

COMUNI DI BRINDISI - MESAGNE

PROVINCIA DI BRINDISI

PROGETTO AGROVOLTAICO "CLUSTER LOPEZ"



PROGETTO

Ingveprogetti s.r.l.s.

via Geofilo n.7-72023, Mesagne (BR)
email: info@ingveprogetti.it

RESPONSABILE DEL PROGETTO
Ing. Giorgio Vece

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO "CLUSTER LOPEZ" E DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, SITO NEI COMUNI DI BRINDISI E MESAGNE (BR), POTENZA NOMINALE PARI A 30.000,00 kWN E POTENZA DI PICCO PARI A 34.639,92 kWP.

Oggetto: Relazione geotecnica del progetto definitivo

PROGETTISTA: Ing. Giorgio Vece

IL TECNICO: Dr. Geol. STEFANI Jean Vincent C.A.

NOME FILE:
_RelazioneGeotecnica

TIMBRI E FIRME:



| N° | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|----|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 00 | OTTOBRE 2021 | PRIMA EMISSIONE | ING. GIORGIO VECE | ING. GIORGIO VECE | |
| 01 | | | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |



Powertis
LUMINORA LOPEZ S.R.L.

INDICE RELAZIONE GEOTECNICA

| | |
|--|----------------|
| 1. PREMESSA | pag. 3 |
| 2. UBICAZIONE SITO | pag. 3 |
| 3. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DELL'AREA | pag. 4 |
| 4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AREA | pag. 5 |
| 5. INDAGINI GEOGNOSTICHE | pag. 6 |
| 6. MODELLO GEOTECNICO DELL'AREA DI SEDIME | pag. 12 |
| 7. CONCLUSIONI | pag. 14 |

RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA

Il seguente lavoro riguarda lo studio geotecnico di alcuni lotti su richiesta della LUMINORA LOPEZ S.R.L... Lo studio è finalizzato al progetto inerente la costruzione di un impianto agrovoltaico denominato “CLUSTER LOPEZ” e delle opere ed infrastrutture connesse, sito nei comuni di Brindisi e Mesagne (BR).

La presente relazione effettuata in ottemperanza al D.M. del 11.03.1988, e alla Circ. Min. L.L.P.P. 24.09.1988, ha come obiettivi la descrizione della litostratigrafia e delle caratteristiche geotecniche.

Le indagini sono state svolte in accordo alla Normativa D.M. n. 8 del 17/01/2018. La presente relazione ha anche come contenuti la definizione del terreno in materia di prevenzione sismica.

Data la geologia dei siti, i dati sul sottosuolo sono stati acquisiti mediante un rilevamento geologico di superficie, e da studi sismici con l'uso del metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), effettuati sui siti, oltre che dallo studio della cartografia geologica disponibile dell'area (Fig. 203 Brindisi del Servizio Geologico d'Italia alla scala 1:100.000). Inoltre si è raccolto dati bibliografici relativi ad aree che presentano caratteristiche geologiche simili a quella presa in esame.

2. UBICAZIONE SITO

Le aree interessate dall'impianto agrovoltaico si ubicano negli agri del comune di Mesagne (BR) e di Brindisi (cfr. Fig. 1). Topograficamente, le aree ricadono nella Tavoletta I N.E. “Brindisi” e I N.O. “S.Vito dei Normanni” del foglio 203, edito dall'I.G.M.



3. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DELL'AREA

La stratigrafia dell'area è stata ottenuta tramite rilevamento geologico di superficie, dalla lettura della cartografia geologica disponibile dell'area (Foglio 203 Brindisi) e da indagini sismiche effettuate sui siti.

La seguente stratigrafia è valida per quasi tutti i siti considerando l'uniformità e la similitudine dei terreni affioranti nella piana brindisina. L'unico sito con differente stratigrafia è il LP 3.

In affioramento si rinviene del terreno vegetale e alluvionale limoso dello spessore medio variabile da 0,5 – 1,5 metri. Gli spessori maggiori si registrano in particolare nel sito ubicati in agro di Brindisi (S.U. e Ampliamento S.E.).

Al di sotto troviamo le sabbie calcarenitiche da ben addensate a scarsamente addensate di colore giallastro rosato. Al suo interno è possibile individuare resti di Coralli e Molluschi. Il suo spessore è di circa 7,0 – 9,0 metri.

Queste poggiano sui limi sabbiosi argillosi avani e grigiastri per uno spessore medio di circa 10 metri (per i siti posti più a Ovest) sino ad un massimo di circa 30 metri per il sito (S.U. e Ampliamento S.E.).

