



REGIONE  
PUGLIA



PROVINCIA  
LECCE



COMUNE  
LECCE



COMUNE  
CAMP  
SALENTINA



COMUNE  
GUAGNANO



COMUNE  
SQUINZANO



COMUNE  
SURBO



COMUNE  
TREPUIZZI



PROVINCIA  
BRINDISI



COMUNE  
CELLINO  
SAN MARCO



COMUNE  
S.DONACI

61\_Lecce - Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi in agro di Lecce (LE)  
Potenza nominale DC 30,44 MW e potenza nominale AC 30,58 MW



## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

(ai sensi dell'art. 41 del D. Lgs. 36/2023)

PROGETTISTA:



Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari

Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINI  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

Ing. Giovanni VITONE  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

Ing. Gioacchino ANGARANO  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

Ing. Luigi FANELLI  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

COMMITTENTE:

SY03 S.R.L.  
Via Duca degli Abruzzi, 58 - 73100 Lecce (LE)  
Legale Rappresentante  
Prof. Franco RICCIATO

Consulenza specialistica:

Ing. Nicola CONTURSI  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9000

Coordinamento al progetto:



Viale Svevia n.7 - 73100 LECCE  
tel. +39 0832 36985 - Fax +39 0832 361468  
mail: prosvetasrl@gmail.com pec: prosveta@pec.it

Direttore Tecnico  
Ing. Francesco ROLLO

Codice

B.01a

Elaborato

Relazione geologica

SCALA:

-

0 Febbraio - 2024

Emesso per Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

REV DATA

NOTE

FORMATO ELABORATO

Pdf

ARKE' Ingegneria  
viale Imperatore Traiano - BARI

Prof.Ing. A.F. PICCINNI

➔ **PROGETTO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO**– Verifica di compatibilità dell'assetto geologico e morfologico.



*Relazione Geologica esplicativa per la valutazione delle caratteristiche litostrutturali dei primi metri di affioramento geolitologico ai fini della posa in opera delle infrastrutture a pannello*

➔➔ *prospezioni geofisiche per la caratterizzazione sismica e ottemperanza indicazioni NTC2018*

Febbraio 2024

**Dott. Geol. Vito Specchio**  
*Vito Specchio*  
ORDINE DEI GEOLGICI  
Dott. Geol. SPECCHIO  
VITO  
N° 217  
PUGLIA

**Executive summary**

Il Documento in progressiva dissertazione illustra in modo esaustivo le evidenze fisico geografiche e l'assetto geomorfologico di un sito (di irregolare contorno/perimetrazione, ma di semplice riconoscimento dai livelli informativi presenti nel SIT Puglia e, nella fattispecie di interesse, della Carta Idrogeomorfologica) collocato a NNW dell'abitato di Surbo, nonché a Nord dell'area industriale di Lecce, sulla congiungente i due abitati Surbo-Trepuzzi. In seguito saranno rappresentate le condizioni geolitologiche già peraltro ben rilevabili in superficie dalle facili rilevazioni dei frammenti di depositi calcarenitici e sabbioso-calcarenitici che sovente (cfr. miscellanea dedicata) risultano frammisti ai termini pedogenizzati o al terreno agrario, poiché disarticolati nel top della litostruttura dell'ammasso in affioramento.

L'inquadramento geolitologico e sismostratigrafico (nonché, ovviamente, la caratterizzazione fisico-dinamica) è stato facilitato da una serie di rilievi e accertamenti già esperiti dal Gruppo di Progettazione ARKE'-V. Specchio tutto all'intorno delle aree in stretto argomento, stante l'areale interessato da una serie di studi a carattere tematico equivalente, con medesima finalità di impiantistica energetica.

Le considerazioni a carattere di compatibilità geomorfologica sono risultate, ovviamente, ben confrontabili con le altre applicazioni di studio, così come le valutazioni geolitologiche, avendo già rilevato l'areale e riscontrato i caratteri geostrutturali dei terreni in affioramento, in ben evidente differenziazione per le variazioni di facies ben note in letteratura (sovente si tratta di calcareniti tenere, a luoghi poco cementate e nella sezione centrale dell'area perimetrata calcareniti organogene, perlopiù marnose). Talchè, già in questo step di executive summary si sottolineano le locali differenziazioni che si sono riscontrate nelle caratterizzazioni fisico-elastiche e fisico-dinamiche, a fronte di variazioni, nell'areale, dell'assetto litostrutturale dei termini in affioramento.

Le aree di interesse si collocano, per la disciplina fisico-geografica, nel comparto NNW della zona industriale di Lecce, nella fattispecie a NW dell'agro di Surbo, nella congiungente geografica Surbo-Trepuzzi. Tutto all'intorno di questo comparto (anche per tipologia litologica di segnato interesse estrattivo per le proprietà fisico-meccaniche delle calcareniti e dei litotipi tufacei in generale) sono riscontrabili vaste aree di pregressa (o anche attuale) attività estrattiva. L'aspetto è risultato basilare, poiché ha consentito una serie di rilievi geologici e geostrutturali lungo sezioni a sviluppo longitudinale e verticale di notevole esposizione; è stato possibile rilevare la frequenza dei piani di discontinuità secondaria, fratture e allargamento di queste, con materiali di frizione, carsificazione e presenza di fusoidi (invero rarissimi), ma soprattutto stato di diagenesi differenziata nei termini in

affioramento o finanche effetti di decompressione (soprattutto in prossimità di ancorchè blande ondulazioni della superficie topografica).

Le finalità precipue di questa fase progettuale (sostegno Progetto ai fini della confrontabilità procedura VIA/VAS) hanno indicato il grado di approfondimento delle geotematiche a mezzo attività geognostiche. Talché, si è provveduto ad eseguire una serie di rilievi sismici a rifrazione superficiale, completati con prove MASW, con finalità di rispondenza alle indicazioni NTC2018 per profili Vs,eq..

→Un attento rilevamento geologico di campo, confrontato con tutte le risultanze delle attività recentemente svolte nell'areale di stretta competenza per vari Progetti di campi fotovoltaici. L'intero areale (come già richiamato ridondanti rilievi da parte del professionista scrivente, per la sezione disciplinare di competenza) è fortemente caratterizzato da una serie ridondante di geositi palesanti "strutture relitto" (ascrivibili ad una paleo-coltivazione dell'ammasso calcarenitico/Calcareniti del Salento o dei depositi sabbioso-calcarenitici a grado di cementazione assai variabile (sovente poco tenaci); finanche di aree di taglio dell'ammasso calcareo per l'estrazione del litotipo ai fini industriali/inerti), con fronti sub-verticali esposti da 5 a 10metri, fronti di taglio irregolari per originario profilo morfologico di top, poichè l'assetto geomorfologico naturale risultava irregolare per la incisione di elementi morfoidrologici dipartenti dagli alti strutturali. Le attività estrattive pregresse, nella fase post-coltivazione (escavazioni dell'ordine di 10-15 metri mediamente) prevedevano un "rimodellamento" dei pianori residui mediante "risistemazioni e livellazioni" con materiali di scarto della coltivazione di concii di tufo, ovvero clasti da rottura irregolare o taglio intercettante lesioni nel litotipo calcarenitico. Il riferimento non ha significato secondario, bensì, basilare.

L'indagine è stata mirata alla definizione delle caratteristiche fisico-dinamiche dei terreni, alla ricostruzione stratigrafica del sito e alla classificazione del sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

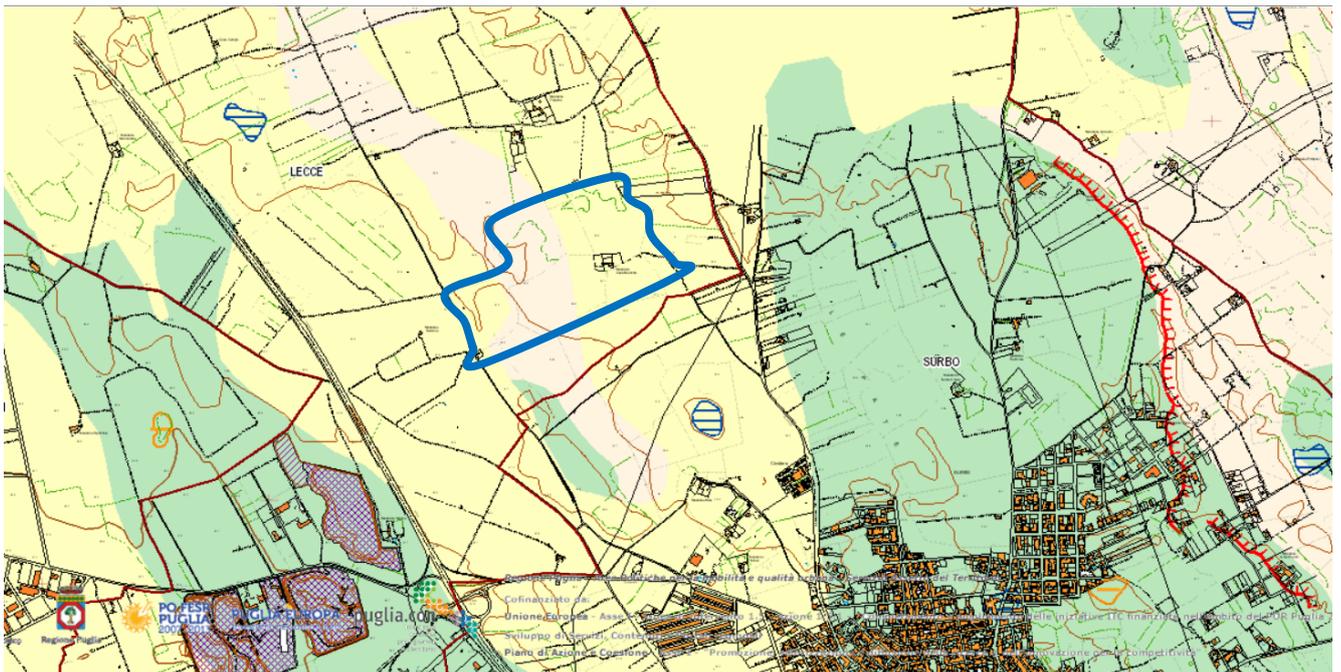
A tal fine sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

- n. 2 profili sismici con la tecnica passiva MASW;
- n. 2 profili sismici a rifrazione.

## 1. Il modello geomorfologico-strutturale e ricostruzione della condizione di varianza dell'affioramento calcarenitico nelle aree di interesse

Il geosito di interesse, già indicato nella image del frontespizio ai fini di una immediata collocazione e rilievo dei caratteri territoriali, mostra “segni” evidenti della presenza in affioramento dei depositi calcarenitici e sabbioso-calcarenitici (nelle già richiamate incontrovertibili variazioni di facies) per la nota cromatica di talune microzone laddove il terreno agrario (anche per manomissioni antropiche) si è assottigliato e ha consentito l'emersione di termini disgregati dei terreni in affioramento (depositi sabbioso-calcarenitici). A seguire viene presentato uno stralcio cartografico ad orientamento tematico, ovviamente il contorno in azzurro per il perimetro di competenza (peraltro segnalando la pertinenza di Lecce tra i comparti degli abitati di Surbo e Trepuzzi). La zonizzazione cromatica nello stralcio inserito, da Ufficiale Cartografia Idrogeomorfologica, già resituisce l'inquadramento geolitologico schematico: l'ossatura delle due morfostrutture calcaree in affioramento (riportate nel cromatico convenzionale in verde) che contornano un'area (ad orientamento NNW-SSE), verosimilmente di pregresso assetto di bacino geosinclinalico, di colmata quaternaria.

