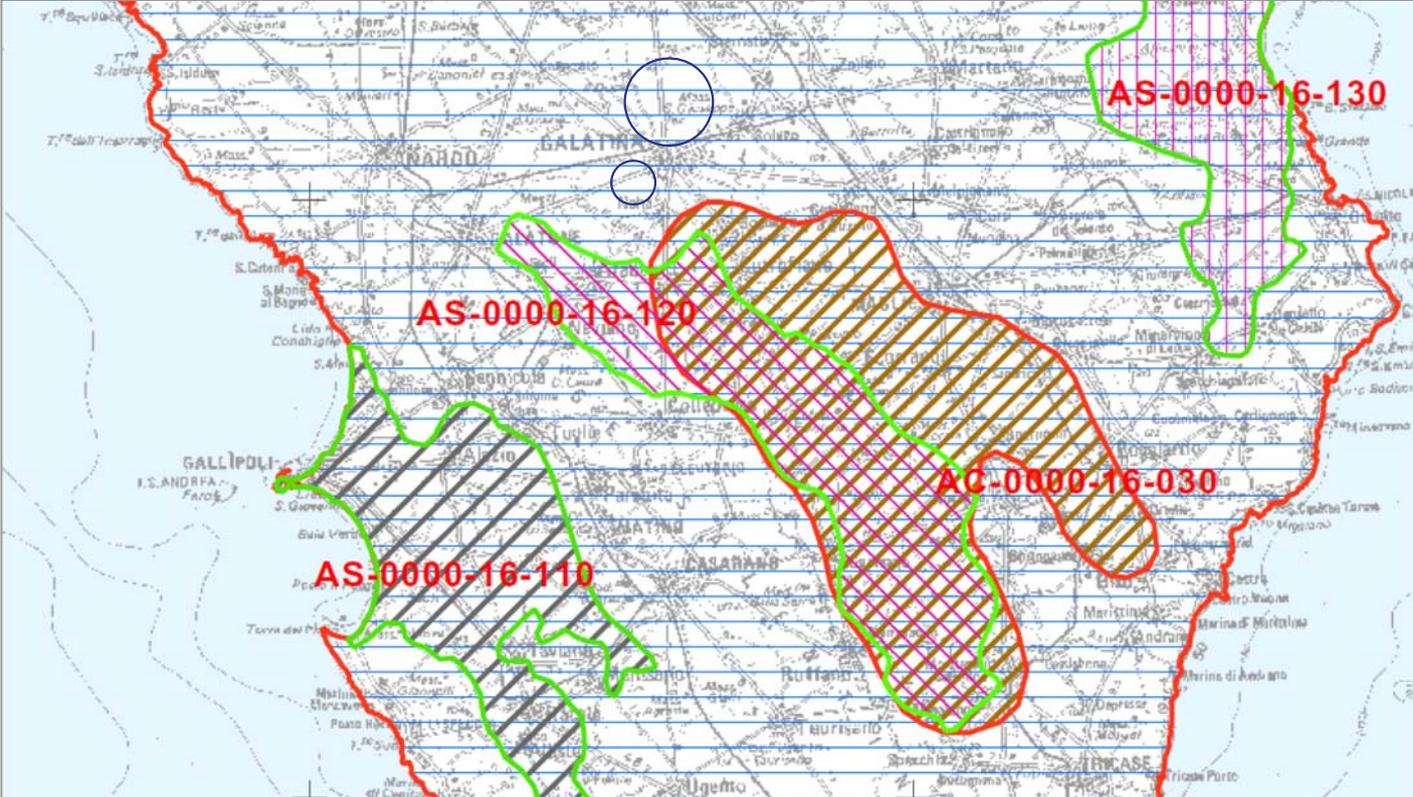




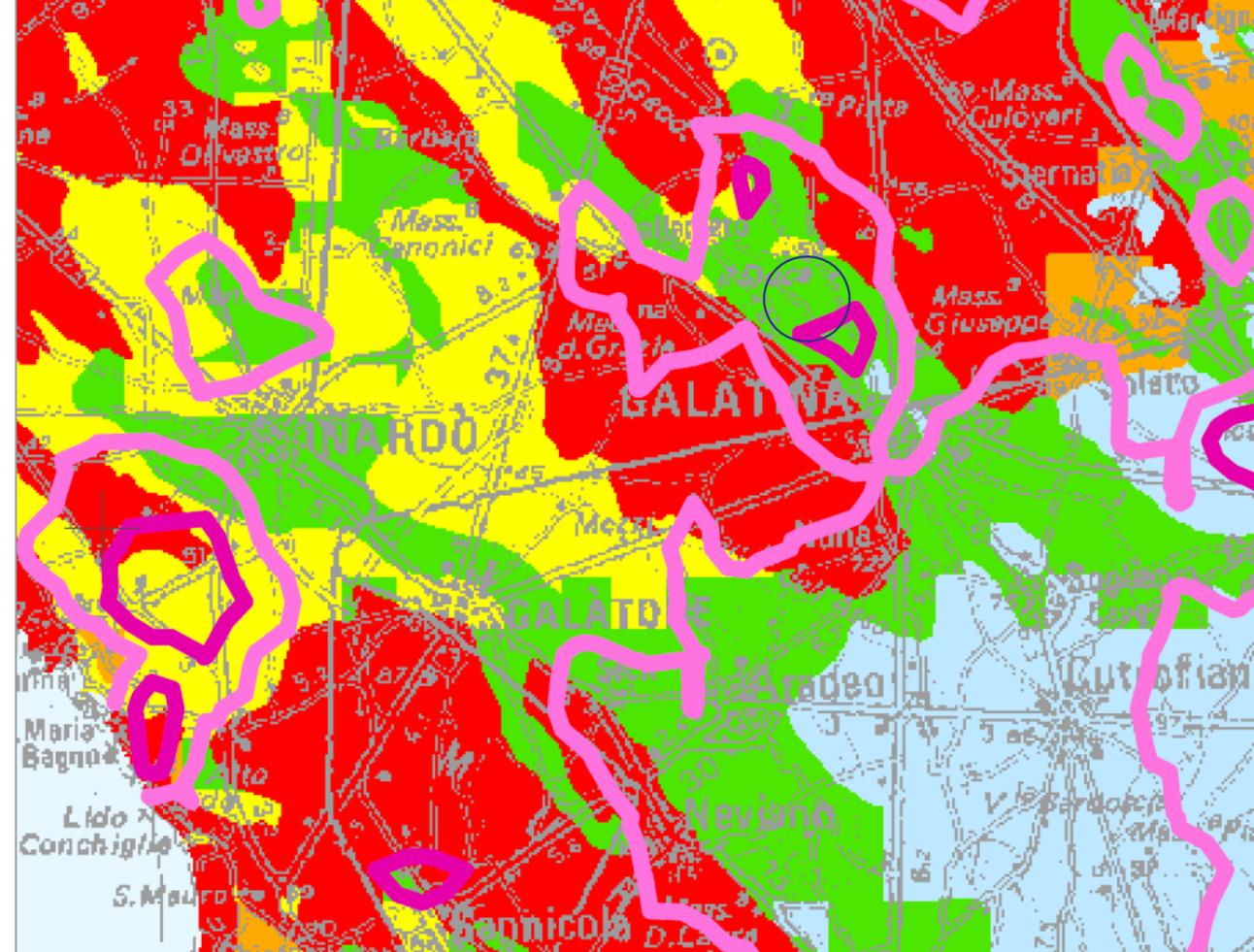
**Legenda**

-  Zone di protezione speciale idrogeologica "A"
-  Zone di protezione speciale idrogeologica "B"
-  Zone di protezione speciale idrogeologica "C"
-  Zone di protezione speciale idrogeologica "D"
-  Limiti del Parco del Gargano
-  Limiti del Parco dell'Alta Murgia
-  Pozzi di approvvigionamento potabile (AQP)
-  Limiti amministrativi regionali

Stralcio Tav. A ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE IDROGEOLOGICA del PTA



Tav. 6.1.B CORPI IDRICI SOTTERRANEI SIGNIFICATIVI del PTA Puglia



## Legenda

### ZONIZZAZIONE DELL'INDICE DI PROTEZIONE DEGLI ACQUIFERI CARSICI

(Metodo COP modificato\_AE COST 620)

- Indice di protezione molto basso
- Indice di protezione basso
- Indice di protezione moderato
- Indice di protezione alto
- Indice di protezione molto alto
- isolinea della densità dei pozzi (100 per kmq)
- isolinea della densità dei pozzi (50 per kmq)
- isolinea della densità dei pozzi (20 per kmq)
- isolinea della densità dei pozzi (10 per kmq)
- Limiti amministrativi regionali

Tav. 8.3 VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI CARSICI INTEGRATI DALLA ZONIZZAZIONE DELLA DENSITA' DEI PUNTI DI PRELIEVO DALLA FALDA del PTA Puglia

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2. CENNI SUL METODO</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE</b>	<b>4</b>
3.1 Base sismica SS01	5
3.2 Base sismica SS02	6
3.3 Base sismica SS03	7
3.4 Indagine Sismica MASW	8
<b>4. PERICOLOSITA' SISMICA</b>	<b>9</b>
<b>5. CALCOLO DEL <math>V_{s,eq}</math></b>	<b>10</b>
<b>6. ALLEGATI</b>	<b>11</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- figg. 3.1, 3.2 e 3.3 - sezioni sismostratigrafiche;</li><li>- tabb. P1, P2 e P3 - calcolo spessori e parametri sismici e meccanici;</li><li>- tabb. D1, D2 e D3 - dromocrone;</li><li>- figg. M.1, M.2 e M3 - indagine MASW;</li><li>- foto;</li><li>- figg. 1.1, 1.2 e 1.3 - ubicazione su ortofoto;</li><li>- sismogrammi.</li></ul>	

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le risultanze relative ad una base sismica, con il metodo a rifrazione, per l'acquisizione di onde P ed onde S riguardanti un terreno interessato dai lavori di realizzazione di un parco fotovoltaico ed il relativo cavidotto di collegamento con la stazione elettrica ricevente, allocato come da cartografia allegata fig. 1.1.

La presente relazione effettuata in ottemperanza dell'O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274, "Norme Tecniche per le costruzioni" Decreto 14 gennaio 2008, Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP e Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

L'indagine è stata commissionata allo scopo di acquisire le seguenti informazioni:

- la velocità di propagazione delle onde P ed onde S nel sottosuolo;
- lo spessore del terreno agrario o di riporto e dei materiali sciolti di copertura;
- la profondità del bedrock;
- la determinazione qualitativa e semiquantitativa di alcuni parametri elastici relativi sismostrati, utili anche ai fini del calcolo del coefficiente di sottofondo;
- il presumibile valore del  $V_{S,eq}$ ;

Le indagini sismiche coniugate a rifrazione (SS01, SS02 e SS03), sono state eseguite a quota del piano campagna, di lunghezza pari a 55 m.

## 2. CENNI SUL METODO

L'indagine geognostica, eseguita con il metodo della sismica a rifrazione, ha avuto lo scopo di:

- a) ricostruire la successione litostratigrafica del sottosuolo individuando superfici di discontinuità fisiche laterali e/o verticali;
- b) fornire indicazioni sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni in oggetto;
- c) evidenziare la presenza di eventuali anomalie geofisiche;
- d) definire la "Categoria di suolo di fondazione" attraverso il calcolo del valore del  $V_{s,eq}$ ;

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente ad impatto o esplosiva, e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito o da un'onda elastica diretta o da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, viene generata da interfacce rifrangenti, che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità.

I primi arrivi, individuati su sismogrammi e rilevati da geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismostratigrafiche.

La strumentazione utilizzata è composta da un sismografo a 12 canali, della "Pasi" modello 16S12, con acquisizione computerizzata dei dati. È stata utilizzata una sorgente del tipo ad impatto verticale ed orizzontale per la generazione di onde, rilevate da 12 geofoni verticali a 14 Hz per le onde P e da 12 geofoni orizzontali a 10 Hz per le onde S.

La verifica della bontà dei modelli geofisici elaborati, dovrà essere eseguita con apposite indagini dirette, pertanto le indagini geofisiche non sono da ritenersi sostitutive delle indagini dirette.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante sottolineare che:

a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;

b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore  $h$  ubicato a profondità  $z$  dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui  $h < 0.25 * z$ ;

c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P; quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;

d) le velocità delle onde P misurate in terreni saturi o molto umidi dipende, talora in maniera decisiva, dalle vibrazioni trasmesse dall'acqua interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale; perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Ne consegue che per alcuni terreni al disotto della falda le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio.

e) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

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

LITOTIPO	Vp (m/sec)
Areato superficiale	300-800
Argille	1100-2900
Sabbia asciutta	200-1000
Sabbie umida	600-1800
Terreni alluvionali sciolti	400-2100
Acqua	1400-1500
Calcere fratturato	700-4200
Calcere compatto	2800-6400
Calcere cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidrite	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500

### 3. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Sono stati eseguiti n. 3 profili sismici coniugati, SS01, SS02 e SS03 di lunghezza pari a 55m, offset di 2,5m e distanza intergeofonica di 5,0m, per tutti gli stendimenti sono state previste battute centrali, oltre a quelle classiche alle estremità.