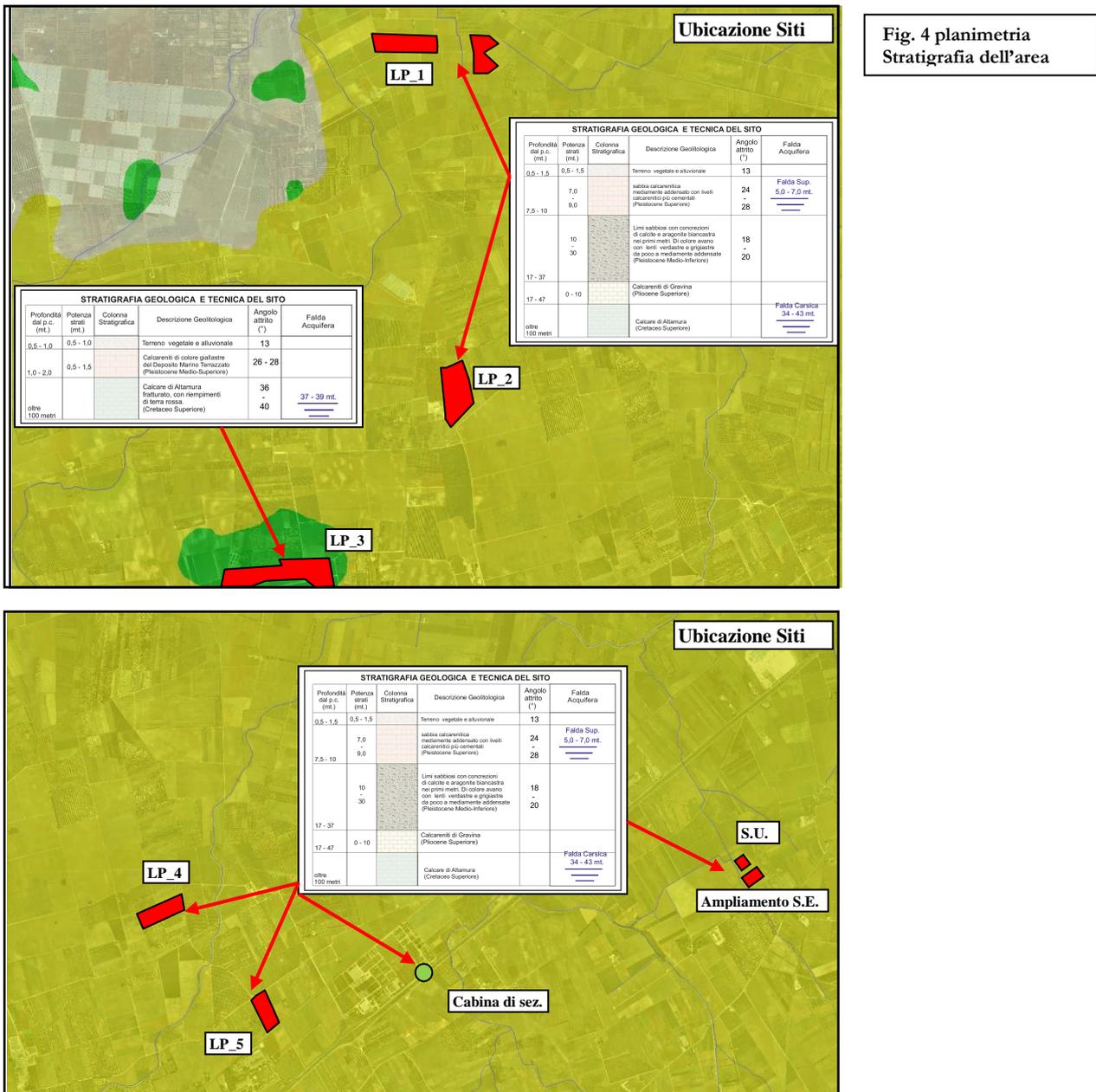
Nel sito LP_3, per la maggior parte il sito è caratterizzato dalla presenta di un breve strato di Calcareniti dei D.M.T. che poggia direttamente sui Calcari di Altamura.

| STRATIGRAFIA GEOLOGICA E TECNICA DEL SITO | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|--|--------------------|------------------------------|
| Profondità dal p.c. (mt.) | Potenza strati (mt.) | Colonna Stratigrafica | Descrizione Geolitologica | Angolo attrito (°) | Falda Acquifera |
| 0,5 - 1,5 | 0,5 - 1,5 | | Terreno vegetale e alluvionale | 13 | |
| 7,5 - 10 | 7,0 - 9,0 | | sabbia calcarenitica mediamente addensato con livelli calcarenitici più cementati (Pleistocene Superiore) | 24 | Falda Sup. 5,0 - 7,0 mt. |
| | | | | 28 | |
| 17 - 37 | 10 - 30 | | Limi sabbiosi con concrezioni di calcite e aragonite biancastra nei primi metri. Di colore avano con lenti verdastre e grigiastre da poco a mediamente addensate (Pleistocene Medio-Inferiore) | 18 - 20 | |
| 17 - 47 | 0 - 10 | | Calcareniti di Gravina (Pliocene Superiore) | | |
| oltre 100 metri | | | Calcere di Altamura (Cretaceo Superiore) | | Falda Carsica 34 - 43 mt. |