All'interno di quest'area di affioramento dei depositi calcarenitici risulta ben evidente la “fascia centrale”, con sviluppo deposizionale sempre NNW-SSE, competente calcareniti marnose organogene (tipico ammasso calcarenitico dell'area della Città di Lecce), con uno stato di diagenesi e compatezza decisamente in wide-gap incrementale



L'aspetto sarà ben evidente allorquando, nei capitoli successivi, emergerà la valutazione delle velocità delle onde di compressione e lo sviluppo delle V.eq., ovvero la classificazione del suolo di fondazione, in sintesi una valutazione simile ad alcune caratterizzazioni esperite per gli altri studi espletati nell'areale di Lecce (calcareniti marnose organogene). Ben evidenti le aree di estrazione delle cave a SSW utilizzate per il rilevamento geologico-strutturale.

L'area di progetto, sopra delimitata, si colloca a NW della zona industriale di Lecce e dell'abitato di Surbo. Lo stralcio cartografico ad orientamento geolitologico ben palesa che a differenza del versante Orientale dell'affioramento calcareo, segnato da un elemento morfotettonico, il versante direttamente immergente verso il perimetro dell'area d'interesse non risulta caratterizzato da "colletti morfostrutturali di significativo rilievo", bensì, verosimilmente, da una blanda immersione W-NW. L'aspetto non è secondario, poiché pone in risalto la probabilità di un minor riscontro di effetti da decompressione dei primi metri di affioramento litologico. La delimitazione della p-line in azzurro, ancorche non di dettaglio, ben evidenzia la pertinenza del poligono da progetto su affioramento dei Depositi Calcarenitici, sovente a diagenesi modesta, tenere e poco cementate), con la netta differenziazione della già segnalata fascia centrale, direzione NW-SE, che pone in evidenza la presenza di una litologia più spiccatamente calcarenitico marnosa, organogena. Ovviamente l'assenza di elementi morfotettonici di rilievo consentono una valutazione geologica di sufficiente rispondenza alle osservazioni derivanti dai rilievi nei bottini estrattivi a SSW e NNW dell'area di interesse. Tale ultimo riferimento ha ovviamente radice culturale dedicata di valore geostatistico, poiché le aree scevre da significativi lineamenti morfotettonici sono assai meno condizionate geostrutturalmente.

La image evidenzia anche una certa regolarità del profilo morfologico, con quote assolute massime di circa 40m slm nel settore W-SW e leggera pendenza sui



versanti ENE con quote che scendono ad un minimo di 37m s.l.m. La image a seguire è più che significativa, riguardando proprio il profilo morfologico dell'area di stretto interesse.



Di spiccato interesse la natura litologica dei muretti a secco (quasi sempre espressione dei macroclasti rinvenibili durante le normali operazioni di aratura o sistemazioni agricole, nonché per le attività di tagli superficiali nell'ammasso ai fini delle storiche costruzioni), di significativa attribuzione a litotipi calcarenitici. Nella image a seguire una migliore definizione.



Sempre con finalità di approfondimento per la specifica attività in Progetto (Campi Fotovoltaici) viene inserita la image (a lato) con evidenza della natura spiccatamente calcarenitica dell'ammasso sottostante,

indipendentemente dalle condizioni di disgragazione di talune litozone.

→ Ai fini meramente di comparazione con i sistemi di ancoraggio previsti da questo progetto (pannelli con supporti infissi/elemento metallico inserito in micropiles da terebrazione/ nel primo metro, peraltro cementati) non sussistono fattori geologici e litostrutturali ostativi per fase di posizionamento e ancoraggio.

A seguire, per questo comparto di interesse per il progetto, viene presentata una sezione geolitologica rappresentativa del substrato calcareo, poiché a poche centinaia di metri a SSW del geosito in argomento, oggetto di rilevamento in cava, sono apprezzabili esposizioni longitudinali di assoluto significato, in quanto dato fisicamente basato alla scala naturale di espressione delle eventuali patologie di affezione carsica o presenza di discontinuità significative (eventuali rigetti). Infatti, nella fattispecie, si apprezza in modo significativo l'assenza di faglie o discontinuità significative, con assenza di rigetti. La litozona di copertura è certamente affetta da fenomeni di decompressione, ma non si rilevano perdite dei caratteri

peculiari di continuità primaria; assetto strutturale e tessiturale ben correlabile ad una sezione di ammasso non complicata dall'azione di lineamenti morfotettonici.



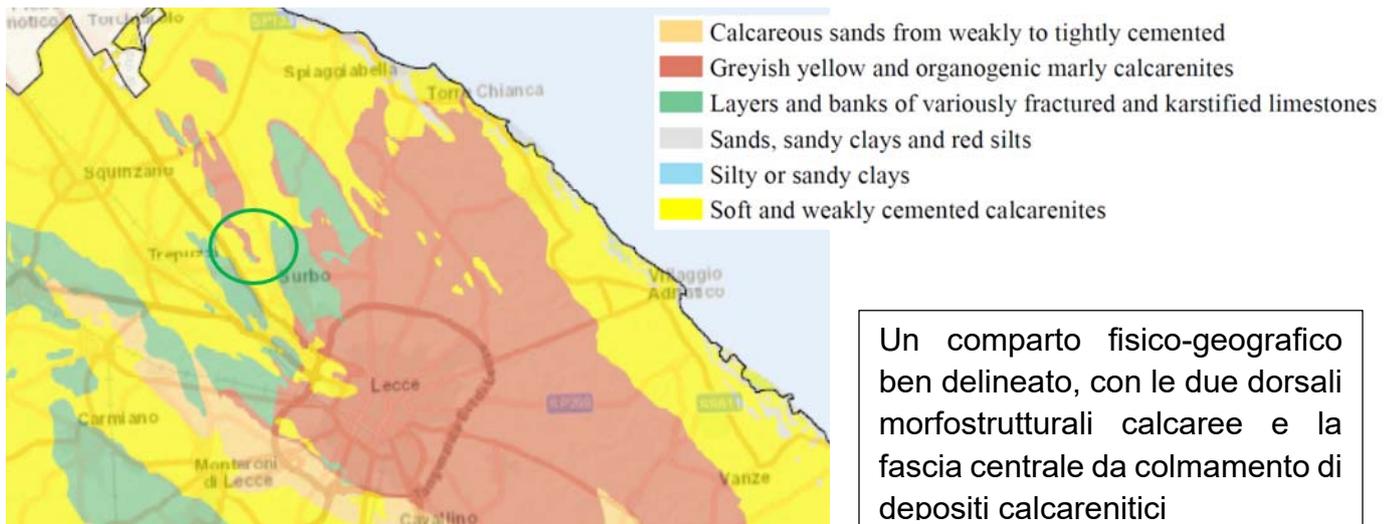
Di talché è possibile confermare il MGR di questo comparto fisico-geografico, ovvero, dal rilevamento geologico appositamente effettuato, nonché dall'analisi comparata con le cartografie ad orientamento tematico, emerge che al di sotto di una copertura calcarenitica (sotto la struttura humica superficiale), la litologia compete a sedimenti calcarei e calcareo dolomitici.

→→ Nell'area di specifico interesse si rinvencono plaghe di depositi calcarenitici, sovente in facies differenziata (termini spiccatamente sabbiosi, come ben evidente nella macro-area) a colmamento dei bassi sinclinali. A tal proposito, a seguire si inserisce un focus sull'assetto litostratigrafico di un'area a N, proprio per rendere ben evidenti i rapporti litostratigrafici.



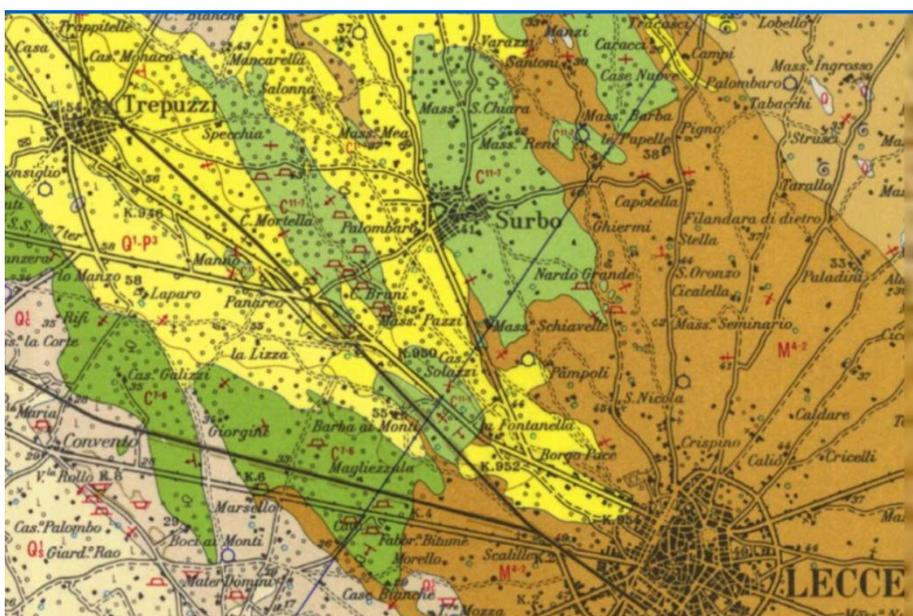
In sintesi,  
i caratteri geolitologici della macroarea risultano piuttosto noti nella miscellanea specialistica, con un affioramento diretto delle Calcareniti (in seguito maggiori

dettagli sulla formazione geologica) nell'area perimetrata, palesando comunque un'area interessata da una potenza assai ridotta delle calcareniti. Ciò in relazione all'assenza di evidenti elementi morfologico-tettonici, come ben rilevabili nei comparti sud-orientali di questa sezione del territorio.



Il Modello Geologico Generale, in sintesi, evidenzia una successione litostratigrafica che, procedendo dai sedimenti più recenti a quelli più antichi e prescindendo dai materiali di riporto, risulta essere la seguente:

- Sabbie e limi argillosi rossastri (Depositi continentali recenti)
- Sabbie e calcareniti giallastre (Depositi di Terrazzo - Pleistocene medio-superiore)
- Limi argillosi e siltosi passanti gradualmente verso il basso a sedimenti marcatamente sabbiosi (Argille subappennine - Pleistocene inferiore)
- Calcareniti e biocalcareniti bianco-giallastre (Calcareniti di Gravina -Pleistocene inferiore)
- **Calcareniti e marne calcaree con intercalati livelli poco diagenizzati (Pietra leccese e Calcareniti di Andrano – Miocene)**
- Calcarei, calcari dolomitici e dolomie (Calcarea di Altamura - Cretaceo)**



Le Calcareniti del Salento hanno caratteristiche differenziate: al top, in diverse aree, affiorano, a colmamento di depressioni sinclinaliche, dei depositi Pleistocenici; in rapporti giacaturali intermedi affiorano Sabbie calcaree poco cementate con intercalati

banchi di panchina, finanche sabbie argillose grigio-azzurre del Pliocene Sup..Al bottom Calcareni-calcarei tipo panchina, nonché calcareniti argillose giallastre, in trasgressione sui depositi Niocenic/ direttamente sul substrato Calcario-Formazione calcari di Altamura.

A seguire, a carattere di geological modeling, si richiamano le evidenze litostrutturali delle Formazioni che affiorano, nell'intorno areale di interesse.

**Calcario di Altamura** - I sedimenti di questa unità costituiscono quelli largamente affioranti nell'area di interesse. I calcari cretacei osservati costituiscono il basamento rigido dell'intera regione e sono rappresentati da calcari detritici e biostromali quasi ovunque ben stratificati. Intercalati ai sedimenti calcarei è possibile osservare orizzonti, livelli, strati di calcari dolomitizzati e di dolomie nocciola e grigio scure.

Frequenti i resti fossili, in primo luogo rudiste. Dal punto di vista tettonico i calcari cretacei risultano piegati in blande ondulazioni aventi asse E-W a luoghi associate a faglie direzionali; a queste strutture più antiche se ne associano altre successive costituite da faglie aventi direzione NNW-SSE e risultanti da fenomeni di tipo disgiuntivo. Fratture, fenditure e dislocazioni possono disarticolare in parte il pacco sedimentario che a luoghi si presenta notevolmente disturbato; su queste fratture può installarsi il fenomeno carsico dando luogo, in superficie, a fenditure beanti o riempite di materiale residuale rossastro.