Nel sondaggio SS01, SS02 e SS03 sono state rilevate anche onde superficiali o di Rayleigh da utilizzare nella metodologia MASW.

La profondità di investigazione ottenuta è stata di circa 18m, con l'utilizzo della metodologia a rifrazione, mentre l'utilizzo della metodologia MASW ha consentito di investigare oltre i 30m di profondità.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati dei sondaggi è importante sottolineare che l'indagine sismica è stata eseguita a quota dell'attuale piano campagna con gli stendimenti orientati così come riportato nella planimetria allegata fig. 1.1. L'indagine è stata eseguita in data 16/06/2022, investigando in totale 165m.

Adoperando opportune relazioni analitiche desunte da correlazioni empiriche è possibile associare alle caratteristiche elastiche alcuni parametri fisico-meccanici (vedi tabelle allegate).

Sono stati calcolati, oltre alle velocità di propagazione delle onde P, onde S ed allo spessore dei mezzi sismici individuati, alcuni parametri geotecnici. In termini congrui, dalle velocità sismiche, assegnando la densità in sito, è stato calcolato il coefficiente di Poisson ed il modulo elastico dinamico, per il sondaggio SS03 dalle velocità sismiche, assegnato il coefficiente di Poisson e la densità del materiale, è stato elaborato il modulo elastico dinamico e la velocità delle onde S.

Le determinazioni dei moduli elastici effettuate mediante metodologie sismiche sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate, a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di precisione ed affidabilità soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia. I moduli elastici sismici possono essere messi in relazione ai normali moduli statici, attraverso un fattore di riduzione, (Rzhevsky et alii, 1971) evidenziando semplicemente che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

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

$$K_s = E/B(1 - \nu^2)$$

con B = larghezza della fondazione; E = modulo di elasticità del terreno;  
 $\nu$  = coefficiente di Poisson.

### 3.1 Base sismica SS01

La base sismica SS01 è stata eseguita in direzione Nord-Sud nei pressi della SP 47 in c.da S. Vito ad una 30m dalla Centrale Elettrica di Terna a quota dell'attuale piano campagna.

Sulla base dell'interpretazione quantitativa del profilo sismico eseguito è stato possibile rilevare che il sottosuolo indagato risulta costituito da tre sismostrati, le cui caratteristiche dinamiche migliorano procedendo in profondità (vedi sezione sismostratigrafica allegata fig. 3.1).

In particolare, si riscontra un:

- 1° sismostrato a bassa velocità di propagazione delle onde P (da 455 m/s a 694 m/s);
- 2° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1724 m/s a 2632 m/s;
- 3° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 2146 m/s a 3571 m/s.

Il primo sismostrato comprende materiale di riporto, terreno agrario, "terra rossa", calcare alterato, la profondità è compresa tra 0,8m e 1,1m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 281 m/s.

Il secondo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 2091 m/s, ed è associabile a calcare e dolomia stratificato, intensamente fratturato e carsificato con sacche di "terra rossa"; esso si rinvia fino ad una profondità compresa tra circa 1,2m e 2,9m dal piano campagna, risultando più potente in prossimità della battuta di andata. La velocità media delle onde S è di 1110m/s.

Il terzo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 2676 m/s, ed è associabile a calcare e dolomia, stratificato, fratturato e carsificato. La velocità media delle onde S è di 1488 m/s.

## 3.2 Base sismica SS02

La base sismica SS02 è stata eseguita in direzione circa Est-Ovest in adiacenza alla Masseria Molinari a quota dell'attuale piano campagna.

Sulla base dell'interpretazione quantitativa del profilo sismico eseguito è stato possibile rilevare che il sottosuolo indagato risulta costituito da tre sismostrati, le cui caratteristiche dinamiche migliorano procedendo in profondità (vedi sezione sismostratigrafica allegata fig. 3.2).

In particolare, si riscontra un:

- 1° sismostrato a bassa velocità di propagazione delle onde P (da 446 m/s a 472 m/s);
- 2° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1163 m/s a 1282 m/s;
- 3° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1761 m/s a 1976 m/s.

Il primo sismostrato comprende terreno agrario, "terra rossa", con ciottoli calcarenitici e calcarenite alterata, la profondità è compresa tra 0,8m e 0,9m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 220 m/s.

Il secondo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 1221 m/s, ed è associabile a calcarenite e sabbie a cementazione variabile; esso si rinviene fino ad una profondità media compresa tra circa 2,7m e 3,2m dal piano campagna, risultando più potente in prossimità della battuta di andata. La velocità media delle onde S è di 588m/s.

Il terzo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 1878 m/s, ed è associabile a calcarenite ben cementata, nella parte inferiore troviamo calcare stratificato e fratturato. La velocità media delle onde S è di 1021 m/s.

### 3.3 Base sismica SS03

La base sismica SS03 è stata eseguita in direzione circa Nord-Sud in adiacenza alla Masseria Molinari a quota dell'attuale piano campagna. Sulla base dell'interpretazione quantitativa del profilo sismico eseguito è stato possibile rilevare che il sottosuolo indagato risulta costituito da tre sismostrati, le cui caratteristiche dinamiche migliorano procedendo in profondità (vedi sezione sismostratigrafica allegata fig. 3.3).

In particolare, si riscontra un:

- 1° sismostrato a bassa velocità di propagazione delle onde P (da 368 m/s a 735 m/s);
- 2° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1282 m/s a 1515 m/s;
- 3° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1393 m/s a 1742 m/s.

Il primo sismostrato comprende terreno agrario, "terra rossa", con ciottoli calcarei e trovanti calcarei, la profondità è compresa tra 0,7m e 0,9m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 263 m/s.

Il secondo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 1376 m/s, ed è associabile a lembi di calcarenite, calcare e dolomia alterato con sacche di "terra rossa"; esso si rinviene fino ad una profondità media compresa tra circa 1,6m e 2,2m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 693m/s.

Il terzo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 1631 m/s, ed è associabile a calcare e dolomia stratificato, fratturato e carsificato. La velocità media delle onde S è di 872 m/s.

### 3.4 Indagine Sismica MASW

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde S in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in "attivo" e "passivo" (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006).

Nel nostro caso abbiamo utilizzato il "metodo attivo", le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono rilevate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

Le bande spettrali indagate ci consentono di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo).

Nell'esecuzione della prova MASW è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di circa 10m dal primo geofono.

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (Geopsy - Progetto Europeo SESAME) vedi figg. M.1, M.2 e M.3.

Modalità esecutive:	<b>SS01</b>	<b>SS02</b>	<b>SS03</b>
Spaziatura geofoni:	5m	5m	5m
Distanza sorgente 1° geofono:	10m	10m	10m
Tempo di campionamento:	1,0 ms	1,0 ms	1,0 ms
Tempo di registrazione:	2,048 s	2,048 s	2,048 s

#### 4. PERICOLOSITA' SISMICA

L'azione sismica ai sensi del Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito.

La "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione 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 (di categoria **A**), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Nell'Allegato A e B delle norme, su un reticolo di riferimento sono stati calcolati i valori dei parametri  $p$  ( $a_g, F_0, T_c^*$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Sulla base delle indicazioni del rilievo geologico e dalla indagine sismica eseguita in sito, considerando il profilo stratigrafico dell'attuale piano campagna, esso appartiene alla **categoria A**, di suolo di fondazione, avendo una velocità di propagazione delle onde S misurata, **maggiore di 800m/sec**.

Per quanto riguarda l'*Amplificazione topografica* in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizza il valore del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.VI (*Norme Tecniche per le Costruzioni*), in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera con  $T_1$  pari a  $S_T = 1,0$ .

Categoria di suolo di fondazione	Caratteristiche della superficie topografica	Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica $S_T$
<p style="text-align: center;"><b>A</b> <math>V_s &gt; 800</math> m/sec</p> <p>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.</p>	<p style="text-align: center;"><b>T1</b></p> <p>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>T1</b> 1,0</p>
<p><b>COORDINATE GEOGRAFICHE MEDIE DELL'AREA (GPS - WGS84)</b>  <b>SS01 LATITUDINE = 40°,16159 LONGITUDINE = 18°,12907</b>  <b>SS02 LATITUDINE = 40°,20399 LONGITUDINE = 18°,08676</b>  <b>SS03 LATITUDINE = 40°,16140 LONGITUDINE = 18°,12882</b></p>		

## 5. CALCOLO DEL $V_{s,eq}$

L'indagine ha inoltre evidenziato la presenza di aree eterogenee e di litotipi incoerenti nella parte superficiale dell'area degli stendimenti, dovuti alla presenza di materiale di riporto o terreno agrario.

Nelle Basi sismiche SS01 e SS03 sotto la coltre superficiale troviamo calcare e dolomia, stratificato e fratturato con sacche di terra rossa, mentre nella Base sismica SS02 sotto la coltre superficiale troviamo calcarenite a cementazione variabile.

Dai risultati dell'indagine sismica è possibile determinare il valore delle  $V_{s,eq}$  attraverso la relazione:

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

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.

### Metodo MASW

SS01  $V_{s,eq} > 800 \text{ m/s}$

SS02  $V_{s,eq} > 800 \text{ m/s}$

SS03  $V_{s,eq} > 800 \text{ m/s}$

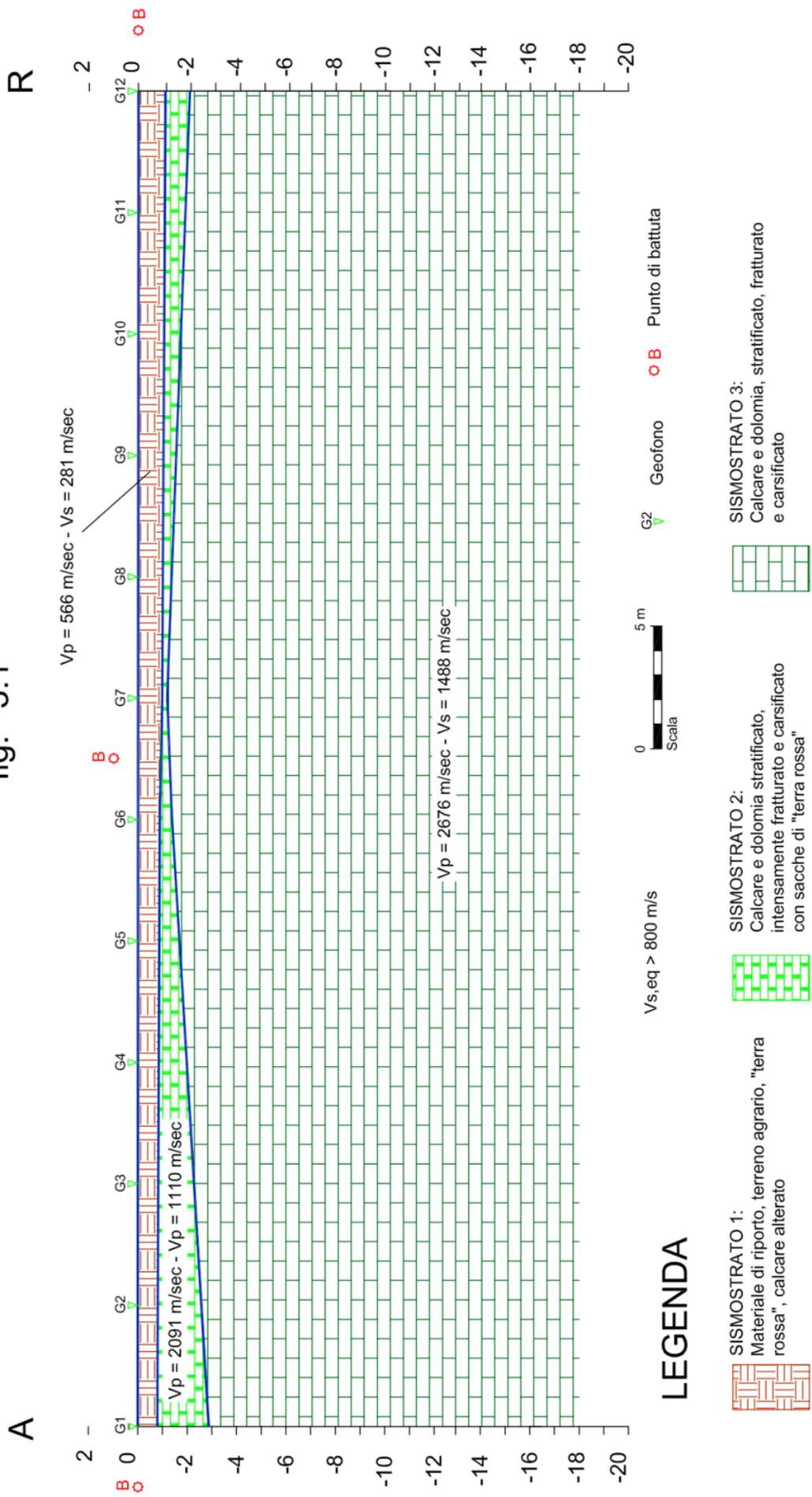
Pertanto, ai fini dell'azione sismica di progetto, nell'area di indagine, la categoria di suolo di fondazione rientra nella **Categoria A** ("Norme Tecniche per le Costruzioni", approvate con D.M. 14/01/2008 e **Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"**).