Fig. 2 Stratigrafia dell'area

| STRATIGRAFIA GEOLOGICA E TECNICA DEL SITO | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|---|--------------------|-----------------|
| Profondità dal p.c. (mt.) | Potenza strati (mt.) | Colonna Stratigrafica | Descrizione Geolitologica | Angolo attrito (°) | Falda Acquifera |
| 0,5 - 1,0 | 0,5 - 1,0 | | Terreno vegetale e alluvionale | 13 | |
| 1,0 - 2,0 | 0,5 - 1,5 | | Calcareniti di colore giallastre del Deposito Marino Terrazzato (Pleistocene Medio-Superiore) | 26 - 28 | |
| oltre 100 metri | | | Calcere di Altamura fratturato, con riempimenti di terra rossa. (Cretaceo Superiore) | 36 - 40 | 37 - 39 mt. |

Fig. 3 Stratigrafia dell'area sito LP_3



4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AREA

Per le caratteristiche tecniche del sottosuolo sono state svolte delle indagini in accordo alla Normativa D.M. n. 8 del 17/01/2018.

Data geologia del sito i dati sul sottosuolo sono stati acquisiti mediante un rilevamento geologico di superficie, e da studi sismici con l'uso del metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), effettuati sui siti, oltre che dallo studio della cartografia geologica disponibile dell'area (Fig. 203 Brindisi del Servizio Geologico d'Italia alla scala 1:100.000). Inoltre si è raccolto dati bibliografici relativi ad aree che presentano caratteristiche geologiche simili a quella presa in esame.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le caratteristiche stratigrafiche dell'area sono state ottenute elaborando i dati provenienti da una serie di indagini geognostiche indirette (sismica MASW) eseguita sui siti. In particolare sono state eseguite n. 6 indagini sismiche MASW.

La scelta del numero e della ubicazione delle indagini geognostiche è stata effettuata sulla base dello studio della cartografia geologica dei siti, su un rilevamento geologico preliminare di superficie, che ha consentito di verificare una sostanziale uniformità dei terreni sedimentari affioranti, e dall'accessibilità dei luoghi in funzione anche delle condizioni climatiche e di umidità dei terreni.

Quindi l'ubicazione ha consentito di individuare le caratteristiche anche stratigrafiche dei siti e eventuali cambi litologici.

| RIEPILOGO INDAGINI ESEGUITE | |
|------------------------------|--------------------------|
| Tipologia | Caratteristiche indagate |
| Sismiche MASW e a Rifrazione | Stratigrafiche |

Esecuzione delle indagini

Le indagini sono state eseguite con un sismografo Doremi con 24 canali e geofoni verticali con frequenza propria di 4.5Hz ; la energizzazione è stata eseguita con un martello da 5kg.

Le attrezzature utilizzate nell'acquisizione dei dati sismici sono i seguenti:

1) Avvolgicavo contenente l'intera catena strumentale, 2) Geofoni, 3) Unità di testa o interfaccia, 4) Geofono start, 5) Prolunga per il geofono start

Le indagini sono state eseguite con un sismografo Doremi con 2 canali e geofoni verticali con frequenza propria di 4.5Hz; la energizzazione è stata eseguita con un martello da 5kg. Scopo dell'indagine è mettere in evidenza possibili variazioni del campo di velocità dell'onda P eventualmente correlabili ai parametri caratterizzanti una formazione rocciosa.

Per stimare la distribuzione di V_p è stata utilizzata una tecnica di acquisizione tomografica con l'uso di una disposizione in superficie di n geofoni ed m sorgenti. La geometria scelta per l'acquisizione è costituita da un allineamento di 12 geofoni distanti tra loro 5 m: sull'allineamento sono posizionati n=3 punti di energizzazione (Fig. 7).

La tecnica di acquisizione consente di determinare la velocità media di propagazione in ognuna delle N ($N \leq n \times m$) celle elementari che ricoprono il sito indagato.

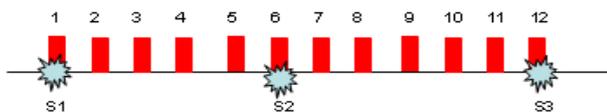


Fig. 5: Geometria di acquisizione dei rilievi sismici tomografici a rifrazione: geofoni: 1, 2,, 12; punti di energizzazione S1, S2, S3.

La lettura dei tempi di primo arrivo (picking) (Fig. 6, 7, 8, 9, 10 e 11b), per ogni traccia, su ciascun sismogramma (Fig. 6, 7, 8, 9, 10 e 11a), consente di ottenere le dromocrone riportate in Fig. 6, 7, 8, 9, 10 e 11c.