→ Ai fini di disponibilità di elementi di fruibilità diretta si riportano le risultanze di una terebrazione in agro di Surbo.

Opere di collettamento fognatura piovale		Committente: Comune di Surbo		Data: 29/12/2015			
Coordinate		Silo: Via Iaranto, Surbo		D.S.I.			
WGS84 UTM33N X: 766870 Y: 4475767		Geologo rilevatore: Stefano Margiotta		Diametro: 101mm			
lat/lon WGS84 X: 18, 1441 Y: 40, 3898		Società di perforazione: Trivisonda		Rivestimento: ----			
Gauss Boaga Est X: 2786883 Y: 4475772		Tipo di perforazione a carotaggio continuo		Profondità: 10m			
Scala	P (m)	Descrizione	Attribuzione formazionale	Acquiferi L.S.   L.D.	RQD	Prelievo campioni	Documentazione fotografica
		Sabbia limosa argillosa marrone scura con inclusi lapidei	Depositi continentali				
	1.0	Calcare biancastro fratturato e carsificato con spalmature rossastre per la presenza di sabbia argillosa rossastro a riempimento dei vuoti	Calcare di Altamura (Cretaceo)	non rilevati	16,25% Molto scadente		
	2.0				71% Mediocre		
	3.0	0 Molto scadente					
	4.0	49% Scadente					
	5.0	0 Molto scadente					
	6.0	65% Mediocre					
	7.0						
	8.0						
	9.0						
	10.0						

**Pietra leccese e Calcareniti di Andrano** - I sedimenti calcarenitici e calcarenitico-marnosi materializzano la trasgressione miocenica. Questi sedimenti appaiono privi di stratificazione, massicci e a luoghi tenaci, di colorazione passante dal biancastro al giallastro. In letteratura vengono distinte due formazioni mioceniche la Pietra leccese e le Calcareniti di Andrano. In realtà, almeno per il depocentro di Lecce si tratta di un unico ciclo sedimentario di cui la Pietra leccese rappresenta la fase trasgressiva e le Calcareniti di Andrano quella regressiva.

La Pietra leccese è una biocalcarenite; localmente si presenta costituita da calcareniti grigiastre e calcareniti marnose a grana medio-fine e colore variabile dal biancastro al giallastro, a luoghi grigio-verdastre. La stratificazione è indistinta e comunque osservabile in banchi dello spessore intorno al metro là dove in affioramento. In più luoghi e nella porzione morfologicamente più elevata il corpo sedimentario è interessato da modeste dislocazioni, fratture da non far risalire ad azioni di natura tettonica ma piuttosto a fenditure sulle quali si sono impostati fenomeni di dissoluzione chimica dovuti alle acque meteoriche.

Il contatto con il Calcare di Altamura è pressochè sempre scoperto. In particolare, ottime esposizioni si osservano nella zona nord-orientale, dove peraltro è ben evidente che la Pietra leccese si modella solo in parte sulle ondulazioni del calcare mesozoico o addirittura ne taglia gli strati. Una superficie spianata e levigata alla sommità del Calcare di Altamura

e una breccia alla base della Pietra leccese, in genere localizzata in tasche della superficie calcarea, è ben visibile ai bordi della “lingua” di Pietra leccese **a NW di Surbo** e, più a Est, al margine occidentale dell’esile fascia di quest’ultima risparmiata a tratti dalla copertura quaternaria. Nella cava “Acquabona” SURBO il contatto tra le due unità è particolarmente ben esposto risultando netto; infatti, con non più di 1.5 m di sedimenti bruni e privi di stratificazione **l’unità miocenica si adagia su quella cretacea biancastra e ben stratificata** ma spesso brecciata alla sommità. In più punti, alla base della Pietra leccese è presente una breccia dello spessore di 20-30 cm, con elementi cretaccici clastosostenuti (delle dimensioni da pochi millimetri a qualche decimetro) e matrice costituita da una calcarenite bruna. La superficie di trasgressione sul Calcarea di Altamura è ben levigata. Talvolta essa presenta una spalmatura fosfatica con sparsi piccoli noduli di apatite; in alcuni tratti questo peculiare orizzonte può raggiungere anche qualche centimetro di spessore.



La formazione delle Calcareniti di Andrano è costituita da calcari organogeni biancastri a grana medio-grossolana, vacuolari e tenaci e da biocalcareniti biancastre e grigiastre a grana medio fine, compatte, a luoghi fessurate; talora le calcareniti risultano essere marnose o leggermente glauconitiche.

**Depositi di Terrazzo** - Questi sedimenti rappresentano un complesso di depositi di spiaggia e di piana costiera, riferibili a numerose unità litostratigrafiche terrazzate in vari ordini collegate a distinte fasi eustatico – tettoniche. Litologicamente sono caratterizzate da sabbie, conglomerati, calcareniti e calcari coralgali stratificati in più luoghi in banchi di potenza variabile da qualche decina di centimetri sino a qualche metro.. In più luoghi essi

giaccione trasgressivi sul Calcarea di Altamura. Il contatto è caratterizzato da una evidente discordanza angolare.



*Sullo sfondo i calcari mesozoici ed in primo piano le calcareniti scarsamente diagenizzate di terrazzo pleistoceniche: I Calcari mesozoici materializzano un alto strutturale*

### **1.1 L'assetto morfologico dell'areale all'intorno dell'area di Progetto degli impianti fotovoltaici**

Dal punto di vista morfologico l'area si presenta subpianeggiante con quote che si attestano intorno ai 37-40m. La morfologia è sostanzialmente monotona essendo presenti blandi salti di quota, ancorchè non superiori alla metrata, ubicati solitamente in corrispondenza di poco rilevanti gradini morfologici.

L'area depressa sono state sovente parzialmente colmate prima dai depositi pleistocenici calcarenitici e quindi da depositi continentali colluviali ed eluviali limo-argillosi rossastri.

Un altro dei motivi morfologici principali del territorio amministrativo di Surbo è la presenza diffusa di doline. Le precipitazioni meteoriche ricadenti sul substrato di rocce carbonatiche cretache sono quindi penetrate nelle fessure delle rocce allargandole ed approfondendole sia per l'azione corrosiva che di dissoluzione sino a quando non incontrano un substrato impermeabile che ne determina il cambiamento del percorso che da subverticale diviene spesso suborizzontale. Nei casi del comparto territoriale di riferimento la presenza di intervalli particolarmente fratturati (quindi facilmente attaccabili dal processo carsico) con altri compatti (quindi scarsamente permeabili) ha favorito il fenomeno.

## 1.2 L'assetto idrogeologico

In generale la parte di territorio contenente l'area in esame (in una considerazione areale - meglio dettagliata dalle cartografie inserite) comprende il settore Nord-Ovest dell'abitato di Surbo risulta caratterizzata dalla presenza di due falde acquifere:

- quella superficiale, rappresentata dai terreni mio-plio-pleistocenici i quali, per porosità e fessurazione, ospitano una o più falde idriche, circolanti in generale in condizioni freatiche e sostenute alla base da terreni calcarenitico-marnosi o argillosi praticamente impermeabili;
- \* "quella profonda" presente con continuità in tutto il territorio pugliese, costituita dalla formazione carbonatica cretacea, permeabile per fessurazione e carsismo, che ospita la nota "falda di fondo" sostenuta (stante il contesto territoriale di riferimento) al letto dalle acque marine di invasione continentale.

In questo contesto focalizzeremo l'attenzione sull'acquifero profondo poiché gli interventi che si intende realizzare non interferiranno con alcuno degli acquiferi superficiali.

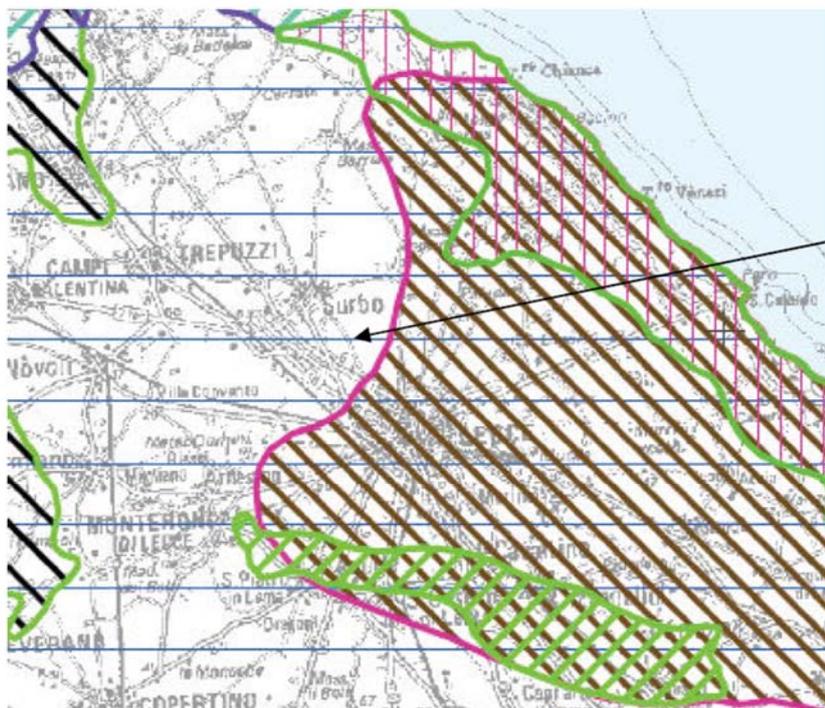
Le rocce carbonatiche preneogeniche, le quali rappresentano l'impalcatura geologica della Penisola Salentina, sono infatti notevolmente interessate da fenomeni di fatturazione e dissoluzione carsica. Questa formazione è quindi molto permeabile per fessurazione e carsismo e permette l'esistenza di una potente falda acquifera sotterranea che soggiace nel sottosuolo dell'intero Salento.

Detta falda viene definita "profonda" proprio per distinguerla da altre, superficiali, contenute, in altri luoghi nei terreni post-cretacei; la falda profonda è sostenuta al letto dalle acque marine di invasione continentale (stante il contesto territoriale di riferimento), il passaggio dalle acque sfruttabili a concentrazione salina inferiore ad 1 g/l a quelle marine sottostanti (le cui concentrazioni sono dell'ordine di 35 g/l), avviene attraverso una zona di transizione o interfaccia segnata da repentini aumenti della concentrazione salina.

I caratteri di permeabilità dell'acquifero carbonatico mesozoico, sono dovuti, come già evidenziato, allo stato di fatturazione ed al grado di incarsimento della roccia, possono venire rappresentati dalle portate specifiche, ossia dai valori di portata emungibile corrispondenti ad un metro di effettiva depressione del livello piezometrico in un pozzo.

La zona in esame è caratterizzata da portate specifiche anche elevate, in relazione a bacini endoreici sotterranei) o, al contrario, contenute o basse (pochi l/s.m.). La distribuzione dei caratteri di permeabilità, anche se desunti per la parte più sommatiale dell'acquifero nella quale sono attestate le perforazioni, ha un riscontro nell'andamento delle isopieze le quali, oltre a definire la direzione generale del moto della falda, mette anche chiaramente in evidenza le direttrici del deflusso idrico sotterraneo: queste ultime generalmente si sviluppano nelle porzioni di acquifero caratterizzate da un maggiore grado di permeabilità, mentre in corrispondenza delle porzioni di acquifero a più basso grado di permeabilità sono per lo più presenti spartiacque idrologici. Poiché la falda viene ravvenata dalle acque meteoriche infiltratesi nel sottosuolo, la concentrazione di sali nelle acque di falda, più bassa possibile, è pari a quella delle acque di alimentazione, ossia di quelle che effettivamente giungono a ravvenare la falda e che hanno un contenuto salino medio dell'ordine di 0.5 g/l. Chiaramente mentre entroterra le acque di alimentazione hanno contenuti salini ben inferiori alla media indicata, quelle prossime alla costa presentano contenuti salini superiori.