Tutte le ulteriori informazioni sugli spessori dei sismostrati, sui valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio e sulle caratteristiche elastiche del mezzo sono riportate nelle tabelle dei parametri sismici e meccanici (tabb. P1, P2 e P3) e nelle sezioni sismostratigrafiche (figg. 3.1, 3.2 e 3.3).

## **6. ALLEGATI**

# BASE SISMICA SS01 - SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

fig. 3.1



## LEGENDA

**SISMOSTRATO 1:**  
Materiale di riporto, terreno agrario, "terra rossa", calcare alterato

**SISMOSTRATO 2:**  
Calcare e dolomia stratificato, intensamente fratturato e carsificato con sacche di "terra rossa"

**SISMOSTRATO 3:**  
Calcare e dolomia, stratificato, fratturato e carsificato

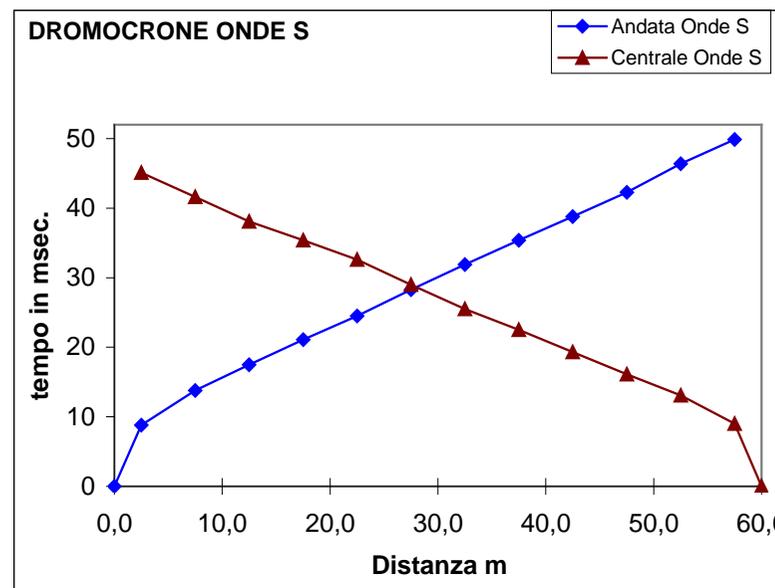
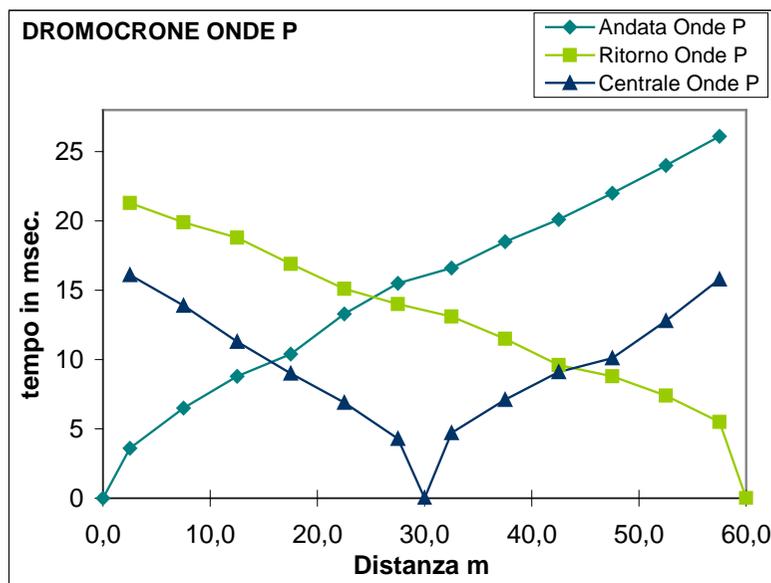
### Sondaggio Sismico a rifrazione SS01

**Distanza intergeofonica:** m. 5,0

**Lunghezza stendimento:** m. 55,0

**Offset** m. 2,50

	Geofono	Distanza A/R	ONDE P			ONDE S			
			Time A	Time R	Geofono	Distanza C	Time C	Time A	Time R
	N°	m	ms	ms	N°		ms	ms	ms
Punto di battuta (A)		0,0	0	-		0,00	-	0	-
	1	2,50	3,6	21,3	1	2,50	16,1	8,8	45,1
	2	7,50	6,5	19,9	2	7,50	13,9	13,8	41,6
	3	12,50	8,8	18,8	3	12,50	11,3	17,5	38,1
	4	17,50	10,4	16,9	4	17,50	9,0	21,1	35,4
	5	22,50	13,3	15,1	5	22,50	6,9	24,5	32,6
	6	27,50	15,5	14,0	6	27,50	4,3	28,3	29,0
	7	32,50	16,6	13,1	Battuta (C)	30,00	0,0	31,9	25,5
	8	37,50	18,5	11,5	7	32,50	4,7	35,4	22,5
	9	42,50	20,1	9,6	8	37,50	7,1	38,8	19,3
	10	47,50	22,0	8,8	9	42,50	9,1	42,3	16,1
	11	52,50	24,0	7,4	10	47,50	10,1	46,4	13,1
	12	57,50	26,1	5,5	11	52,50	12,8	49,9	9,0
Punto di battuta (R)		60,00	-	0,0	12	57,50	15,8	-	0,0



## Velocità

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno		Velocità media	
v1:	694 m/s	v1:	581 m/s	v1:	532 m/s	v1:	455 m/s		566 m/s
v2:	1724 m/s	v2:	1923 m/s	v2:	2083 m/s	v2:	2632 m/s		2091 m/s
v3:	2618 m/s	v3:	2146 m/s	v3:	2370 m/s	v3:	3571 m/s		2676 m/s

## Tempi di intercetta

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno	
ti2:	2,15	ti2:	3,00	ti2:	3,50	ti2:	4,55
ti3:	4,10	ti3:	3,28	ti3:	3,60	ti3:	5,10
ti4:	-	ti4:	-	ti4:	-	ti4:	-

## RISULTATI

## Spessore orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 25		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		Z medio	
Z1	0,8 m	Z1	0,9 m	Z1	1,0 m	Z1	1,1 m		1,0 m
Z2	2,1 m	Z2	0,5 m	Z2	0,2 m	Z2	1,0 m		1,0 m
Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m		-

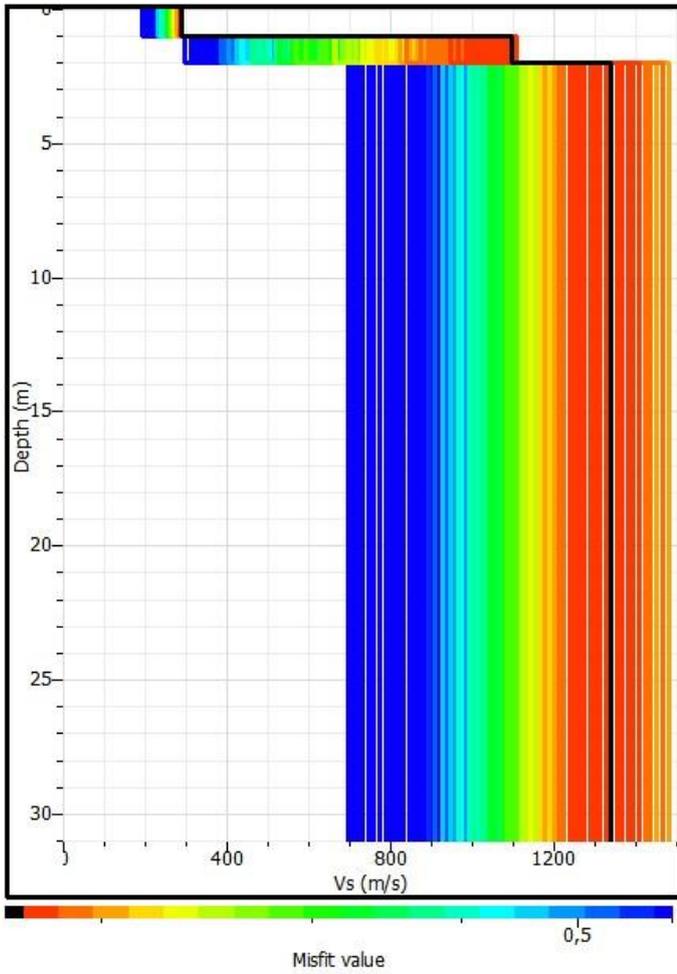
## Profondità orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 25		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		H media	
H1	0,8 m	H1	0,9 m	H1	1,0 m	H1	1,1 m		1,0 m
H2	2,9 m	H2	1,4 m	H2	1,2 m	H2	2,1 m		1,9 m
H3	- m	H3	- m	H3	- m	H3	- m		

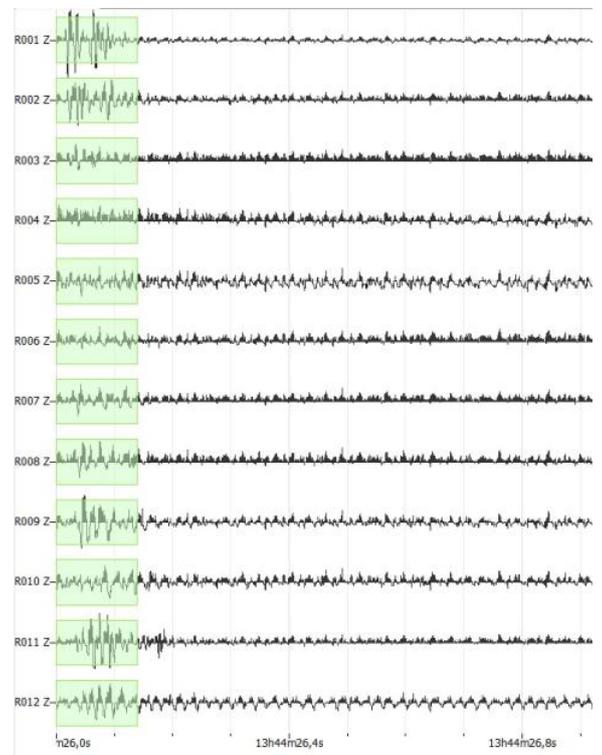
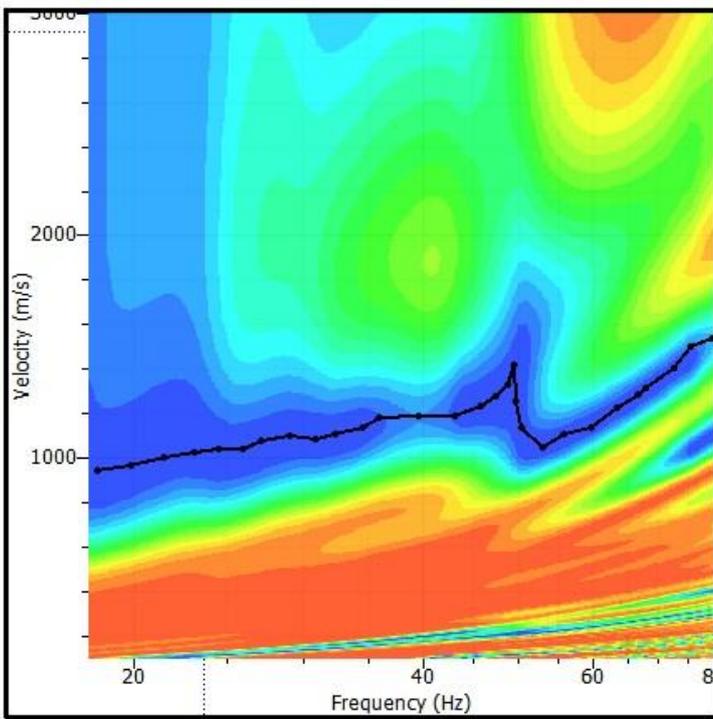
Vs,eq &gt; 800 m/sec