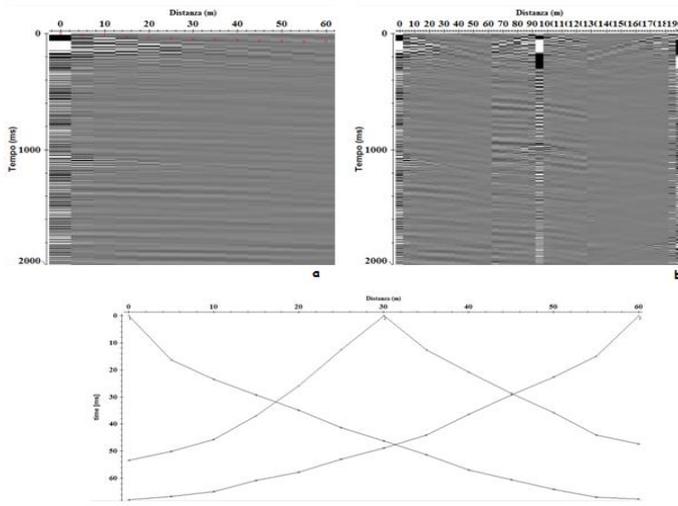


Fig. 6: a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico. A – B (sito LP_1)

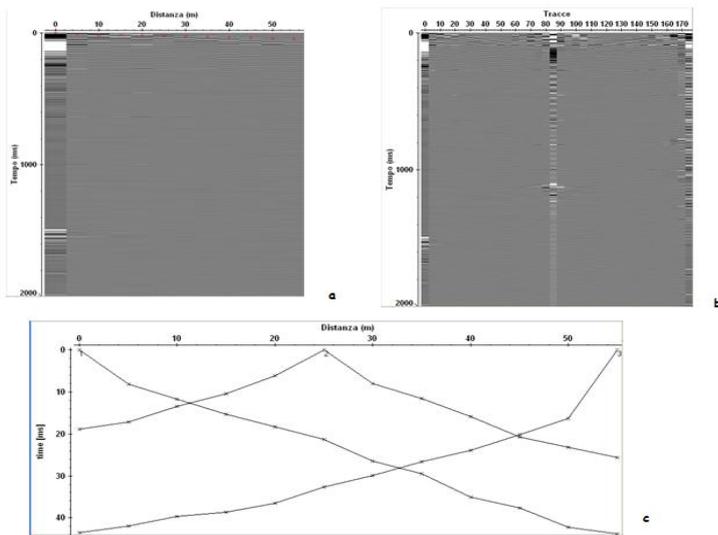


Fig. 7: a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico. C – D (sito LP_2)

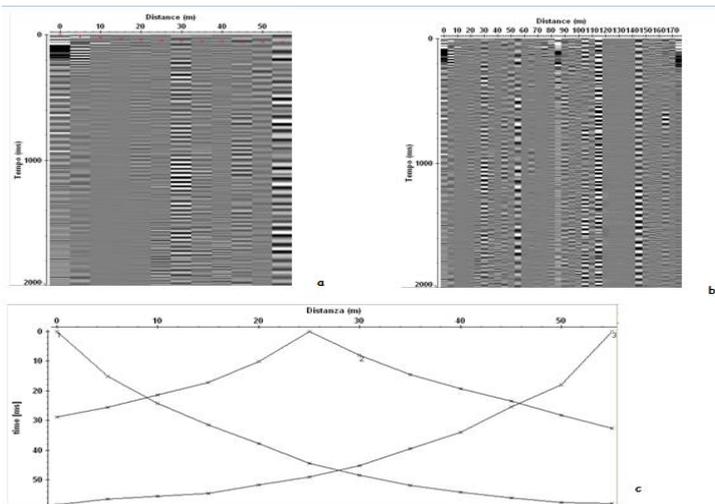


Fig. 8: a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico. E – F (sito LP_3)

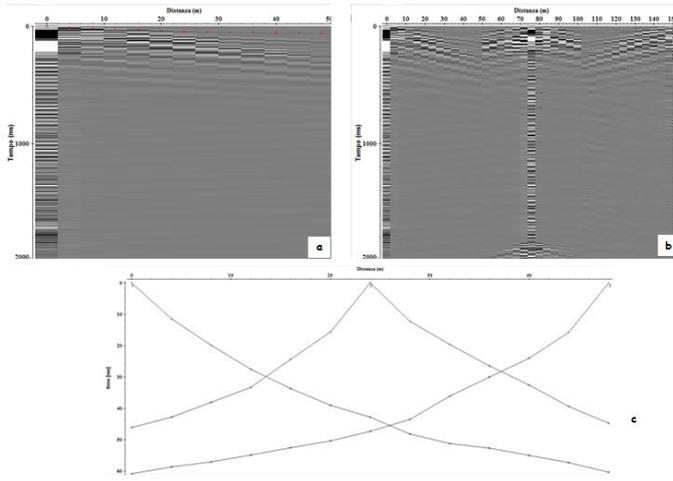


Fig. 9: a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico. G – H (sito LP_4)