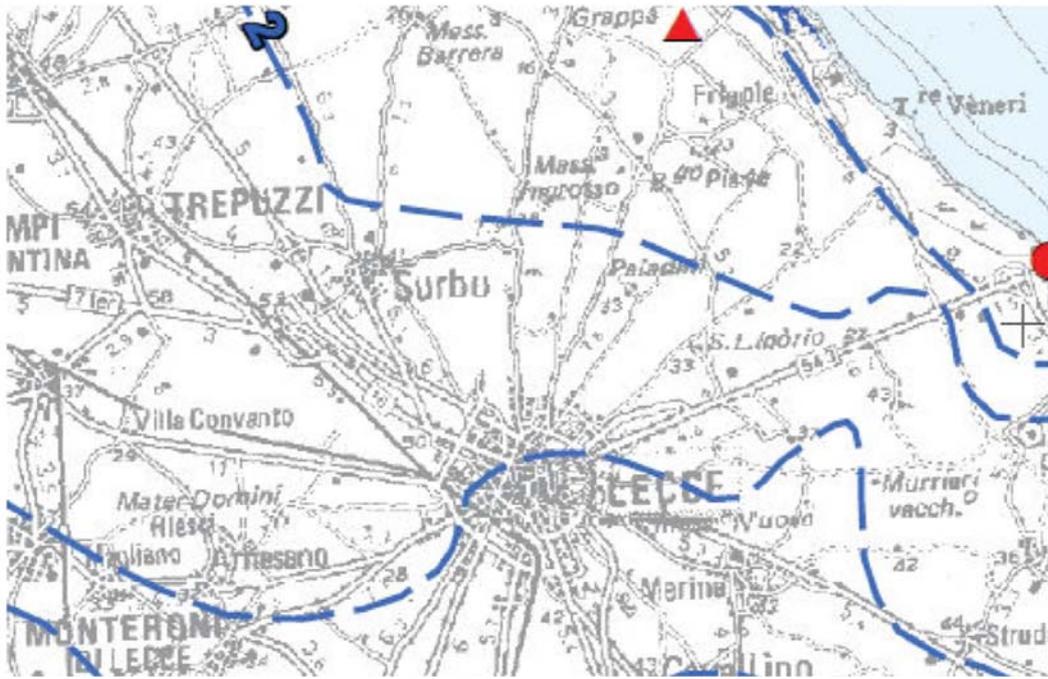
**Nell'area dove si presuppone di realizzare l'insediamento di impianto fotovoltaico non**



Acquifero del Salento  
nell'area di interesse:  
fonte PTA

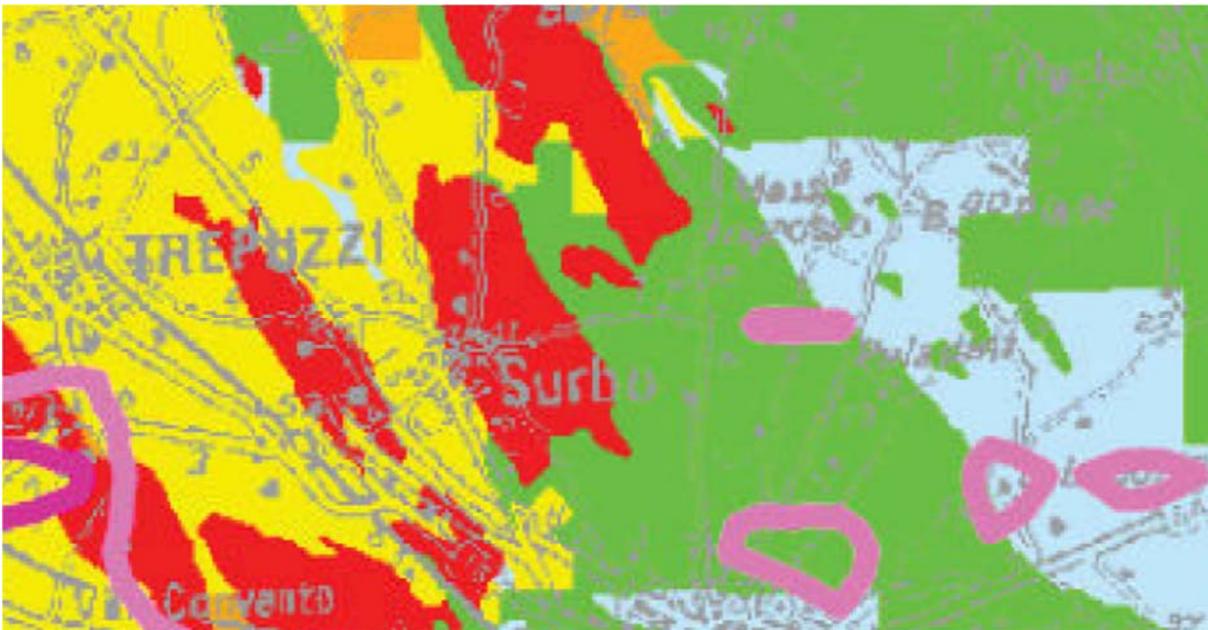
**sono presenti falde superficiali e la falda profonda soggiace a:**

Aree a N-NW di SURBO, in quote assolute intorno a 37-40m, il che equivale a dire una soggiacenza a pelo libero dell'ordine di 35-38 dal p.c.



v.specchio/SOGESID/PTA Regione Puglia 2007

Le figure inserite, stralci del PTA Puglia-SOGESID, sono ritenute un utile riferimento per la valutazione in primis della non interferenza con flade superficiali, tanto dei carichi idraulici, infine della zonizzazione dell'indice di Protezione degli acquiferi carsici, da PTA PUGLIA



2009, /SOGESID (Metodo COP modificato, **V.Specchio 2009**).

L'indice di protezione della falda (fonte PTA) è molto basso per l'elevata permeabilità per fratturazione e carsismo dei calcari affioranti, ovvero basso per le coperture calcarenitiche, stante le esigue potenze di strato e le forme di permeabilità intrinseca.

→ In corrispondenza dell'areale in cui sono collocati i geositi in esame, il reticolo idrografico, ancorchè fossile, è stato completamente stravolto. Ad eccezione della quantità di acqua meteorica evapotraspirata o che ruscella in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, l'acqua meteorica si infiltra nel terreno sottostante; il ciclo, però, viene rallentato nell'assise superficiali dove la calcarenite oppone una certa "resistenza" nel lasciarsi attraversare dal fluido. Nel contesto in esame la circolazione idrica endogena profonda risulta piuttosto sviluppata per la presenza di ampi volumi di accumulo nelle rocce e per le caratteristiche idrologiche del complesso calcareo-calcarenitico, prima descritto, favorita dalla permeabilità per porosità (calcareniti) e fessurazione/carsismo (calcari).

Il grado di permeabilità nell'ammasso roccioso è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie ed alla carsificazione delle rocce carbonatiche (anche ditto aspetto viene solo richiamato in questa sezione, per essere poi dettagliato nei capitoli successive di definizione delle condizioni relative alle finalità di progetto), che può essere spinta in vario modo. Date le caratteristiche sopra descritte, il sottosuolo è sede di una cospicua falda idrica localizzata nei calcari cretacei, permeabili per fessurazione e carsismo.

La falda, che in corrispondenza dei geositi di riferimento si rinviene con un carico idraulico in media di 2metri, fa parte di un acquifero molto esteso che circola con continuità nelle masse carbonatiche, dalle aree più interne fino alla costa, dove emerge attraverso una serie di sorgenti. Il deflusso a scala loco-regionale della falda è diretto da SSW a NNE, con una quota piezometrica (variabilità, riscontrata nei vari report relative ai differenti professionisti che si sono interessati delle tematiche negli ultimi anni, dell'ordine di 2m sul livello del mare). La superficie piezometrica si presenta con notevoli variazioni sia stagionali che periodiche ed anche occasionali, legate ai diversi periodi di piovosità ed a singoli eventi meteorici; la falda si presenta in pressione e sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale, su cui galleggia per via della minore densità. In occasione di eventi meteorologici a forte piovosità, i fronti saturi in movimento verso il basso sarebbero in grado di comprimere l'aria nella roccia, la quale a sua volta eserciterebbe una pressione sulla superficie piezometrica, causando, localmente, innalzamenti anche marcati. La variazione della superficie piezometrica della falda è legata al particolare tipo di acquifero in pressione, costituito, come detto, da un acquifero di acqua dolce sostenuta per diverso peso specifico da un acquifero presumibilmente lentiforme a grado di salinità crescente procedendo verso il basso.

→ Sulla base delle caratteristiche di permeabilità, le rocce localmente affioranti si distinguono in:

- rocce permeabili per porosità interstiziale;
- rocce permeabili per fessurazione e carsismo.

### 1.2.1 ROCCE PERMEABILI PER POROSITÀ INTERSTIZIALE

---

Rientrano all'interno di tale categoria la "*Calcarenite*" per cui si può assumere una permeabilità  $K$  di  $1 \cdot 10^{-4} \text{cm/sec} - 1 \cdot 10^{-5} \text{cm/sec}$ .

### 1.2.2 ROCCE PERMEABILI PER FESSURAZIONE E CARSISMO

---

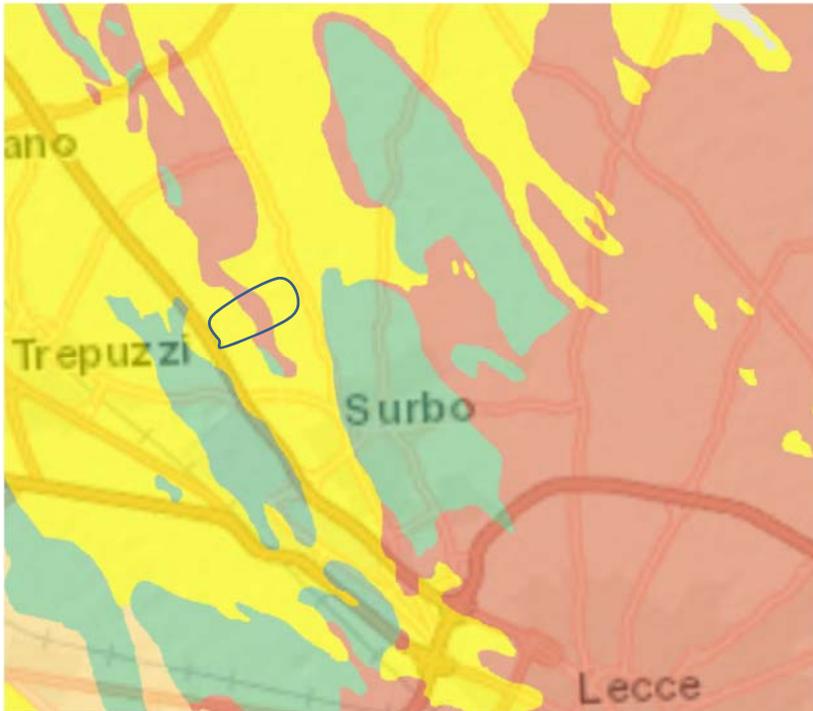
La permeabilità per fessurazione e carsismo, o permeabilità in grande, è propria di rocce praticamente impermeabili alla scala del campione, data la loro elevata compattezza, ma nelle quali l'infiltrazione e il deflusso può avvenire attraverso i giunti di stratificazione e le fratture. Tali discontinuità possono allargarsi per fenomeni legati alla dissoluzione chimica (carsismo). Laddove il calcare è intensamente fratturato e carsificato, risulta molto permeabile ed è sede di una cospicua ed estesa falda idrica di base (o falda carsica) il cui ruolo idro-strutturale è di "acquifero".