## Tabella parametri sismici e meccanici dei sismostrati

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cm <sup>3</sup>	%	MPa	MPa	MPa	m/s <sup>2</sup> *kN/m <sup>3</sup>	sec.	hz
1	Materiale di riporto, terreno agrario, "terra rossa", calcare alterato	566	281	0,35	1,5	2,01	296	110	15	4243	0,014	70
2	Calcare e dolomia stratificato, intensamente fratturato e carsificato con sacche di "terra rossa"	2091	1110	0,33	2,1	1,88	6169	2319	411	23199	0,004	278
3	Calcare e dolomia, stratificato, fratturato e carsificato	2676	1488	0,29	2,2	1,80	12189	4724	1219	33182	-	-



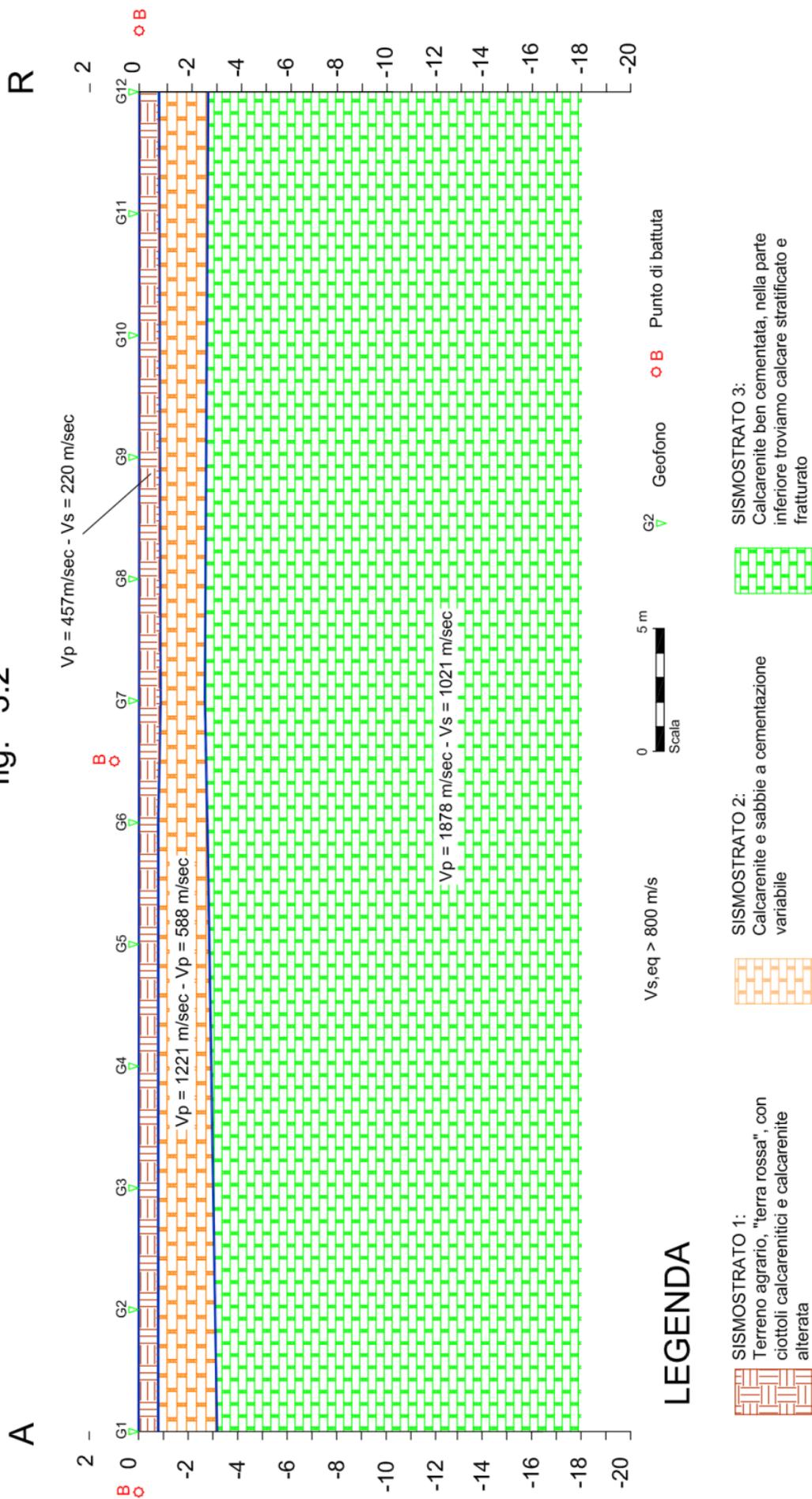
Shot at (-10, 0, 0), time=2020-03-16



MASW SS01 - fig. M.1

# BASE SISMICA SS02 - SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

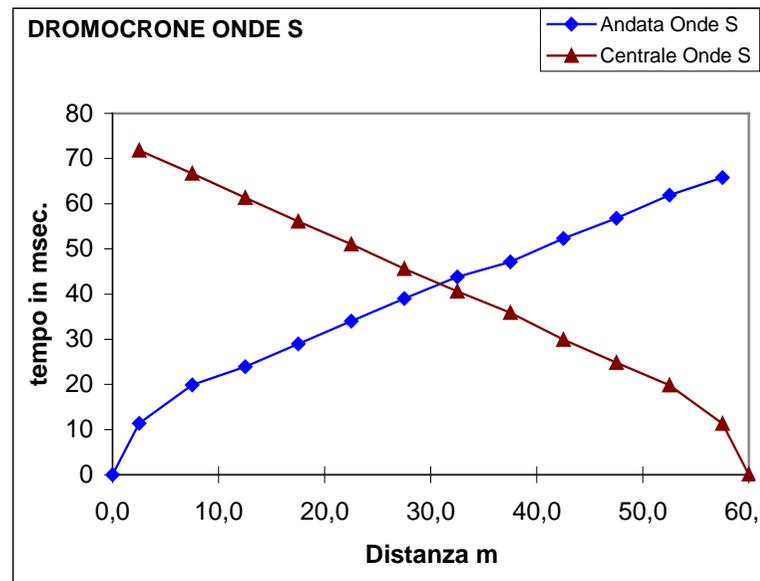
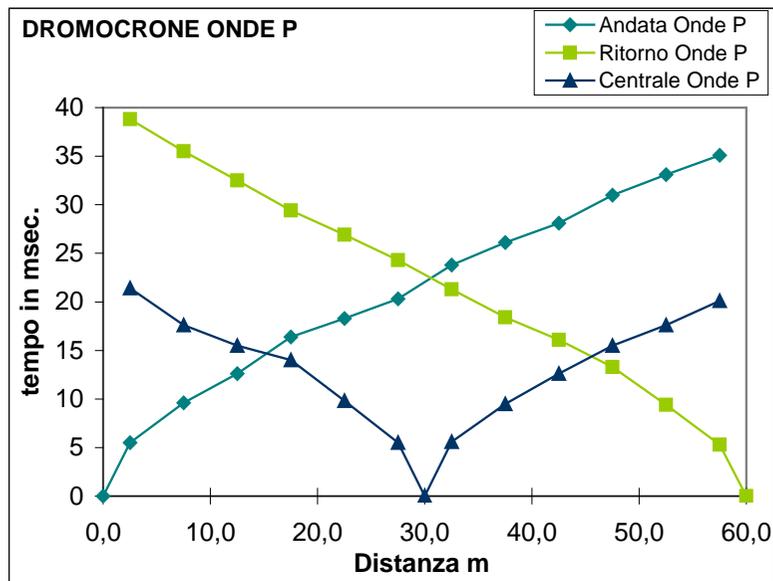
fig. 3.2



## Sondaggio Sismico a rifrazione SS02

**Distanza intergeofonica:** m. 5,0  
**Lunghezza stendimento:** m. 55,0  
**Offset** m. 2,50

	ONDE P				ONDE S				
	Geofono N°	Distanza A/R m	Time A ms	Time R ms	Geofono N°	Distanza C	Time C ms	Time A ms	Time R ms
Punto di battuta (A)		0,0	0	-		0,00	-	0	-
	1	2,50	5,5	38,8	1	2,50	21,4	11,4	71,8
	2	7,50	9,6	35,5	2	7,50	17,6	19,9	66,7
	3	12,50	12,6	32,5	3	12,50	15,5	23,9	61,3
	4	17,50	16,4	29,4	4	17,50	14,0	29,0	56,1
	5	22,50	18,3	26,9	5	22,50	9,8	34,0	51,0
	6	27,50	20,3	24,3	6	27,50	5,5	39,0	45,6
	7	32,50	23,8	21,3	Battuta (C)	30,00	0,0	43,8	40,6
	8	37,50	26,1	18,4	7	32,50	5,6	47,1	35,9
	9	42,50	28,1	16,1	8	37,50	9,5	52,3	29,9
	10	47,50	31,0	13,3	9	42,50	12,6	56,8	24,8
	11	52,50	33,1	9,4	10	47,50	15,5	61,9	19,8
	12	57,50	35,1	5,3	11	52,50	17,6	65,8	11,3
Punto di battuta (R)		60,00	-	0,0	12	57,50	20,1	-	0,0



## Velocità

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno		Velocità media	
v1:	455 m/s	v1:	455 m/s	v1:	446 m/s	v1:	472 m/s		457 m/s
v2:	1220 m/s	v2:	1163 m/s	v2:	1282 m/s	v2:	1220 m/s		1221 m/s
v3:	1976 m/s	v3:	1866 m/s	v3:	1908 m/s	v3:	1761 m/s		1878 m/s

## Tempi di intercetta

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno	
ti2:	3,45	ti2:	3,35	ti2:	3,65	ti2:	3,25
ti3:	6,65	ti3:	6,28	ti3:	5,89	ti3:	5,70
ti4:	-	ti4:	-	ti4:	-	ti4:	-

## RISULTATI

## Spessore orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 25		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		Z medio	
Z1	0,8 m	Z1	0,8 m	Z1	0,9 m	Z1	0,8 m		0,8 m
Z2	2,4 m	Z2	2,0 m	Z2	1,8 m	Z2	2,0 m		2,1 m
Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m		-

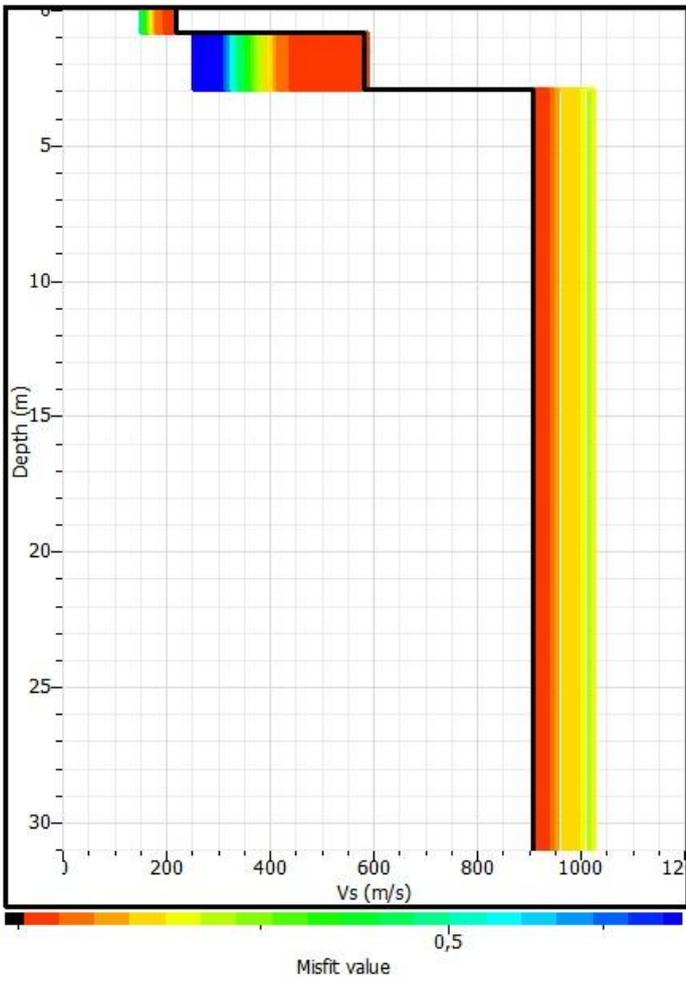
## Profondità orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 25		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		H media	
H1	0,8 m	H1	0,8 m	H1	0,9 m	H1	0,8 m		0,8 m
H2	3,2 m	H2	2,8 m	H2	2,7 m	H2	2,8 m		2,9 m
H3	- m	H3	- m	H3	- m	H3	- m		