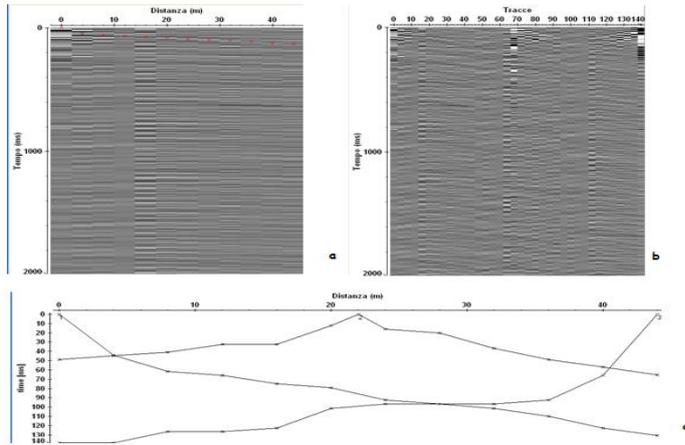


Fig. 10: a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico. I – L (sito LP_5)

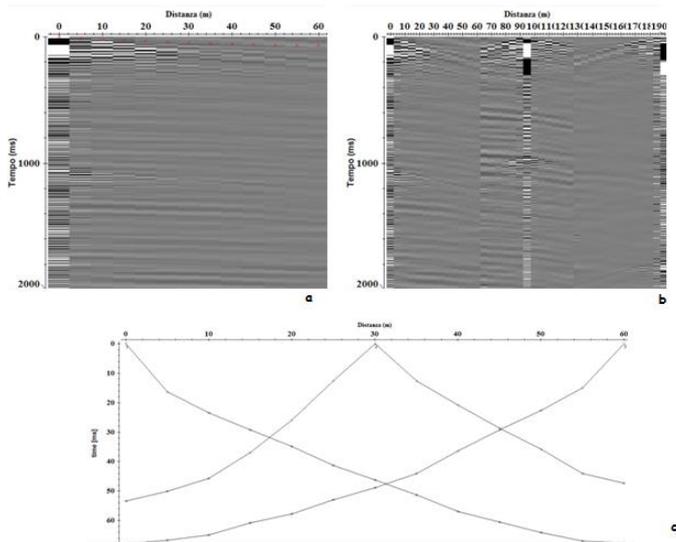


Fig. 11: a) sismogrammi delle 3 energizzazioni; b) esempio di picking dei primi arrivi; c) Dromocrone relative al profilo sismico. M – N (sito S.U. e Ampliamento S.E.)

La elaborazione delle stesse mediante algoritmi sofisticati permette di ottenere il modello di distribuzione delle velocità V_p (Fig. 12, 13, 14, 15, 16 e 17).

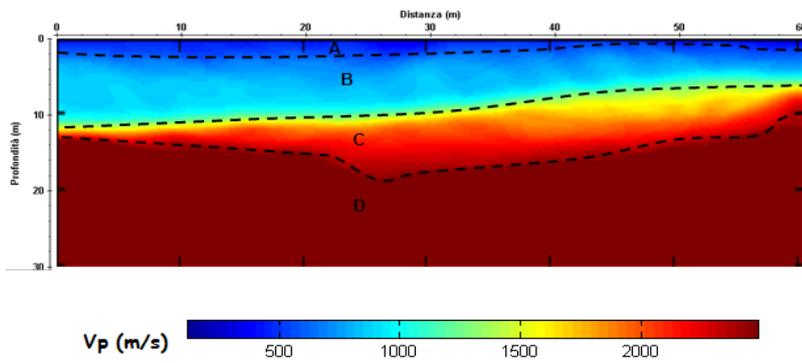


Fig. 12: Modello di distribuzione delle velocità V_p a varie profondità STESA SISMICA A - B (sito LP_1)

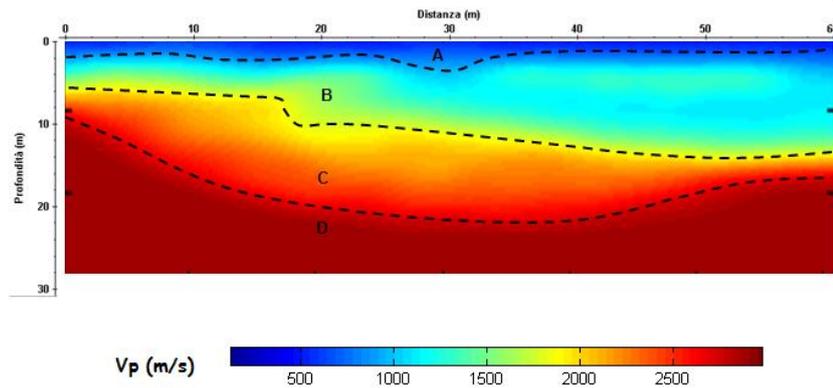


Fig. 13: Modello di distribuzione delle velocità V_p a varie profondità STESA SISMICA C - D (sito LP_2)