Il "*Calcare di Altamura*" è caratterizzato da permeabilità per fessurazione e carsismo. Tale permeabilità varia da luogo a luogo in funzione dello stato di fratturazione e del grado di carsificazione. In generale, in corrispondenza dei livelli più intensamente fratturati e carsificati, tali rocce sono da mediamente a molto permeabili. Le acque di precipitazione penetrano nel sottosuolo attraverso le fratture e i condotti carsici e danno origine ad una falda idrica che galleggia sull'acqua di mare più densa, di invasione continentale.

Questo tipo di permeabilità caratterizza gli strati lapidei calcarei. Il valore della permeabilità è compreso tra:  $K = 1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ cm/sec}$ .

## 2. **l'ottimizzazione del modello geolitologico di riferimento, i caratteri fisico-elastici comparati con l'assetto geostrutturale**

Il primo livello d'informazione è rappresentato, ovviamente, dalla cartografia ufficiale, dalla miscellanea scientifica. La location interessata dallo studio ricade in aree di affioramento già sufficientemente illustrate.



In questo step l'espletamento della fase di caratterizzazione del modello geologico-strutturale di base, che ha richiesto, ovviamente, una serie di sopralluoghi e di rilevamenti geomorfologici dell'areale all'intorno e geostrutturali (rilevamenti di dettaglio in cave limitrofe, con condizioni e assetti con palesi evidenze litotecniche).

La campagna di rilievi

geofisici è stata finalizzata a:

- Elevare il grado di approfondimento delle informazioni sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche dei siti;
- verificare la presenza di situazioni geostrutturali anomale, in relazione a fenomeni di inversione di velocità, in grado di infirmare la sicurezza delle opere in fase di realizzazione (impianti fotovoltaici);
- evidenziare le caratteristiche delle superfici di taglio e le proprietà fisico-elastiche;

→→ In dettaglio, dopo opportuno sopralluogo e propensione per le direzioni di misura delle prospezioni geofisiche prescelte, nella fase operativa si è proceduto con l'esecuzione di indagini sismiche finalizzate a:

- rilevare eventuali "anomalie" nella risposta fisico-elastica dell'ammasso roccioso, potenzialmente caratterizzato da irregolarità o sistemi di lesioni; (mediante prospezioni geofisiche con approccio tomografico);
- rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo al fine di individuare le discontinuità geostrutturali, anche dei differenti ammassi, sabbioso-calcarentici, calcarenitico marnosi, calcareo; ricavare lo spessore e le caratteristiche (velocità delle onde elastiche, coefficiente di Poisson e moduli elastici dinamici) degli strati riconosciuti;
- stimare il valore del  $V_s$  Eq. e determinare la categoria del suolo di fondazione ai sensi delle "Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" NTC 2018);

- valutare tutte le evidenze geostrutturali per ricercare possibili processi di inversione del dato e correlare parametri geotecnici dei terreni in oggetto.

In particolare sono stati eseguiti:

- n°2 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P al fine di individuare gli spessori dei materiali di copertura e dunque determinare la profondità del materiale in posto;
- n. 2 prospezioni sismiche con tecnica MASW, ubicate in corrispondenza di ciascuna base sismica, oltre ai due scoppi esterni allo stendimento con offset di 10m rispettivamente dal primo e dall'ultimo geofono, utile per stimare la categoria di suolo (NTC 2018).

In questa indagine è stato utilizzato il “metodo attivo” con due “offset” differenti. Le caratteristiche geometriche sono schematizzate di seguito:

Denominazione	Lunghezza profili	Distanza intergeofonica (dx)	Offset (x <sub>t</sub> )
Profilo1	69 m	3.0 m	6-12 m
Profilo2	69 m	3.0 m	6-12 m

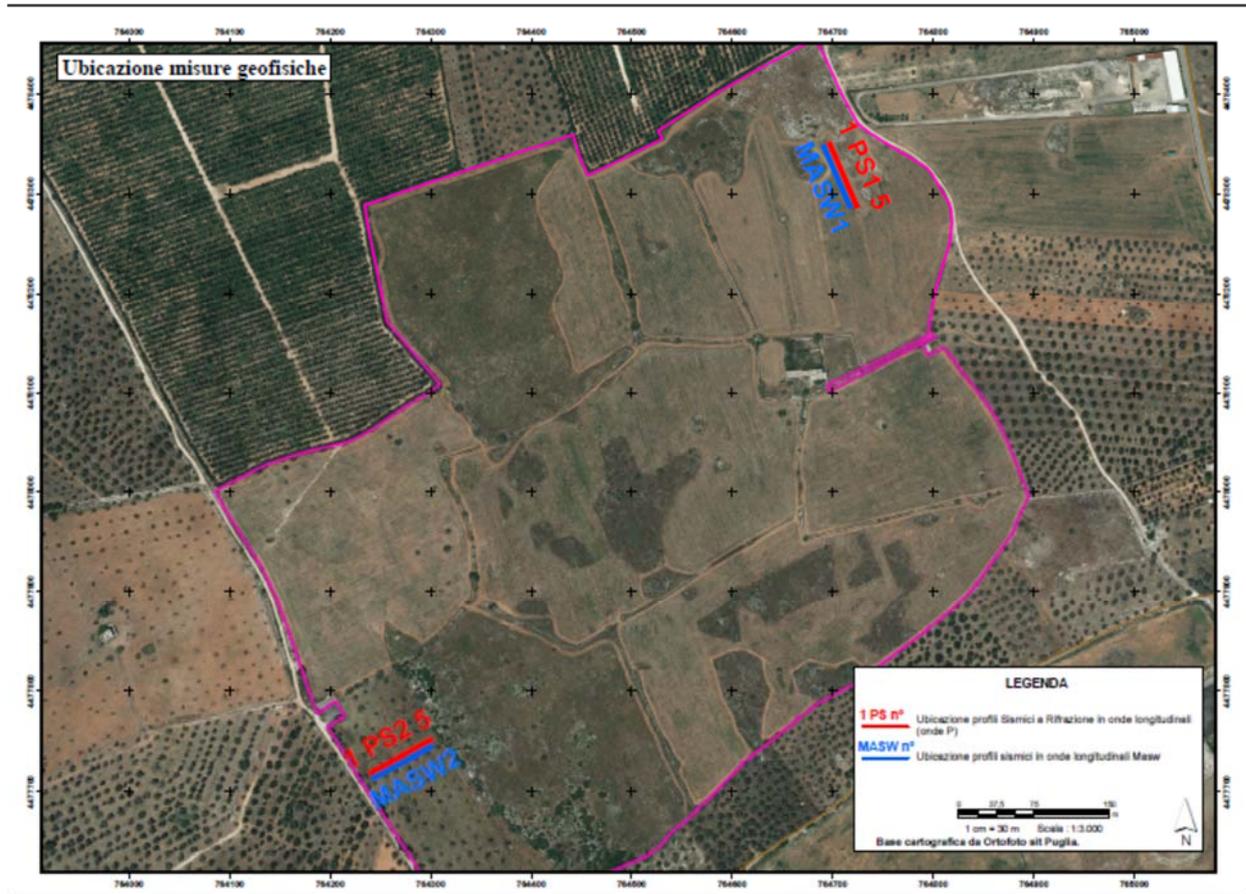
I sismogrammi ottenuti sono stati elaborati con una trasformazione bidimensionale dal dominio tempo-distanza (t-x), al dominio velocità di fase-frequenza (p-f). È stato così possibile analizzare l'energia di propagazione del “rumore ambientale” lungo tutte la direzione della linea sismica e riconoscere le onde superficiali con carattere dispersivo.

Sullo spettro (p-f) ottenuto sono stati individuati una serie di punti nell'area ad alta energia (piking). A partire da essi si è proceduti con la fase di inversione dei dati per ottenere il modello di Vs-profondità.

Al fine di caratterizzare il sottosuolo nell'area di studio si è scelto di utilizzare un approccio metodologico di indagine indirette complementari fra loro, prospezione sismica con polarizzazione e misura delle onde di compressione P e completamento con prospezioni MASW (profili verticali Vs e calcolo Vs,Eq.):

➔ il metodo sismico, per rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica – rifrattori – ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso terroso o roccioso con differente grado di densità e compattezza; le caratteristiche geomeccaniche degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica ( $V_{S30}$ ).

A seguire l'ubicazione delle prospezioni geofisiche.



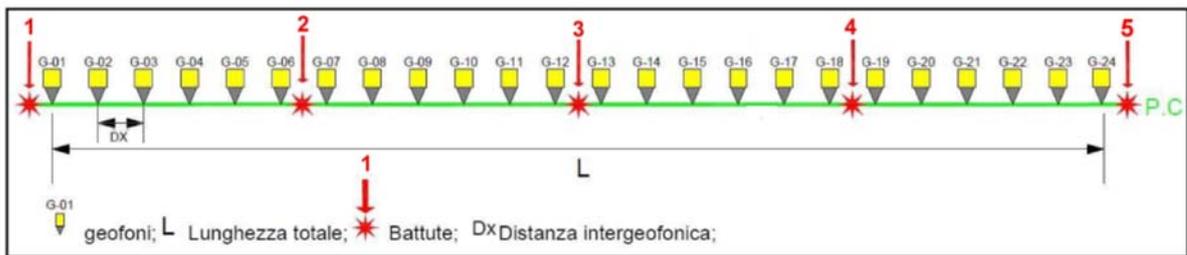
Le aree a Nord della zona industriale di Lecce e W-NW di Surbo, è ben nota all'estensore del Report per una serie di attività geofisiche già eseguite recentemente (personalmente) per altri progetti di Impianti Fotovoltaici in diverse aree del Comparto LE-Surbo. La copertura calcarenitica (ancorché nella già reiterata sottolineatura delle variazioni di facies, delle concrete variazioni della tenacità dei materiali, delle zone decomprese in affioramento) è ben nota per caratteristiche fisico-elastiche. E' stato ritenuto di maggiore interesse elevare il grado di conoscenza dei geositi posti a N-NW di SURBO. L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde di compressione è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo in corrispondenza delle **Base Sismiche PS01 5 (N-NE) e PS02-5** (diametralmente opposto sempre all'interno del perimetro di interesse). Per questa prospezione nel sottosuolo investigato sono stati riconosciuti tre sismostrati ciascuno caratterizzati da un determinato valore di velocità delle onde di compressione. Data la

lunghezza dello stendimento eseguito, è stato possibile investigare il sottosuolo fino alla profondità compresa tra 12m e 15m a partire dalla superficie topografica.

Di seguito è mostrato lo schema geometrico di acquisizione di tutti profili sismici:

Denominazione	Lunghezza (metri)	Distanza geofonica (metri)	n. battute	n. geofoni
Profilo 1	72	3.0	5	24
Profilo 2	72	3.0	5	24



L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 2 "sismostrati", così caratterizzati:

1. Il primo sismostrato (con una profondità media di 0.7 m dal p.c.) ha velocità  $V_p$  compresa tra 840-1060 m/s e  $V_s$  compresa tra 360-432 m/s;
2. Il substrato rifrattore ha velocità  $V_p$  compresa tra 1890-2000 m/s e  $V_s$  compresa tra 1002-1033 m/s.

Nella piena considerazione del Modello Geologico di Riferimento, nonché per le correlazioni tra rilevamenti in cave (discontinuità, carsismo, decompressione) e assetto litostrutturale dell'area, per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico-tecniche del sottosuolo esplorato, si può ritenere che:

**1.** Il primo sismostrato è associabile a terreno agrario inglobante pezzame calcarenitico disarticolato, distaccato per evoluzione delle condizioni di drenaggio superficiale e evoluzione di incisioni della litostruttura per interventi antropici nell'affioramento dell'orizzonte calcarenitico;

**2.** Il substrato rifrattore è associabile a roccia carbonatica mediamente fratturata (stante la risposta fisico-elastica è possibile associare al modello di inversione del dato anche uno mediocre stato di carsificazione).

Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici  $E$  (di Young),  $G$  (di taglio) e  $K$  (di compressibilità),

espressi in Kg/cm<sup>2</sup>. Questi valori sono calcolati considerando un **peso di volume unitario** pertanto, per ottenere i moduli corretti, è necessario moltiplicarli per il peso di volume reale dei terreni.

Profilo 1							
Profondità media (m)	Vp	Vs	v	γ	E	G	K
1° sismostrato 0+0.7	1060	432	0.40	1.00	5334	1904	8926
substrato rifrattore >0.7	1890	1002	0.30	1.00	26730	10245	22790
Profilo 2							
Profondità media (m)	Vp	Vs	v	γ	E	G	K
1° sismostrato 0+0.7	840	360	0.39	1.00	3670	1322	5437
substrato rifrattore >0.7	2000	1033	0.32	1.00	28704	10889	26298

Le velocità Vs sono state ricavate dai valori medi scaturiti dall'indagine MASW mentre i parametri dinamici sono stati calcolati con le seguenti formule:

$$v = \frac{0.5(Vp/Vs)^2 - 1}{(Vp/Vs)^2 - 1} \quad K = \gamma[Vp^2 - 4/3Vs^2] \quad G = \frac{Vs^2}{g} \cdot \gamma$$

$$E = Vs^2 \cdot \gamma[(3Vp^2 - 4Vs^2)/(Vp^2 - Vs^2)]$$

**Vp** = velocità onde longitudinali in m/s

**Vs** = velocità onde trasversali in m/s

**v** = coefficiente di Poisson

**γ** = peso di volume in g/cm<sup>3</sup>

**g** = accelerazione di gravità

**E** = modulo dinamico di Young in Kg/cm<sup>2</sup>

**G** = modulo dinamico di taglio in Kg/cm<sup>2</sup>

**K** = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm<sup>2</sup>

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, in generale, è stato possibile ricavare la struttura del sottosuolo distinguendolo in sismostrati ciascuno dei quali caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione.

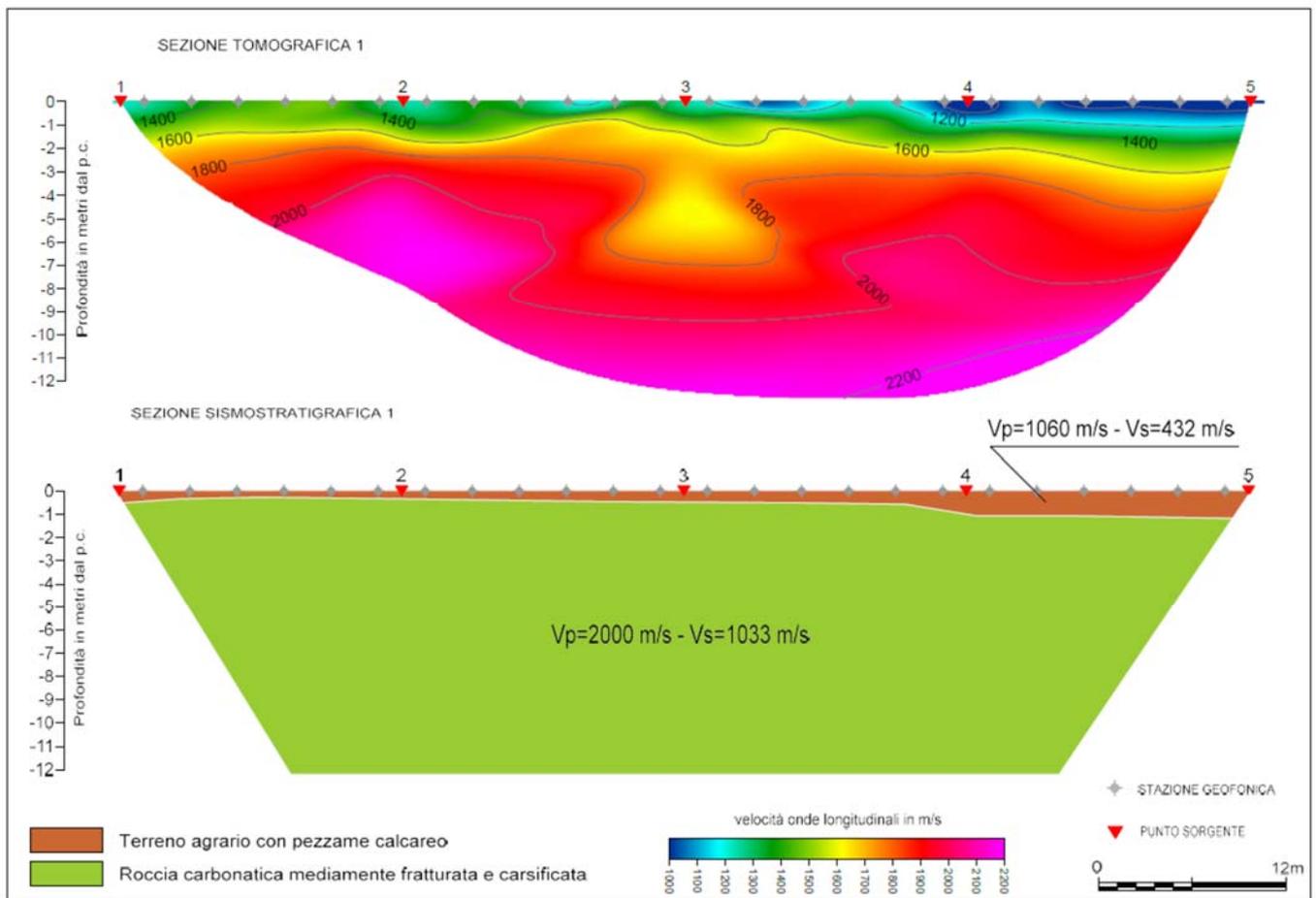
Sulla base dell'interpretazione quantitativa delle dromocrone è stato possibile discretizzare il modello geofisico, con approccio tomografico, modellando le anomalie e correlandole alle condizioni litostrutturali già illustrate in modo reiterato.



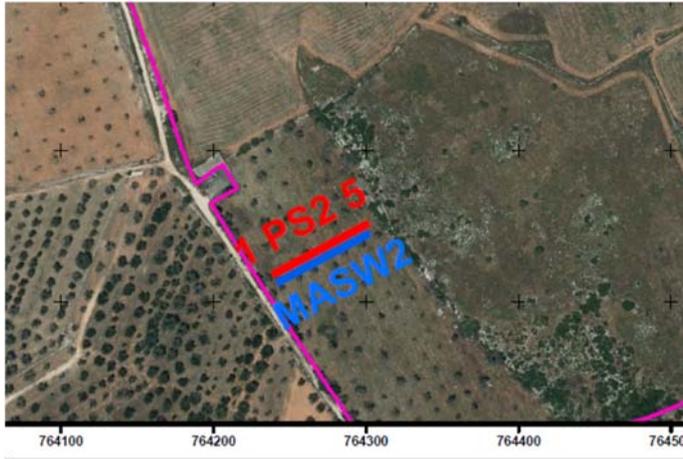
PS.01 -5 area a Nord di Surbo

Il modello a involucro dei rifrattori ben evidenzia le aree di deposito calcaerenitico di top e la conformazione del profilo dell'ammasso calcareo. La risposta fisico elastica delle sezioni affette da decompressione superficiale non risulta marcatamente differenziabile poiché i

materiali calcarenitici competono a elementi ben cementati e coesivi e anche a maggiore densità. Il basamento sismico è significativamente descritto dal rifrattore di fondo, quale superficie di discontinuità sismica tra due mezzi a costante elastica ben differenziabile. Il modello geofisico diventa un fondamentale elemento di convergenza e di conferma delle ricostruzioni definite.



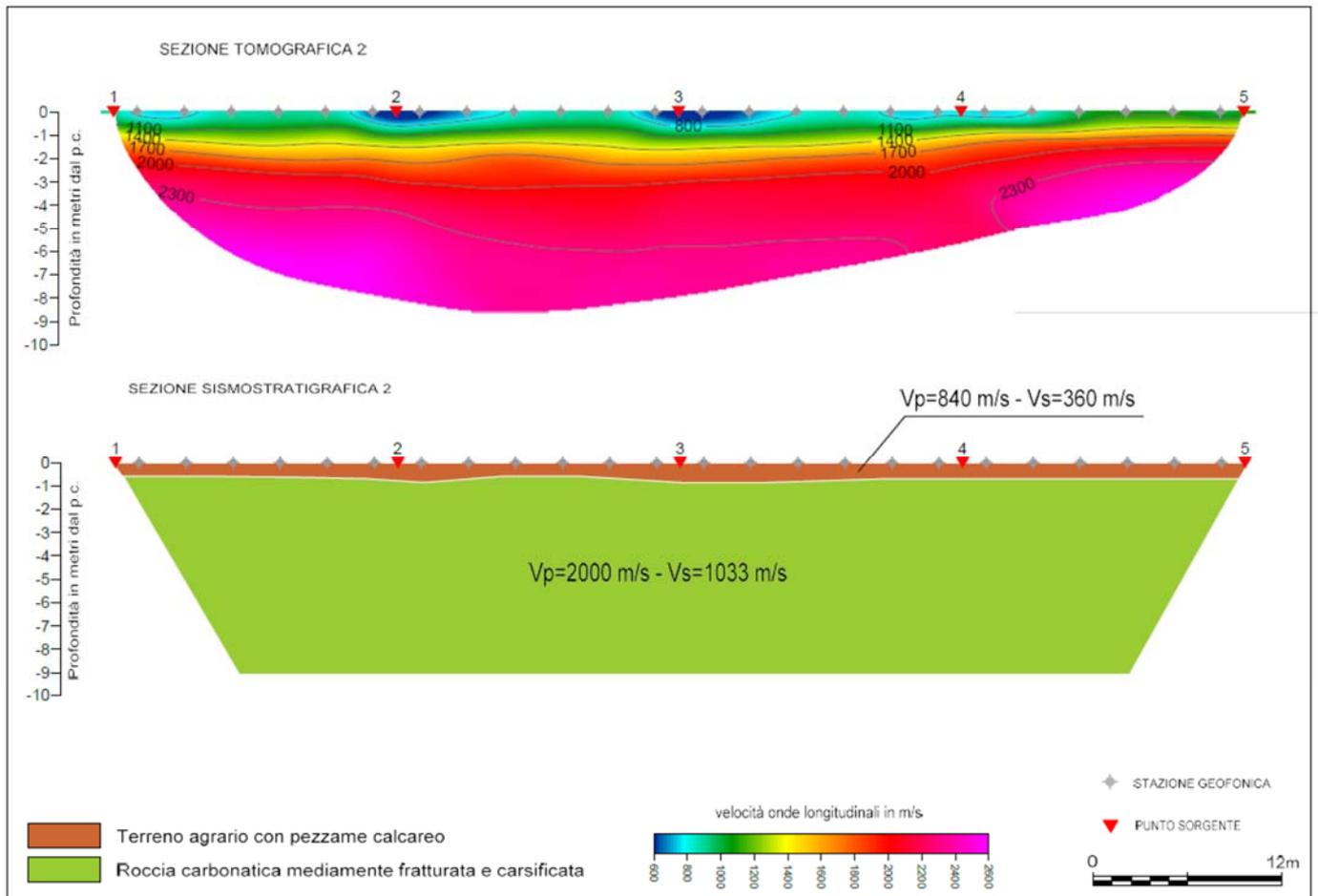
PS.02-5 area a NNW di Surbo



**Profilo n.2** Area tipologica a Nord-NE della zona industriale di Lecce e a NNW di SURBO, ma a Sud-SW del primo profilo sismico. E' stato scelto di modificare opportunamente l'azimut della base sismica, ai fini precipui di evidenziarne -eventualmente- le risposte fisico-elastiche competenti a intercettazione di linamenti

morfostrutturali.