Vs,eq &gt; 800 m/sec

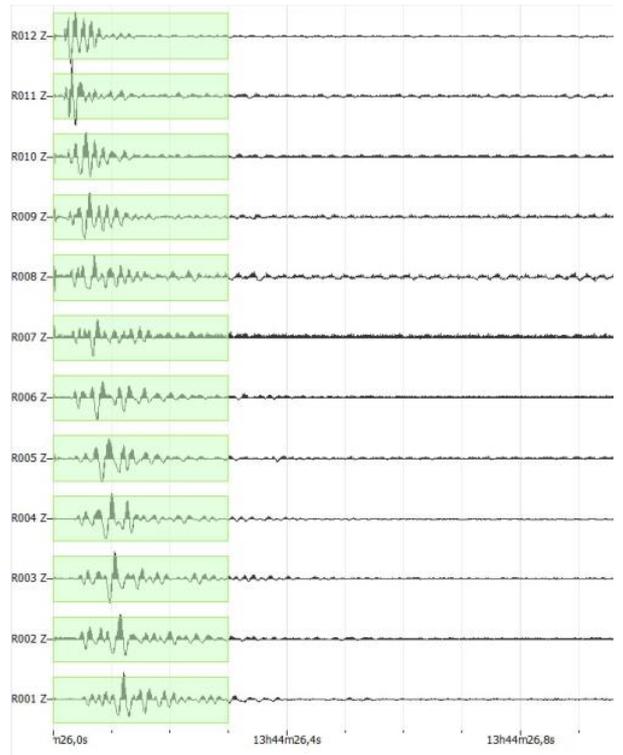
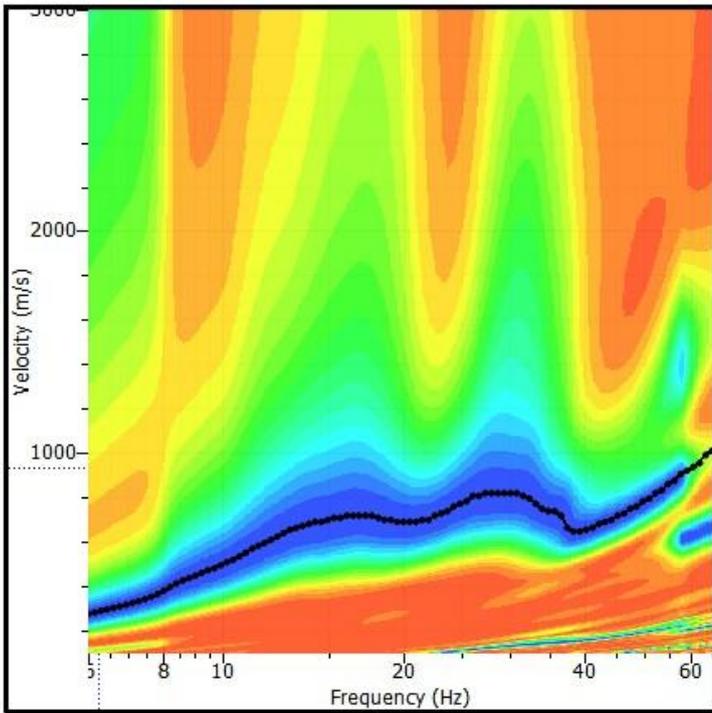
## Tabella parametri sismici e meccanici dei sismostrati

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cm <sup>3</sup>	%	MPa	MPa	MPa	m/s <sup>2</sup> *kN/m <sup>3</sup>	sec.	hz
1	Terreno agrario, "terra rossa", con ciottoli calcarenitici e calcarenite alterata	457	220	0,35	1,4	2,08	182	67	9	3146	0,015	69
2	Calcarenite e sabbie a cementazione variabile	1221	588	0,35	1,8	2,08	1700	630	113	10760	0,014	70
3	Calcarenite ben cementata, nella parte inferiore troviamo calcare stratificato e fratturato	1878	1021	0,29	2,0	1,84	5492	2129	366	20828	-	-



**Vs,eq > 800 m/sec**

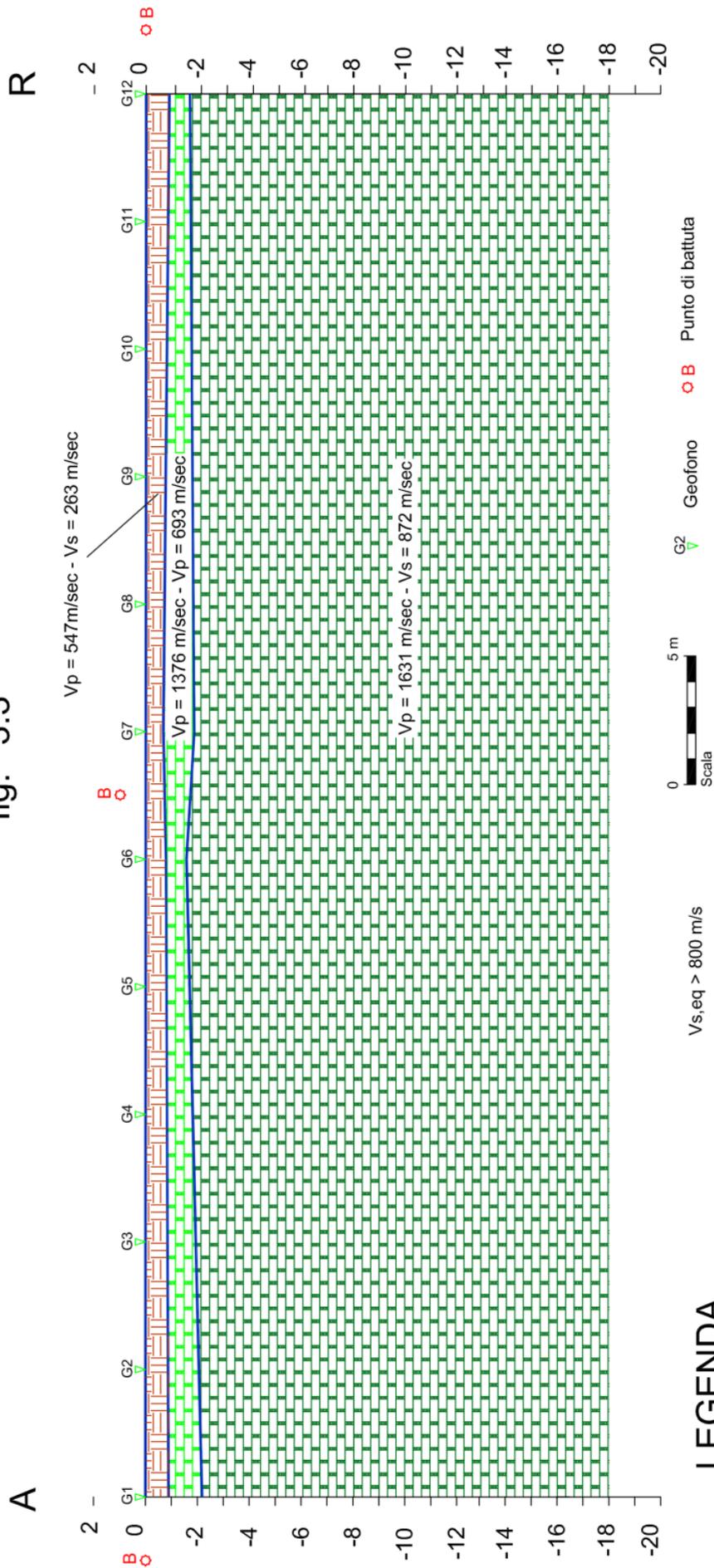
Shot at (65, 0, 0), time=2020-03-16



MASW SS02 - fig. M.2

# BASE SISMICA SS03 - SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

fig. 3.3



## LEGENDA

SISMOSTRATO 1:  
Terreno agrario, "terra rossa", con  
ciottoli calcarei e trovanti calcarei

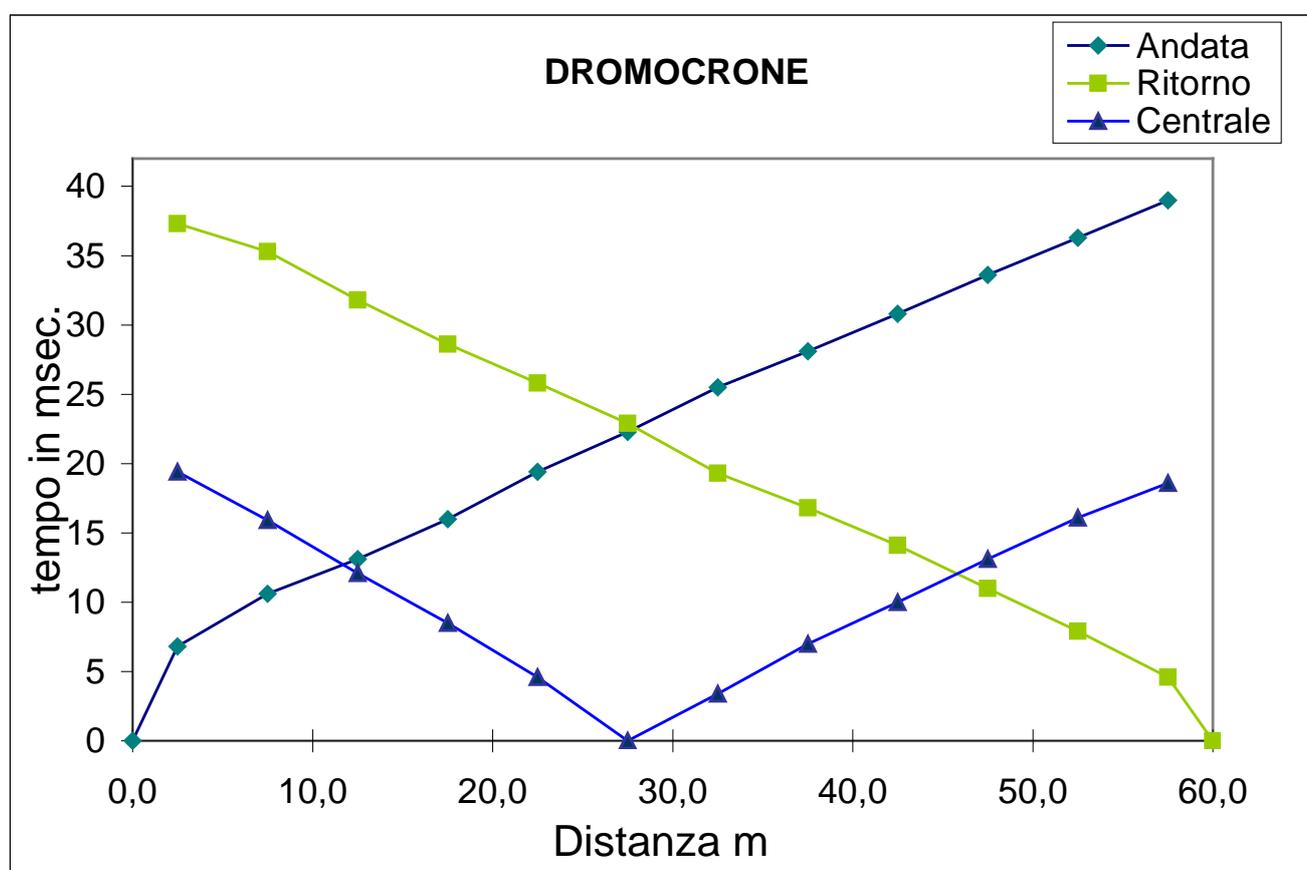
SISMOSTRATO 2:  
Lembi di calcarenite, calcare e  
dolomia alterato con sacche di "terra  
rossa"

SISMOSTRATO 3:  
Calcare e dolomia, stratificato, fratturato  
e carsificato

## Sondaggio Sismico a rifrazione SS03

**Distanza intergeofonica:**                    m.    5,0  
**Lunghezza stendimento:**                    m.    55,0  
**Offset**    m.    2,5

	Geofono	Distanza A/R	Time A	Time R	Geofono	Distanza C	Time C
	N°	m	ms	ms	N°		ms
Punto di battuta (A)		0,0	0	-			-
	1	2,5	6,8	37,3	1	2,5	22,8
	2	7,5	10,6	35,3	2	7,5	19,4
	3	12,5	13,1	31,8	3	12,5	15,9
	4	17,5	16,0	28,6	4	17,5	12,1
	5	22,5	19,4	25,8	5	22,5	8,5
Punto di battuta (C)	6	27,5	22,3	22,9	6	27,5	4,6
	7	32,5	25,5	19,3	Battuta (C)	30,0	0,0
	8	37,5	28,1	16,8	7	32,5	3,4
	9	42,5	30,8	14,1	8	37,5	7,0
	10	47,5	33,6	11,0	9	42,5	10,0
	11	52,5	36,3	7,9	10	47,5	13,1
	12	57,5	39,0	4,6	11	52,5	16,1
Punto di battuta (R)		60,0	-	0	12	57,5	18,6