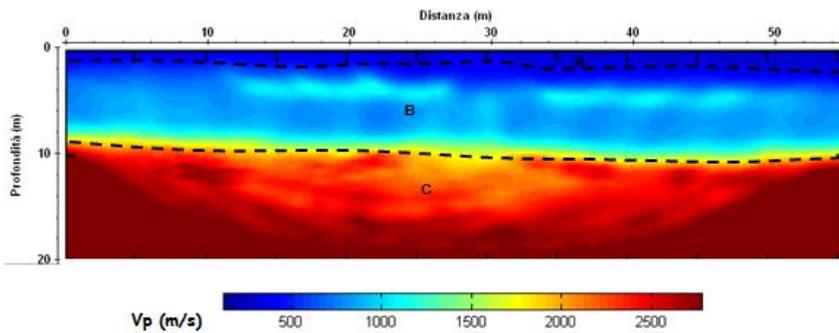


Fig. 14: Modello di distribuzione delle velocità V_p a varie profondità STESA SISMICA E - F (sito LP_3)

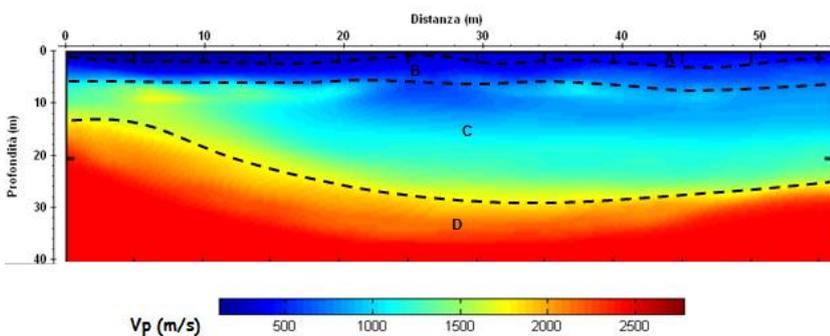


Fig. 15: Modello di distribuzione delle velocità V_p a varie profondità STESA SISMICA G - H (sito LP_4)

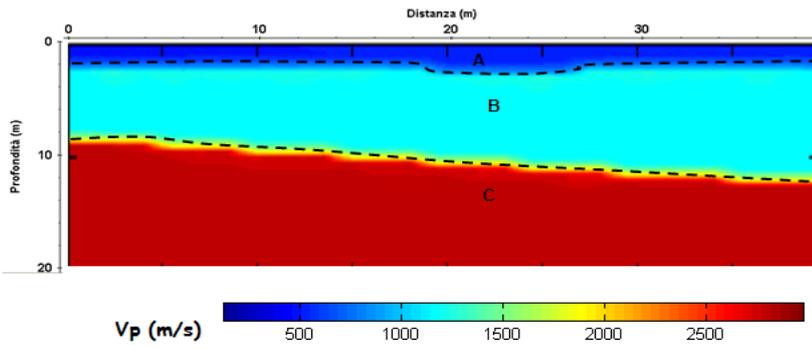


Fig. 16: Modello di distribuzione delle velocità V_p a varie profondità STESA SISMICA I - L (sito LP_5)

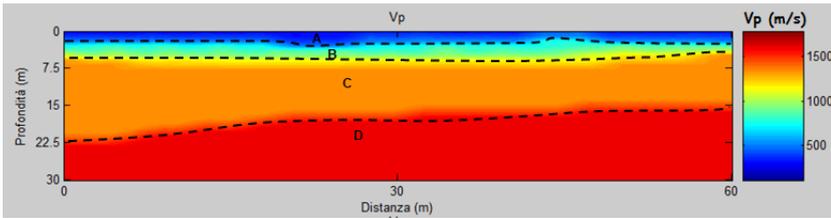


Fig. 17: Modello di distribuzione delle velocità V_p a varie profondità STESA SISMICA M - N (sito S.U. e Ampliamento S.E.)



(sito LP_1)



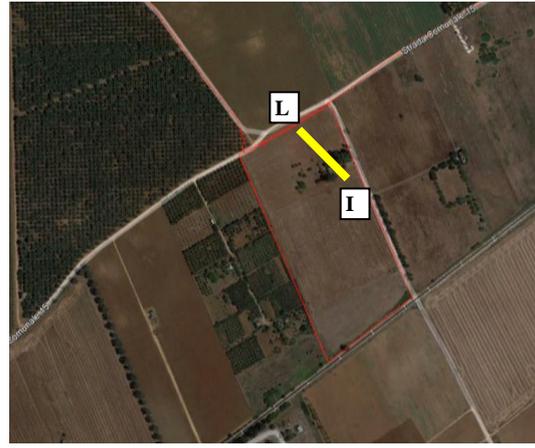
(sito LP_2)



(sito LP_3)



(sito LP_4)



(sito LP_5)



(sito S.U. e Ampliamento S.E.)