Il modello tomografico è assolutamente esaustivo: non esistono rifrattori intermedi in grado di differenziare le superfici di discontinuità nei parametri elastici tra copertura calcarenitica e



substrato calcareo (peraltro scervo da forzanti di decompressione con ipotizzabile abbattimento del modulo di elasticità dinamico. Dopo il primo metro si rilevano già velocità delle onde di compressione superiori a 2000 m/s, peraltro con rilievo MASW che modella, per un orizzonte-sismozona decisamente comparabile, una velocità delle onde di taglio superiori a 1000 m/s.

Il modello sismostratigrafico è assolutamente confrontabile con il profilo sismico appena introdotto per la PS01-5. Di conseguenza si rileva una certa confrontabilità della risposta fisico-elastica dei mezzi sismici in superficie. Ai fini della specifica interazione terreno-elementi strutturali di ancoraggio previsti in progetto, non sussistono condizioni di evidenza ostativa.

Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica in onde di compressione e dalla metodologia MASW, sono stati calcolati alcuni parametri base utilizzabili per input nelle varie formulazioni disponibili in miscellanea specialistica per rendere il modello valutabile in termini di valutazione di parametri geotecnici.

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

## 2.1 Prospezione sismica per la stima del $V_{s,eq}$ .

### MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) - Descrizione del metodo e della strumentazione

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità a cui stazione il bedrock roccioso o un suolo molto rigido ( $V_{s,eq}$ ) e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/1/2018 (G.U. 20 febbraio 2018, n.42 – s.o. n.8), sono state eseguiti n.2 profili MASW, (**MASW 01-02**) ubicati in corrispondenza delle PS01 e PS02.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando i tempi di arrivo delle onde sismiche di superficie generate artificialmente ed elaborando il segnale con un opportuno software. A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95 ÷ 97%). È così possibile definire, con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo " $V_{s,eq}$ ".

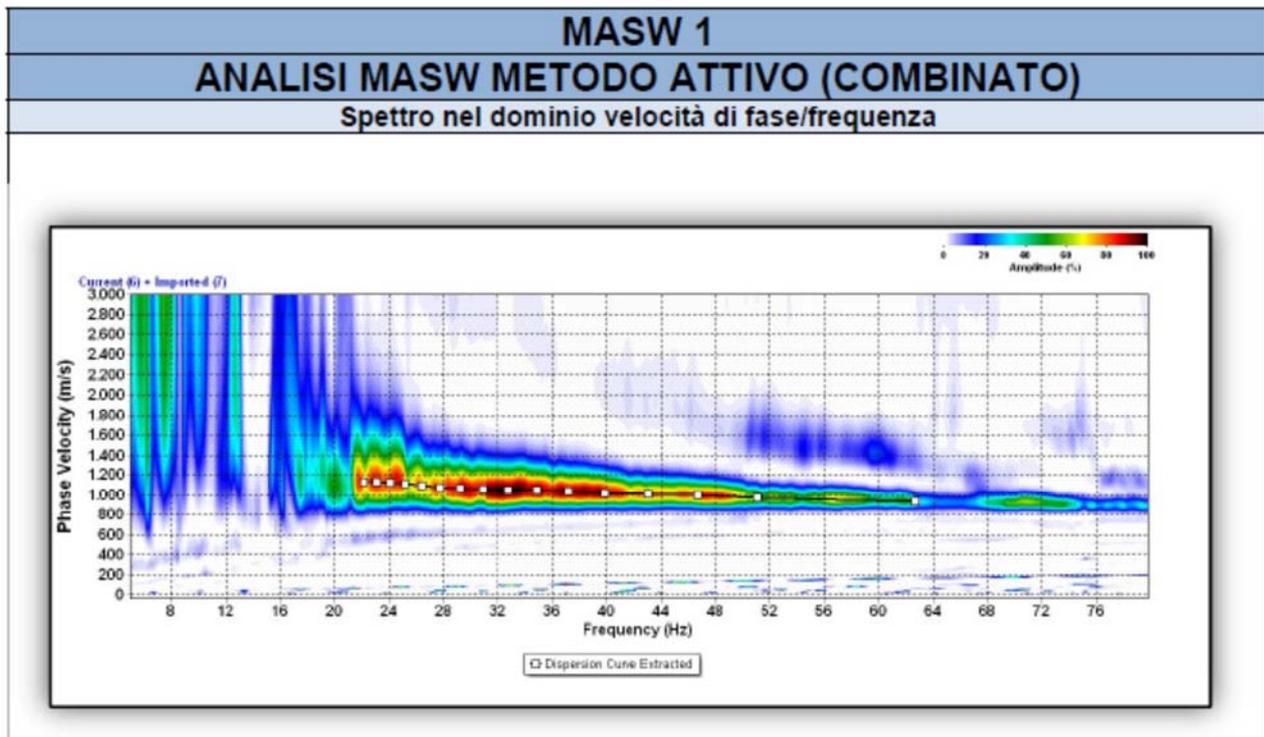
Le fasi operative possono essere così schematizzate:

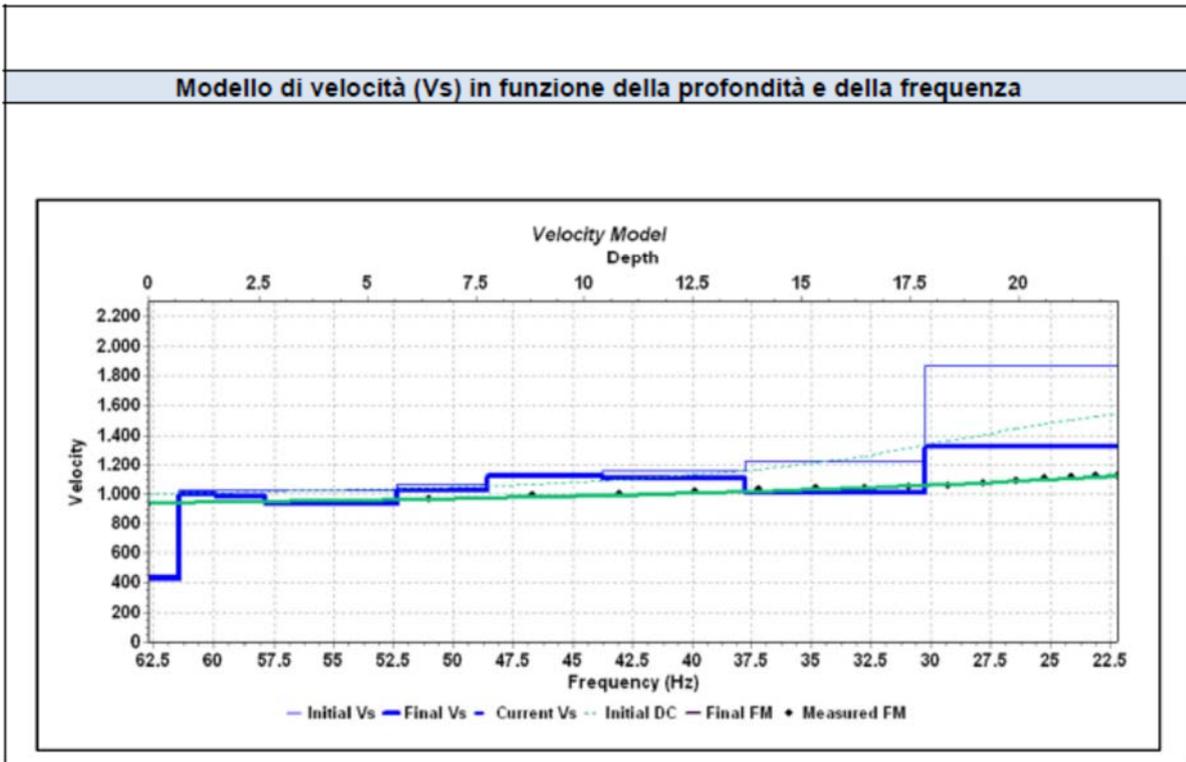
- predisposizione dello stendimento, cioè una serie di 24 geofoni regolarmente spazati in linea retta, con l'esecuzione di 2 scoppi a 10m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono in modo tale da avere due profili di velocità ubicati all'interno dello stendimento;
- osservazione del segnale che si propaga tramite onde S nel suolo per 2 secondi a seguito dell'energizzazione;

Nel seguito sono rappresentate, in grafici, le elaborazioni dei dati acquisiti con il metodo MASW e i sismogrammi medi di tutte le interazioni, per lo stendimento svolto.

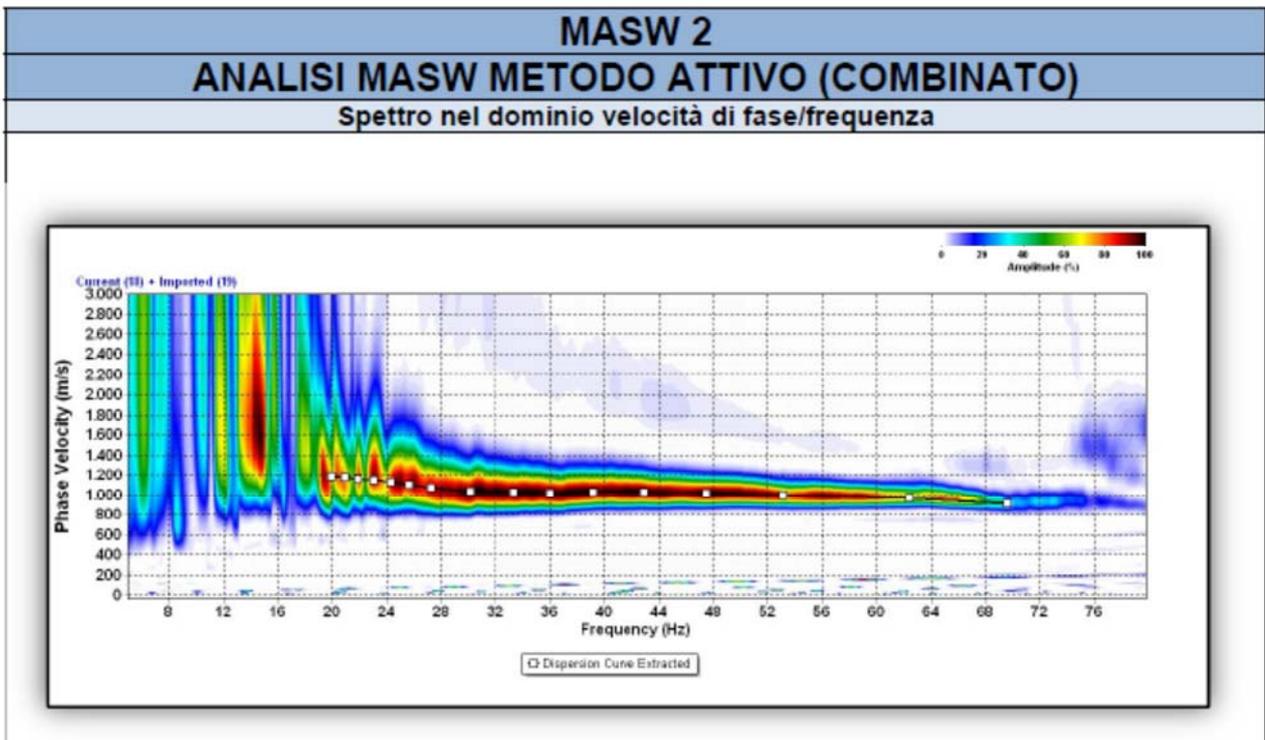
Il primo grafico, a partire dallo spettro F-K, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il reciproco della velocità di fase e il rapporto spettrale: permette di riconoscere l'energia delle Onde di Rayleigh e fissare i punti che rappresentano l'andamento della curva di dispersione,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