**Velocità sismostrati**

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno		Velocità media	
v1:	368 m/s	v1:	543 m/s	v1:	735 m/s	v1:	543 m/s		547 m/s
v2:	1316 m/s	v2:	1282 m/s	v2:	1389 m/s	v2:	1515 m/s		1376 m/s
v3:	1742 m/s	v3:	1393 m/s	v3:	1706 m/s	v3:	1681 m/s		1631 m/s

**Tempi di intercetta**

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno	
ti2:	4,90	ti2:	2,65	ti2:	1,60	ti2:	2,95
ti3:	6,28	ti3:	3,17	ti3:	2,70	ti3:	3,45

**RISULTATI**

**Spessore orizzonti sismici**

Andata		Centrale Andata a m 20		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		Z medio	
Z1	0,9 m	Z1	0,8 m	Z1	0,7 m	Z1	0,9 m		0,8 m
Z2	1,3 m	Z2	0,8 m	Z2	1,2 m	Z2	0,8 m		1,0 m
Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m		

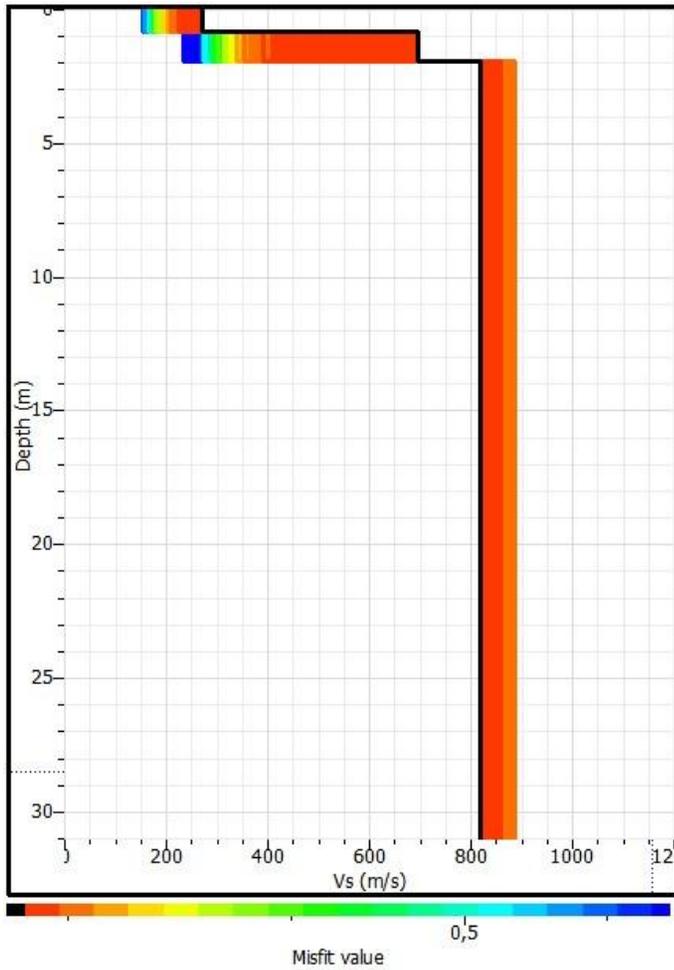
**Profondità orizzonti sismici**

Andata		Centrale Andata a m 20		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		H media	
H1	0,9 m	Z1	0,8 m	Z1	0,7 m	Z1	0,9 m		0,8 m
H2	2,2 m	Z2	1,6 m	Z2	1,9 m	Z2	1,7 m		1,9 m
H3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m		

Vs,eq > 800 m/sec

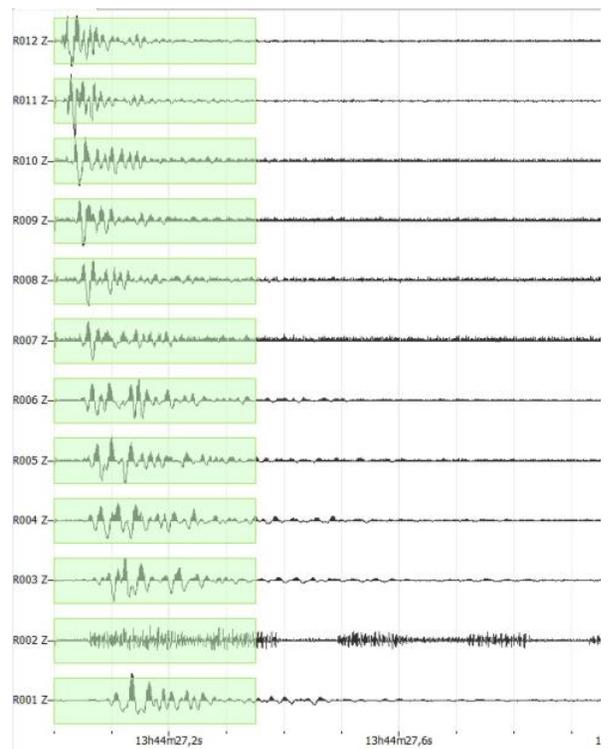
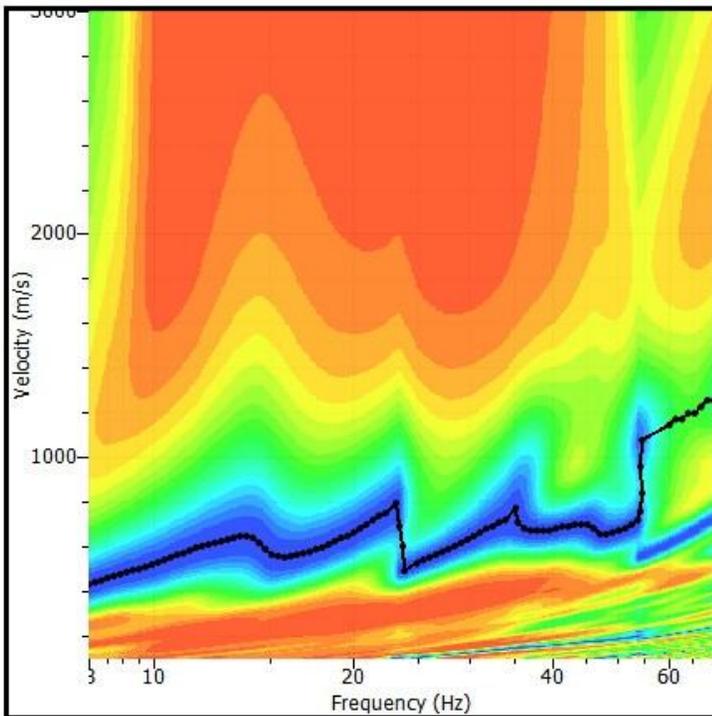
**Tabella parametri sismici e meccanici dei sismostrati**

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cmc	%	MPa	MPa	MPa	m/s*kN/m3	sec.	hz
1	Terreno agrario, "terra rossa", con ciottoli calcarei e trovanti calcarei	547	263	0,35	1,5	2,08	274	102	14	3945	0,012	82
2	Lembi di calcarenite, calcare e dolomia alterato con sacche di "terra rossa"	1376	693	0,33	1,9	1,99	2416	908	161	13098	0,006	173
3	Calcare e dolomia, stratificato, fratturato e carsificato	1631	872	0,30	2,0	1,87	3894	1498	260	17178	-	-



**Vs,eq > 800 m/sec**

Shot at (65, 0, 0), time=2020-03-16



MASW SS03 - fig. M.3

Sondaggio SS01 vista verso Sud



Sondaggio SS01 vista verso Nord



Sondaggio SS02 vista verso Est







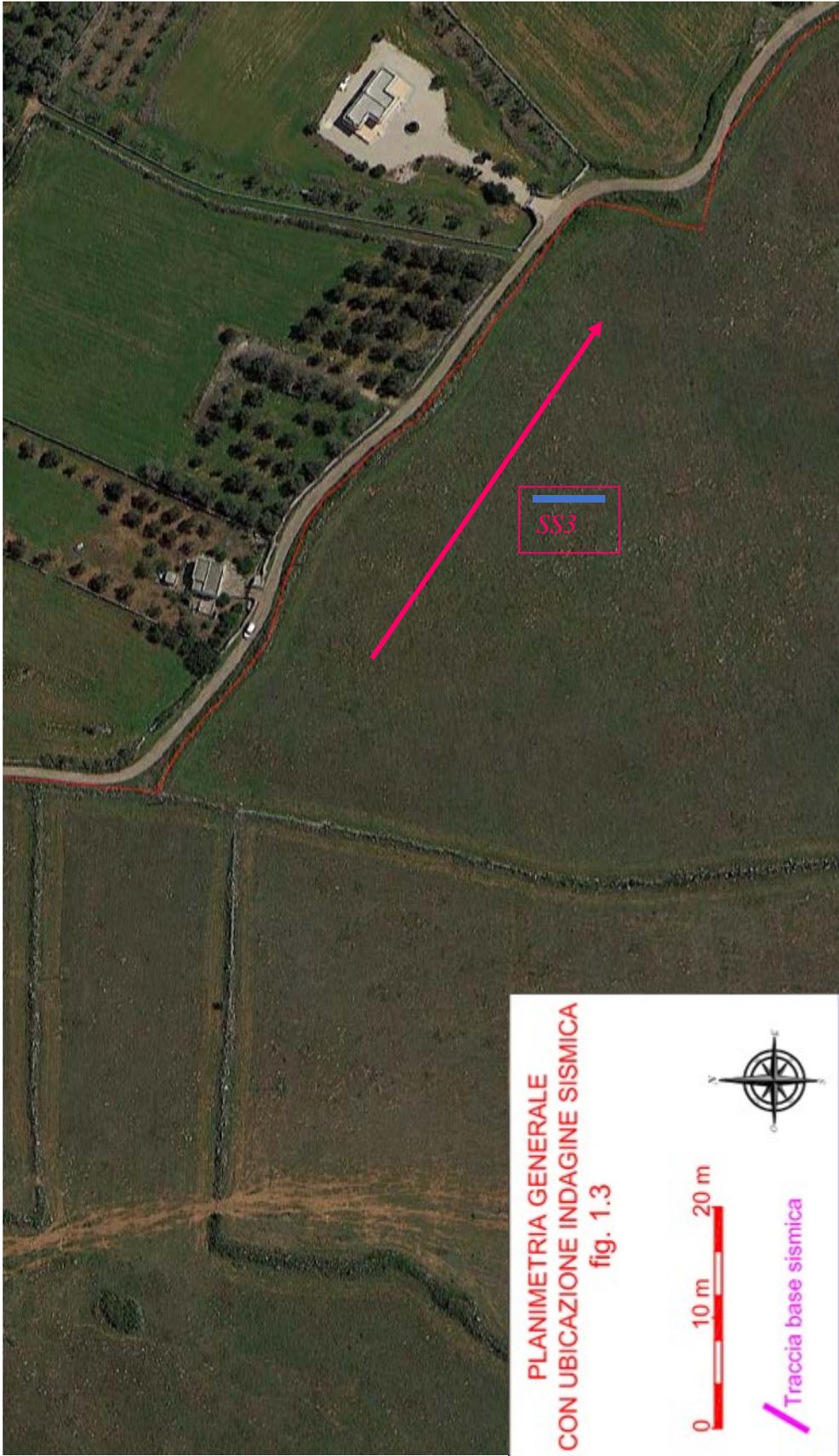
PLANIMETRIA GENERALE  
CON UBICAZIONE INDAGINE SISMICA