Fig. 18: Ubicazione indagini geognostiche

6. MODELLO GEOTECNICO DELL'AREA DI SEDIME

Il modello geotecnico dell'area di sedime rinveniente dall'analisi delle indagini geognostiche eseguite è il seguente (i dati delle profondità sono una media dei valori individuati):

- ◆ terreno vegetale (circa 0,5 – 1,5 m.)
- ◆ Calcareniti e sabbie dei D.M.T. (circa 7,0 – 9,0 m.)
- ◆ Limi sabbiosi argillosi con calcite biancastra negli strati superficiali; potenza stimata circa 10 - 30 metri
- ◆ Calcareniti di Gravina potenza da 0 a 10 metri;
- ◆ Calcare di Altamura con potenza di alcune centinaia di metri molto fratturato nei primi 10 metri

Di seguito si riportano le caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti desunte da elaborazione delle prove sismiche MASW e rifrazione eseguite sui siti.

- **Calcareniti del D. M. T. spessore 7,0 – 9,0 mt.** Peso di Volume $\gamma = 1,65 \text{ t/m}^3$, Modulo di Elasticità $E \approx 550 \text{ Kg/cm}^2$, coesione non drenata $C = 50 - 70 \text{ Kpa}$, Coesione Drenata $20 - 30 \text{ KPa}$, Angolo di attrito $23 - 27^\circ$.
 - **Limi argillosi sabbiosi con calcite biancastra (potenza 10-30 metri) (*)**: Peso di Volume $\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$, Angolo di Attrito interno $\delta = 20 - 22^\circ$, Coesione $C = 0,2 - 0,25 \text{ Kg/cm}^2 = 20 - 25 \text{ Kpa}$. coesione in termini totali $C_u = 120 - 130 \text{ Kpa}$ con il metodo di Torvane. Nella classificazione A.G.I. il campione è denominato "Limo con argilla sabbiosa". Classificazione del sistema unificato USCS il campione è classificabile nella classe CL cioè Argille inorganiche di plasticità da media a bassa, argille ghiaia o sabbia siltosa. Nella Classificazione HRB AASHO ricade nella classe A-6 cioè Argille poco compressibili con fenomeni di ritiro e rigonfiamento elevato.
 - **Calcare di Altamura**: Peso di Volume $\gamma = 2,0 - 2,1 \text{ t/m}^3$, Modulo di Elasticità statico $E \approx 1.800 \text{ Kg/cm}^2$, angolo di attrito interno $36 - 40^\circ$ coesione ND $C = 250 \text{ Kpa}$, Coesione Drenata $C = 50 \text{ Kpa}$.
- (*) i valori si riferiscono a indagini sismiche eseguite dallo scrivente su formazioni geologiche simili.

Tabella riassuntiva

| Litotipo | γ_t (kN/m ³) | C (kPa) | Cu (kPa) | Es (MPa) | φ (°) |
|-------------------------|---------------------------------|---------|-----------|----------|---------------|
| Calcareniti dei D.M.T. | 16,5 | 20 - 30 | 50 - 70 | 550 | 23 - 27 |
| Limi argilloso sabbiosi | 19 | 20 - 25 | 120 - 130 | 700 | 20 - 22 |
| Calcare di Altamura | 20,5 | 50 | 250 | 1800 | 36 - 40 |

Con : γ_t Peso dell'unità di volume totale, C Coesione drenata, Cu Coesione non drenata, φ Angolo di attrito, Es modulo di elasticità statico

TABELLA RIEPILOGATIVA

| STRATO | V _p (m/s) | V _s (m/s) | Coeff. di Poisson (μ) | γ Densità Naturale g/cm ³ | E Modulo Elastico dinamico (Mpa) | Bulk | Angolo di attrito(ψ)(°) | G ₀ Modulo Taglio (Mpa) | Modulo Lamé | R Rigidità sismica |
|--------|----------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------------|
| A | 500 | 225 | 0.37 | 1.65 | 229 | 263 | 23 - 27 | 83 | 245 | 3.7 |
| B | 1300 | 600 | 0.36 | 1.9 | 1867 | 2146 | 20 - 22 | 684 | 1843 | 11.4 |
| C | 2200 | 1130 | 0.32 | 2.05 | 6827 | 7852 | 36 - 40 | 2508 | 6502 | 22.4 |