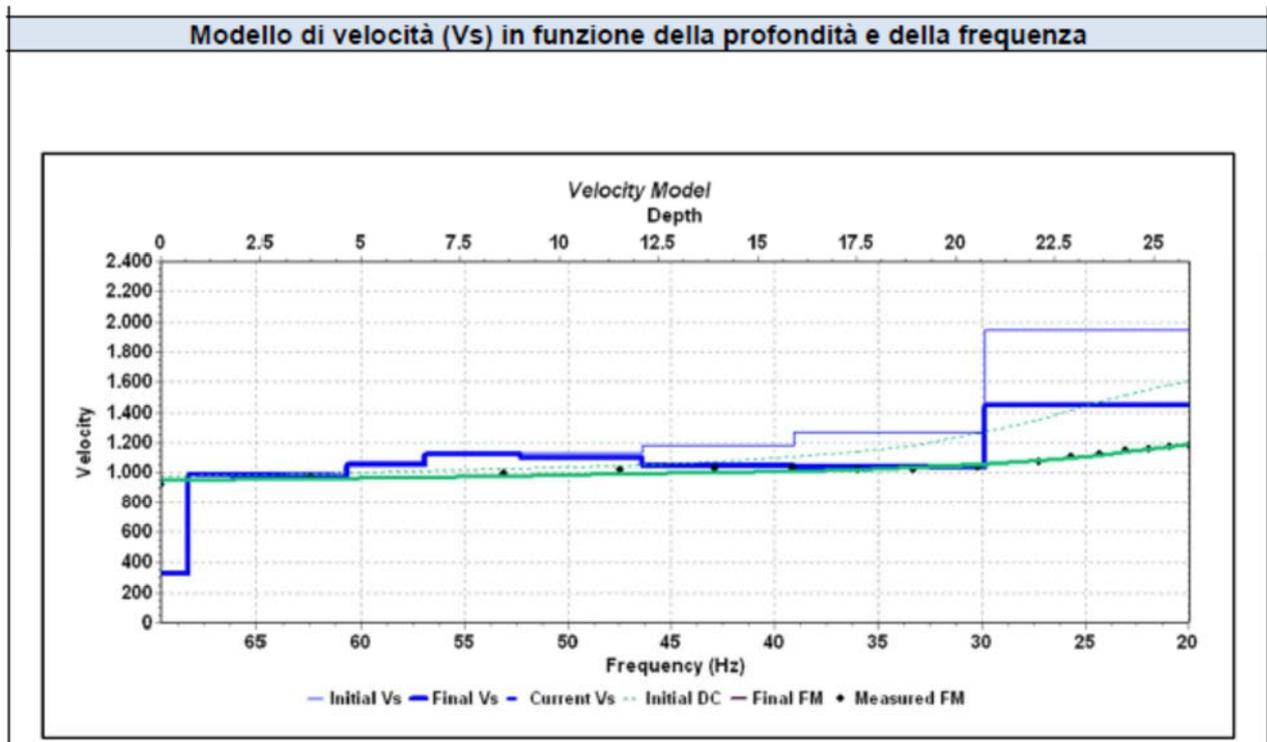
Il grafico successivo riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.





A seguire le risultanze delle prospezioni eseguite per la sismozona a SSW rispetto alla prima indagine dell'area perimetrata, con azimuth differenziato.





### Categoria di sottosuolo “A” \_\_\_\_\_(NTC 2018)

Il completamento delle prospezioni esperite, ovvero le prove MASW, hanno consentito di individuare la categoria del suolo di fondazione del sottosuolo in esame; poiché l'indagine **MASW 01-02è sostanzialmente equipollente**, peraltro ha raggiunto una profondità investigativa poco maggiore dei 30m per entrambe le prove MASW. La risultante permette di individuare la presenza di un suolo rigido, caratterizzato da valori di Vs maggiori di 800m/s, già a partire dalla superficie ne consegue che il sottosuolo esaminato ricade in una categoria di suolo “A”, nuovamente così definita:

Tabella 3.2. II - Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato	
Categoria	Descrizione
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	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.
<b>D</b>	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.
<b>E</b>	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.

### 3. L'INSIEME DEI LIVELLI INFORMATIVI COMPARATI CON L'ASSETTO GEOSTRUTTURALE

Ai fini valutativi delle condizioni litostrutturali, confrontate con i modelli geofisici ottimizzati, sono stata svolta una vasta ricognizione per rilevare tagli superficiali per attività svariate. Il fronte calcarenitico sub-verticale è emerso in tutti gli scavi osservati nell'intorno degli affioramenti già presentati nei due stralci (ad orientamento geolitologico schematico) del Capitolo 1.



Si riporta di seguito, oltre alla descrizione delle caratteristiche geotecniche degli orizzonti calcarenitici e calcarei, competenti le Formazioni presenti, in rapporto di



trasgressione, nell'area d'interesse. Gli ammassi rocciosi saranno in seguito caratterizzati (a fronte dei differenti livelli informativi). Tuttavia, avendo descritto le anomalie presenti nei volumi significativi del sottosuolo del pianoro, si ritiene importante palesare anche una breve descrizione delle caratteristiche geotecniche della terra rossa, che seppur non rilevata in quantità notevoli, può essere presente all'interno della formazione calcarea sia come riempimento delle fessure e delle fratture, sia come piccole sacche.

#### “Terre rosse”

In questo paragrafo vengono riportati alcuni elementi geotecnici che caratterizzano le “terre rosse” le quali potrebbero essere presenti sul lotto in esame sotto forma di sacche o

di riempimento dei livelli carbonatici.. Le “*terre rosse*” sono materiali derivanti dal rimaneggiamento e dalla evoluzione del residuo insolubile delle rocce carbonatiche. Generalmente gli accumuli di terra rossa si rinvengono in corrispondenza di depressioni morfo-strutturali (sinclinali, solchi vallivi estinti, valli inattive), carsiche (conche ed avvallamenti carsici, lame, doline) e nei giunti di stratificazione. Non presentano nessuna stratificazione e nessuna struttura scheletrica. I parametri geotecnici, molto scadenti, sono stati condizionati dai fenomeni di rimaneggiamento e dall’evoluzione subita dal deposito ed in particolare dalla misura in cui questo ha accusato gli effetti della circolazione idrica. Non avendo subito fenomeni di carico nel corso dei tempi geologici, sono normalmente consolidate e quindi molto compressibili all’applicazione di carichi. Il basso valore di permeabilità consente la raccolta ed il temporaneo accumulo di acque meteoriche, accentuando l’attività carsica.

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Peso specifico dei granuli	$\gamma_s = 2.68-2.85(\text{gr}/\text{cm}^3)$
Peso di volume secco	$\gamma_s = 1.20-1.75\text{g} (\text{gr}/\text{cm}^3)$
Indice dei vuoti	$e = 0.58-1.37$
Contenuto di acqua naturale	$w = 19.7\%-45.7\%$
Limite liquido	$W_L = 42\%-79\%$
Indice di plasticità	$W_P = 19-53\%$
Indice di consistenza	$I_c = 0.6-1.4$
Limite di ritiro	$W_s = 10.2-20.2\%$
Indice di rigonfiamento (Scarico 10-0.1 Kg)	$c_s = 0.018 - 0.049$
Indice di compressibilità tra 1-3kg/cm <sup>2</sup>	$c_c = 0.04-0.160$
Indice di compressibilità tra 3-10kg/cm <sup>2</sup>	$c_c = 0.06-0.240$
Modulo edometrico tra 1-3kg/cm <sup>2</sup>	$D = 50 -120 \text{ Kg}/\text{cm}^2$
Modulo edometrico tra 3-10kg/cm <sup>2</sup>	$D = 110 - 360 \text{ Kg}/\text{cm}^2$
Coefficiente di sottofondo	$K = 0.5-1.0 \text{ Kg}/\text{cm}^3$

In base alla carta di plasticità le terre rosse sono classificate come terreni di plasticità medio-alta (la plasticità è direttamente proporzionale al contenuto di argilla).

#### CALCARENITE --CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

Le analisi geomeccaniche di laboratorio consentono di caratterizzare la formazione calcarea alla scala del campione e di fornire indicazioni utili per la determinazione delle caratteristiche d’insieme dell’ammasso.

Nella tabella sottostante vengono richiamati alcuni valori di riferimento per la sezioni di ancoraggio della progettazione dei supporti degli impianti. Tali valori si riferiscono alla roccia integra. Si precisa che vengono riportati i valori dei parametri geotecnici desunti dalla letteratura, dalle indagini geofisiche nonché dalle prove di laboratorio eseguite.

Questi i parametri d'ingresso utilizzati per l'affioramento di litotipi calcarenitici:

*caratteristiche litologiche  $\gamma = 185 \text{ kN/m}^3$*

$\phi = 32^\circ$

$C = 220 \text{ kN/m}^2$

$c_u = 0,00 \text{ kN/m}^2$

Falda = -35m

In considerazione della forte eterogeneità ed anisotropia dell'orizzonte al di sotto del pianoro, si è ipotizzato un modello omogeneo ed isotropo imponendo caratteristiche cautelative in termini di resistenza meccanica e risposta elastica.

Nello schema a seguire sono riassunti i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo.

#### SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO

PARAMETRI GEOTECNICI							
$\gamma$	$\phi'$	$c'$	$c_u$	E	G	$\nu$	$\tau$
[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[MPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	-	[kPa]
185	32	0.1	-	50000	18800	0.33	180

In accordo con la normativa vigente, nella stretta osservanza delle competenze professionali, sarà perseguito un approccio che considera amplificate le azioni di progetto e ridotte le resistenze. La verifica di capacità portante garantirà la stabilità delle resistenze del complesso palo-terreno  $E_d \leq R_d$ .

#### CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE E STIMA DEL VS30

Il comune di Surbo (LE) con delibera n. 1626 del 15.09.2009 ricade in **zona sismica 4** (*livello di pericolosità molto basso*) a cui corrisponde un accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni  $[a_g] \leq 0.05 \text{ g}$  con un accelerazione orizzontale massima di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a **0.05g**.

Sulla base delle indagini sismiche eseguite nonché il profilo stratigrafico dell'attuale piano campagna, applicando l'espressione riportata nel *punto 3.2.2 del D.M. del 14/01/08*:

dopo i primi 100-150cm è stato ottenuto un valore delle Vs30 sempre superiore a 1000m/s; di conseguenza si può caratterizzare il sito in esame in una delle categorie di suolo di

fondazione che in tal caso, nella Nuova Normativa Sismica, corrisponde ad un suolo di classe “A”, definito come (punto 3.1 dell’All. 2 all’O.P.C.M. 3274): **“Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m”**.

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

Per caratterizzare la sismicità del sito in argomento, sono stati considerati i seguenti fattori:

- il terreno di fondazione è costituito da un ammasso calcarenitico da mediamente cementato a ben diagenizzato;
- nell'area in esame non sono presenti faglie o importanti fratture, attive del substrato geologico;

Non esistono quindi fattori penalizzanti, che potrebbero portare ad una eventuale amplificazione del segnale sismico o a fenomeni di “risonanza” dati dalla coincidenza tra frequenze dell’edificio e frequenze naturali del sottosuolo.

Alla luce della recente normativa “Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture” 14 gennaio 2008 (Suppl Ord. G. U. 4.2.2008, n. 29) lateralmente si riportano i parametri di pericolosità sismica dell’area in esame

**30/11/2023**

Classe dell'edificio  
I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edi

Vita Nominale Struttura ..... 50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica ..... 35

Parametri di pericolosità Sismica				
"Stato Limite"	T <sub>r</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub> [-]	T <sup>*</sup> <sub>c</sub> [s]
Operatività	30	0.012	2.444	0.150
Danno	35	0.014	2.444	0.157
Salvaguardia Vita	332	0.042	2.381	0.435
Prevenzione Collasso	682	0.054	2.357	0.528

L'estensore del Report RELAZIONE GEOLOGICA



dott.geol. V. Specchio