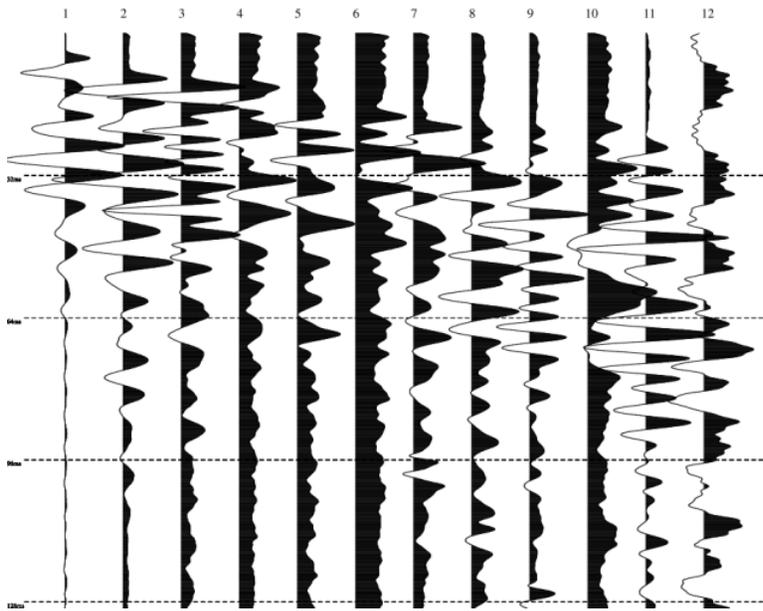
fig. 1.2

0 10 m 20 m

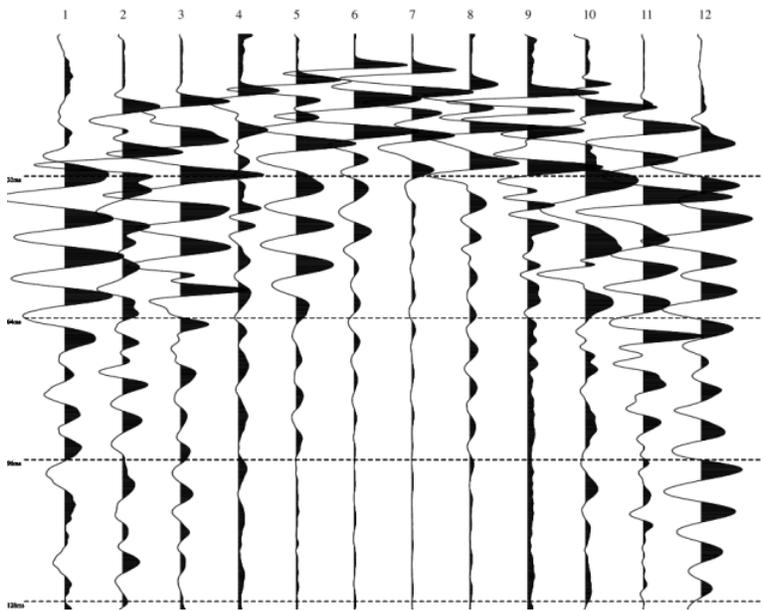


Traccia base sismica

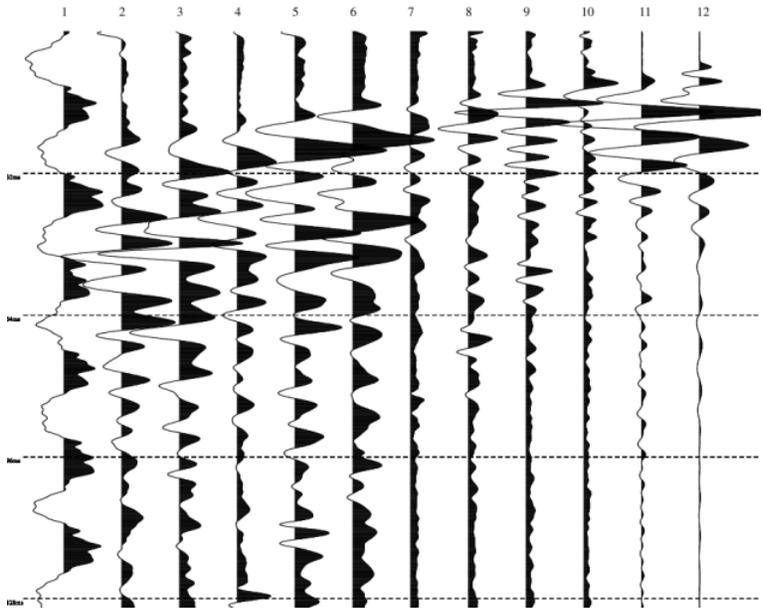




SS01 - Battuta di Andata - onde P

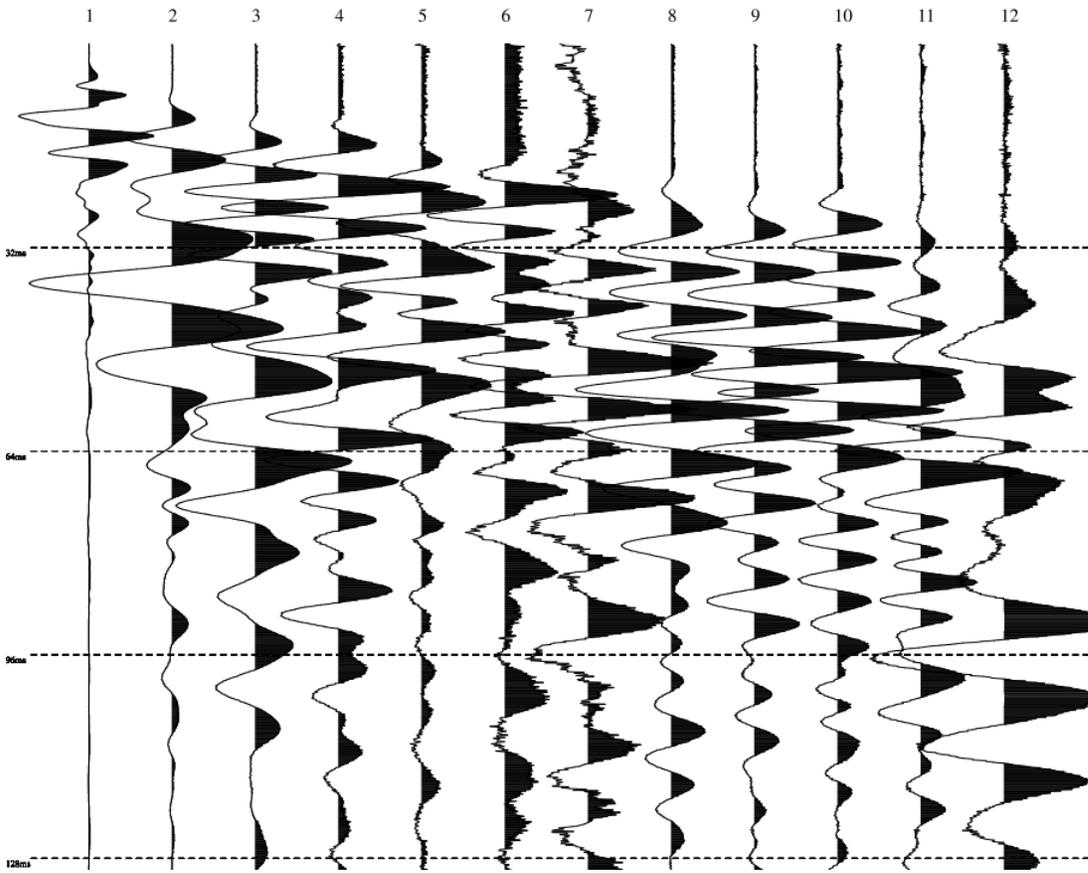


SS01 - Battuta Centrale - onde P

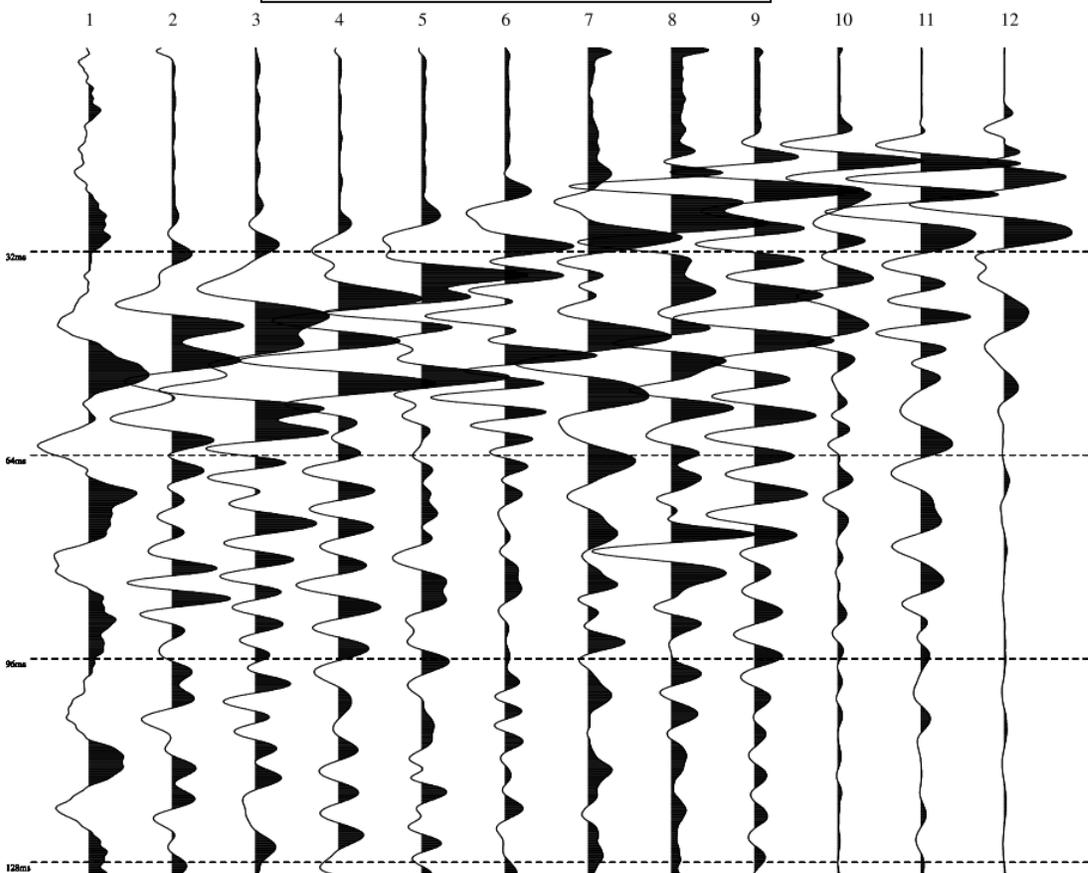


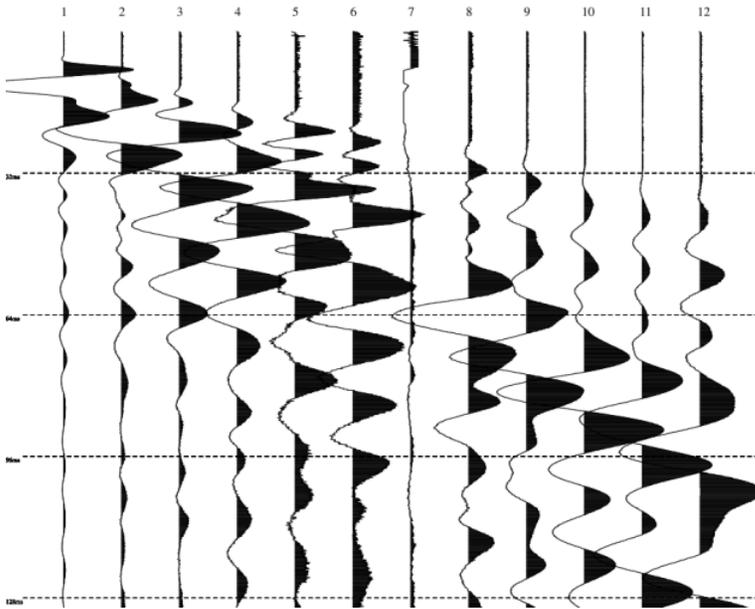
SS01 - Battuta di Ritorno - onde P

SS01 - Battuta di Andata - onde S

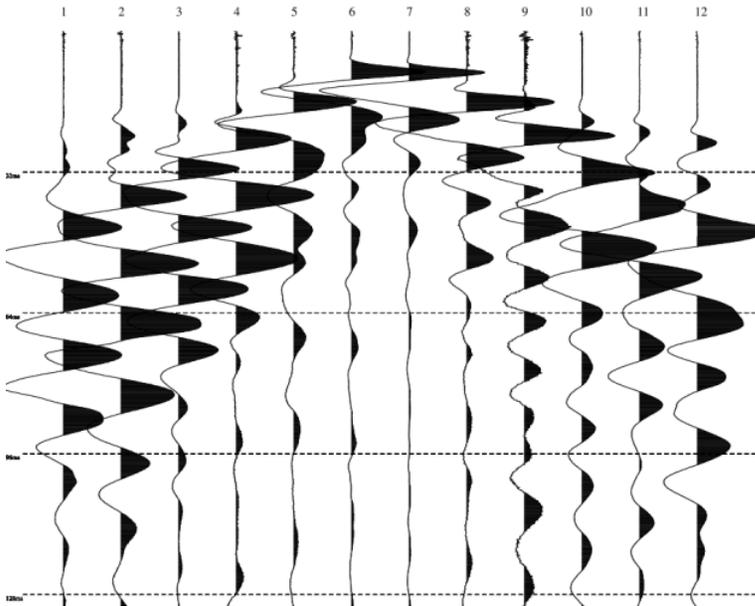


SS01 - Battuta di Ritorno - onde S