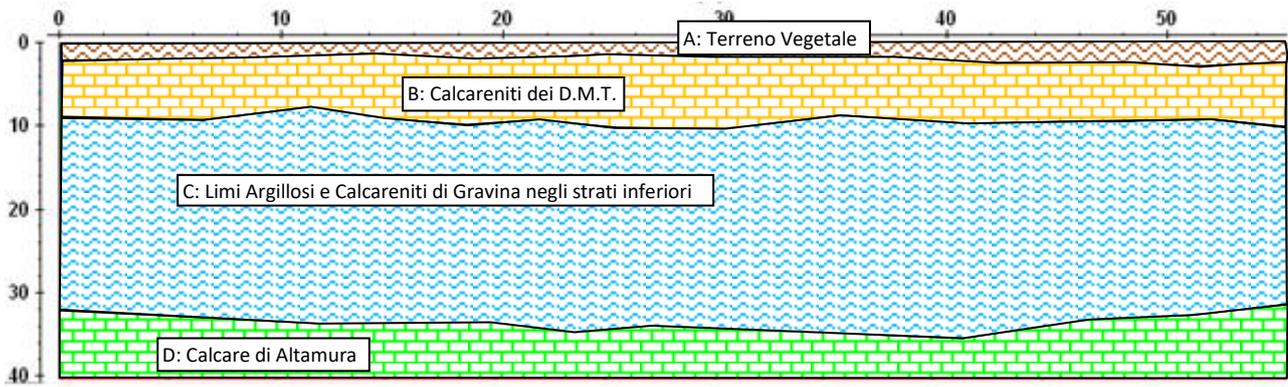


Fig. 19 Modello Geologico e Geotecnico e Sezione longitudinale area di sedime

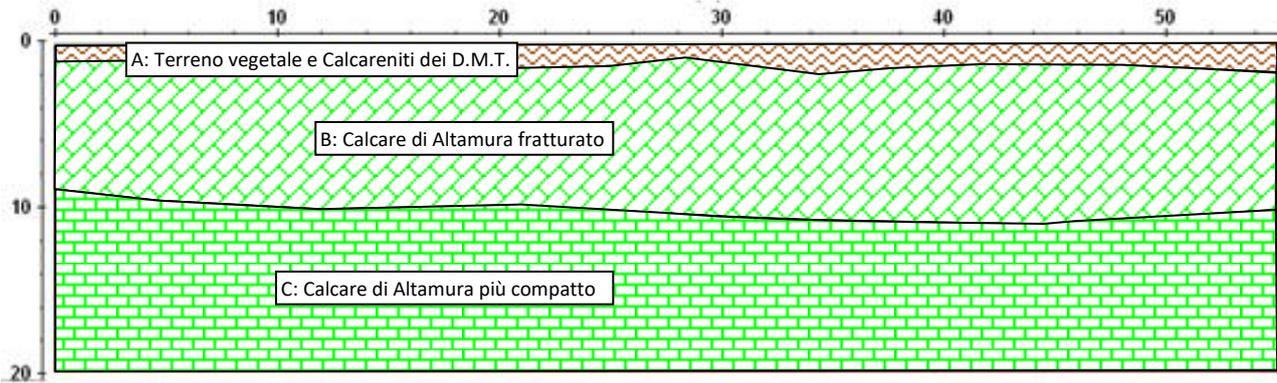


Fig. 20 Modello Geologico e Geotecnico e Sezione longitudinale area di sedime sito LP_3

7. CONCLUSIONI

Dallo studio geologico e geotecnico effettuato sul sito si evince quanto segue:

- 1) La geologia dell'area è caratterizzata dopo uno strato di terreno vegetale e alluvionale dello spessore di 0,5 e 1,5 metri, da Sabbie calcarenitiche mediamente cementate dei D.M.T. per spessori di 1,0 – 9,0 metri (gli spessori più piccoli presso il sito LP_3, cfr. Fig. 6) che poggiano su uno strato di limi argillosi di spessore variabile tra 10 e 30 metri. Sul sito LP_3 è possibile rinvenire subito sotto i D.M.T., o addirittura in affioramento i Calcari di Altamura.
- 2) I siti presentano pendenze morfologiche attorno al 1 - 3 %. Tali pendenze non sono in grado di attivare fenomeni di instabilità morfologici indotti dalla gravità (flussi di massa, frane in s.s. etc.);
- 3) Dall'analisi dei dati geotecnici ottenuti si è evinto che il sottosuolo ha Mediocri (valido per le calcareniti dei D.M.T.) a Buone (Valido per il Calcare di Altamura) caratteristiche geotecniche.
- 4) Le opere non alterano la circolazione idrica sotterranea, né quella ipodermica.
- 5) Analizzando i dati tecnici si può affermare che l'intervento, non provocherà modificazioni allo stato geologico tecnico dei terreni fondali.

II GEOLOGO

Dott. Geol. Jean Vincent C. A. STEFANI