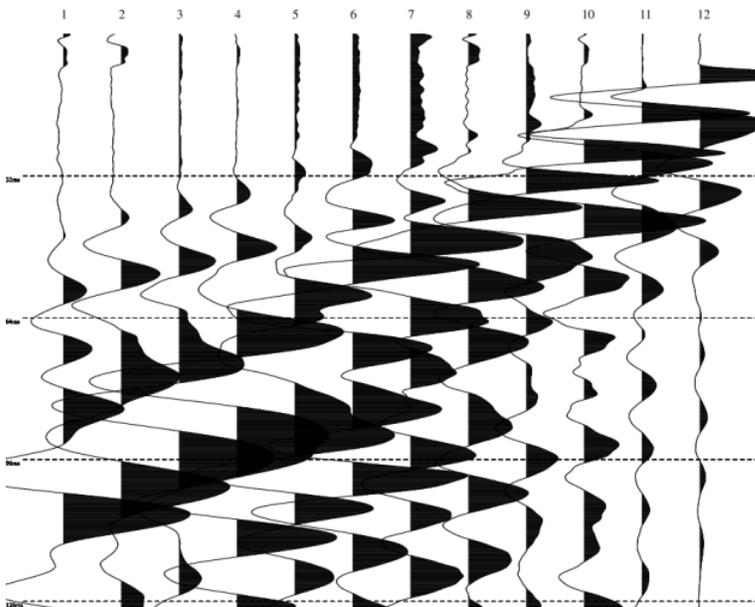




SS02 - Battuta di Andata - onde P

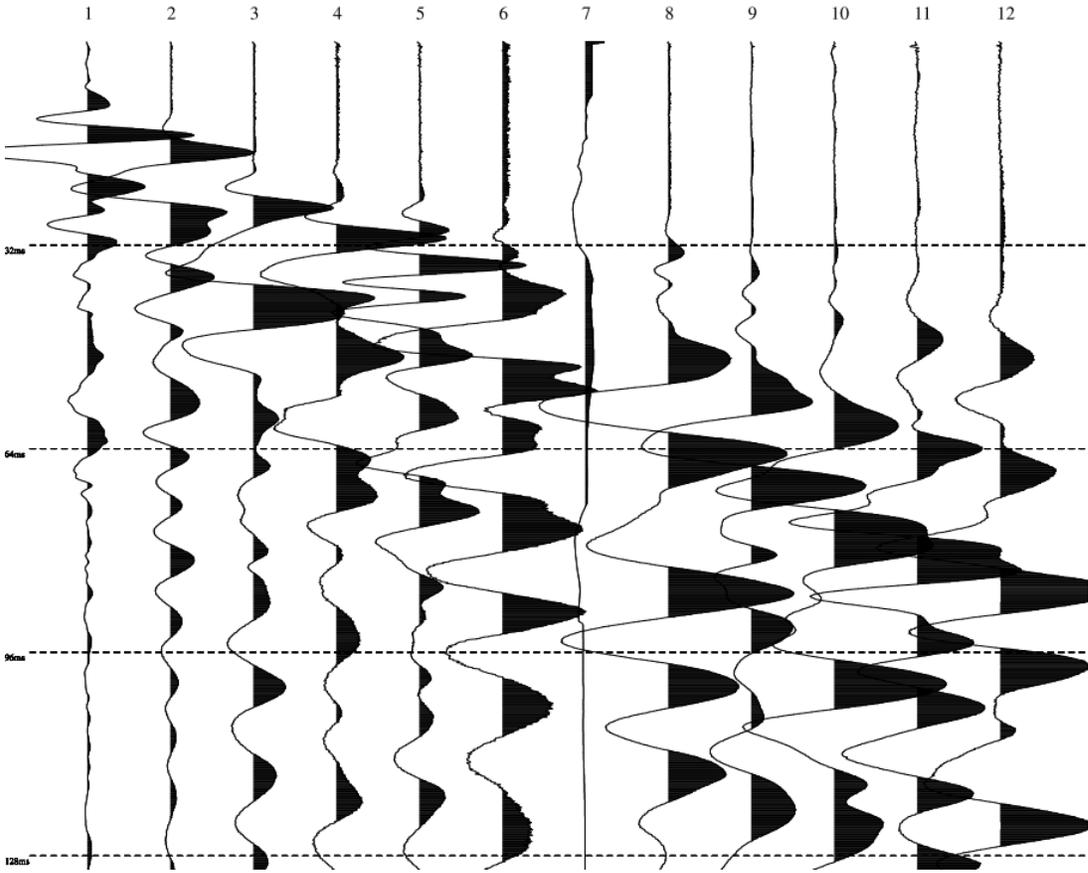


SS02 - Battuta Centrale - onde P

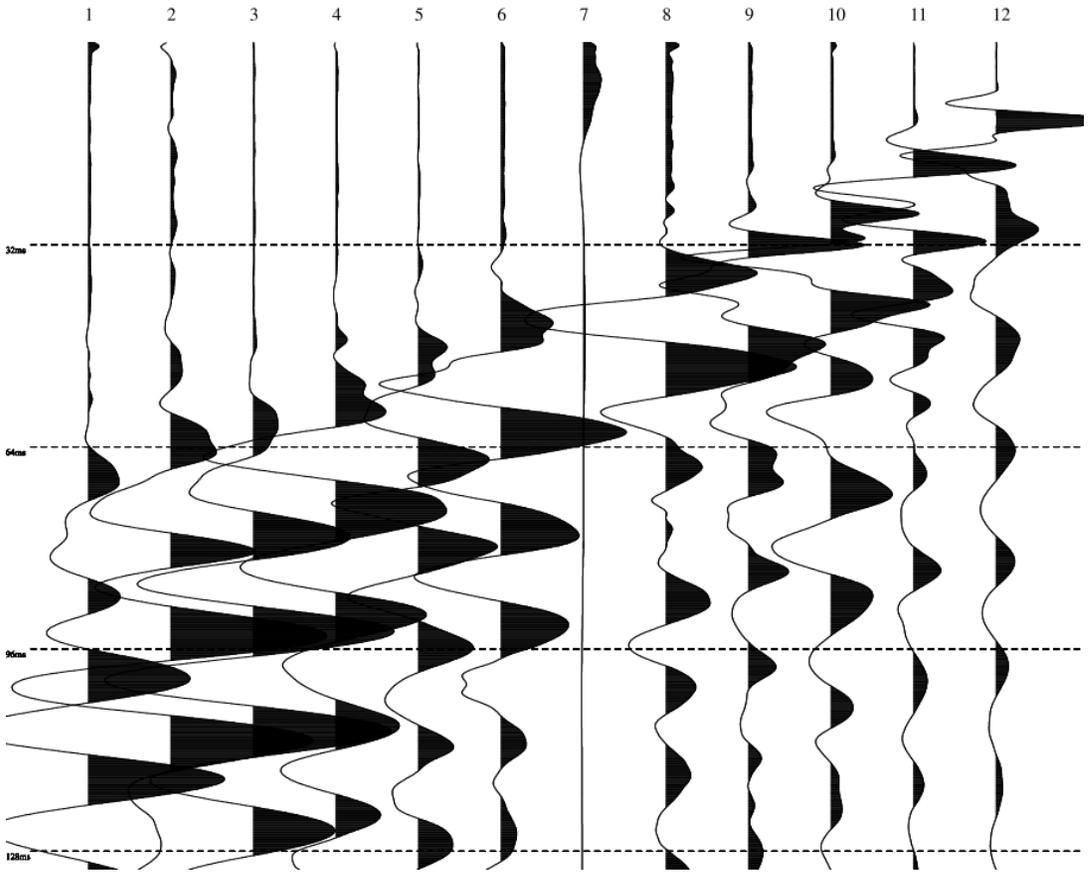


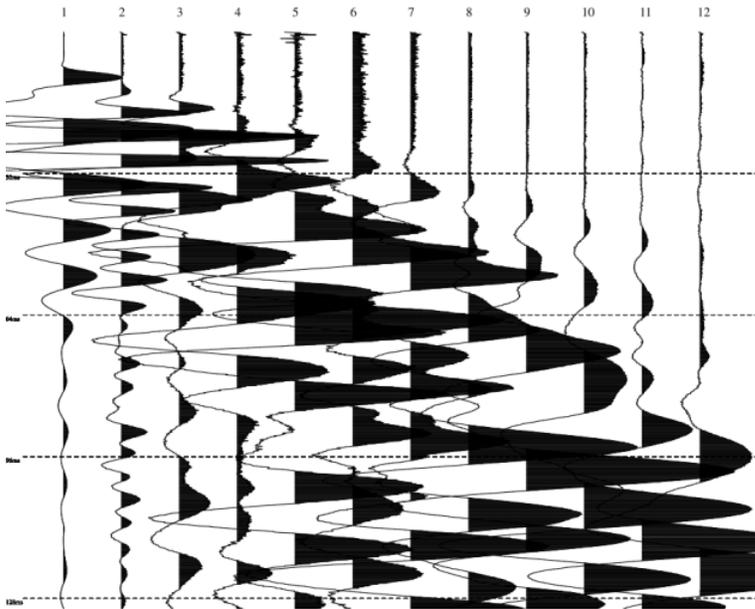
SS02 - Battuta di Ritorno - onde P

SS02 - Battuta di Andata - onde S

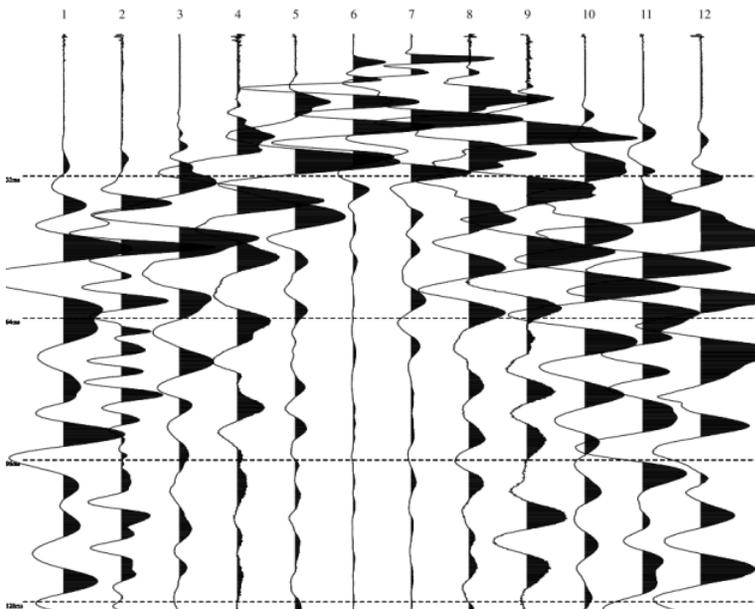


SS02 - Battuta di Ritorno - onde S

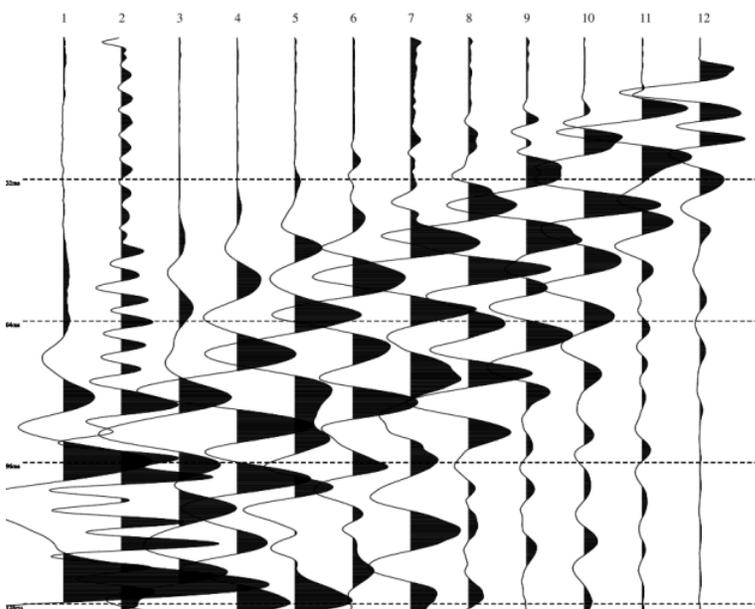




SS03 - Battuta di Andata - onde P



SS03 - Battuta Centrale - onde P



SS03 - Battuta di Ritorno - onde P