



COMUNE DI  
FOGGIA

P.O.R. PUGLIA 2014-2020 ASSE VI - Azione 6.1 – sub-azione  
6.1.c.

Determinazione Dirigente Sezione Ciclo Rifiuti e Bonifiche, 20  
dicembre 2017, n. 314

*“Manifestazione di interesse finalizzata alla individuazione di  
aree idonee alla localizzazione di impianti integrati  
anaerobici/aerobici destinati al recupero della frazione organica  
dei rifiuti urbani rivenienti dalle raccolte differenziate”*



REGIONE  
PUGLIA

## MANIFESTAZIONE D'INTERESSE PER LA LOCALIZZAZIONE DI IMPIANTO INTEGRATO DI TIPO ANAEROBICO

### Foglio 156 – Particelle 552 e 585

ELABORATO N.

7

OGGETTO:

Analisi dell'area rispetto agli  
aspetti geologici e litologici

SCALA

-

SINDACO: dott. Franco LANDELLA

ASSESSORE: dott. Francesco MORESE

DIRIGENTE COORDINATORE AREA TECNICA: ing. Francesco Paolo AFFATATO

Elaborazione grafica: Michele MENDOLICCHIO – Area Tecnica

TIMBRI E FIRME

## INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA .....	2
3. CENNI DI GEOMORFOLOGIA .....	7
4. IDROGEOLOGIA FALDA.....	7
5. FALDA.....	8
6. ANALISI - MATRICI AMBIENTALI (ACQUA-SUOLO) .....	8
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	10
8. INDAGINI PENETROMETRICHE.....	15
9. MODELLO GEOTECNICO SCHEMATICO DEI TERRENI DI FONDAZIONE DELL'IMPIANTO .....	21
10. INDAGINE SISMICA.....	22
11. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	22
12. PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI PUGLIA.....	23
13. CAPACITÀ PORTANTE CARICO LIMITE .....	24
14. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	24

## **1. PREMESSA**

Le indagini e lo studio oggetto del presente elaborato sono riferite all'area attigua al sito su cui si vuole realizzare l'impianto di compostaggio che per l'uniformità delle caratteristiche geologiche della zona possono essere estese al sito di cui trattasi.

La presente relazione accompagna gli atti relativi alla **“Manifestazione di interesse finalizzata alla individuazione di aree idonee alla localizzazione di impianti integrati anaerobici/aerobici destinati al recupero della frazione organica dei rifiuti urbani rivenienti dalle raccolte differenziate”** “

La relazione di carattere geologico - tecnico evidenzia le caratteristiche geo-stratigrafiche del sottosuolo interessato dall'impianto.

Sono state svolte una serie di visite allo stato dei luoghi per evidenziare tutti i problemi connessi con la natura e le caratteristiche del sottosuolo che possono condizionare eventuali scelte progettuali future.

Il piano dei lavori complessivo si è articolato nelle seguenti fasi:

- **ricerca bibliografica e cartografica;**
- **rilevamento geologico e geomorfologico di superficie di un'area sufficientemente ampia e di quella direttamente interessata dalle infrastrutture dell'impianto;**
- **elaborazione e correlazione di tutti i dati disponibili della zona;**
- **stesura della relazione illustrativa generale;**

## **2. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA**

L'area, così come è meglio evidenziata nelle planimetrie allegate, è ubicata a Sud - Est dell'abitato di Foggia, a circa 10 Km. e precisamente nel F° 164 della Carta d'Italia Tav. III NE "BORGO TAVERNOLA", e si presenta topograficamente

pianeggiante, con una leggerissima pendenza verso NE. La quota sul l.m.m. dell'area da destinare all'impianto di produzione gessi è all'incirca di 47 m.

Dal punto di vista morfologico, la zona è ampiamente pianeggiante e rappresenta la classica formazione geologica dell'Ofanto costituita essenzialmente dalle alluvioni terrazzate, terminanti in chiusura di ciclo sedimentario con conglomerati poligenici. Le pendenze degradano dolcemente verso oriente. Geologicamente l'area si presenta costituita, come del resto gran parte della zona, dai conglomerati poligenici formati in prevalenza da materiale ciottoloso pleistocenico poggiante su argille marnose gialle e grigio azzurrognole del Pliocene.

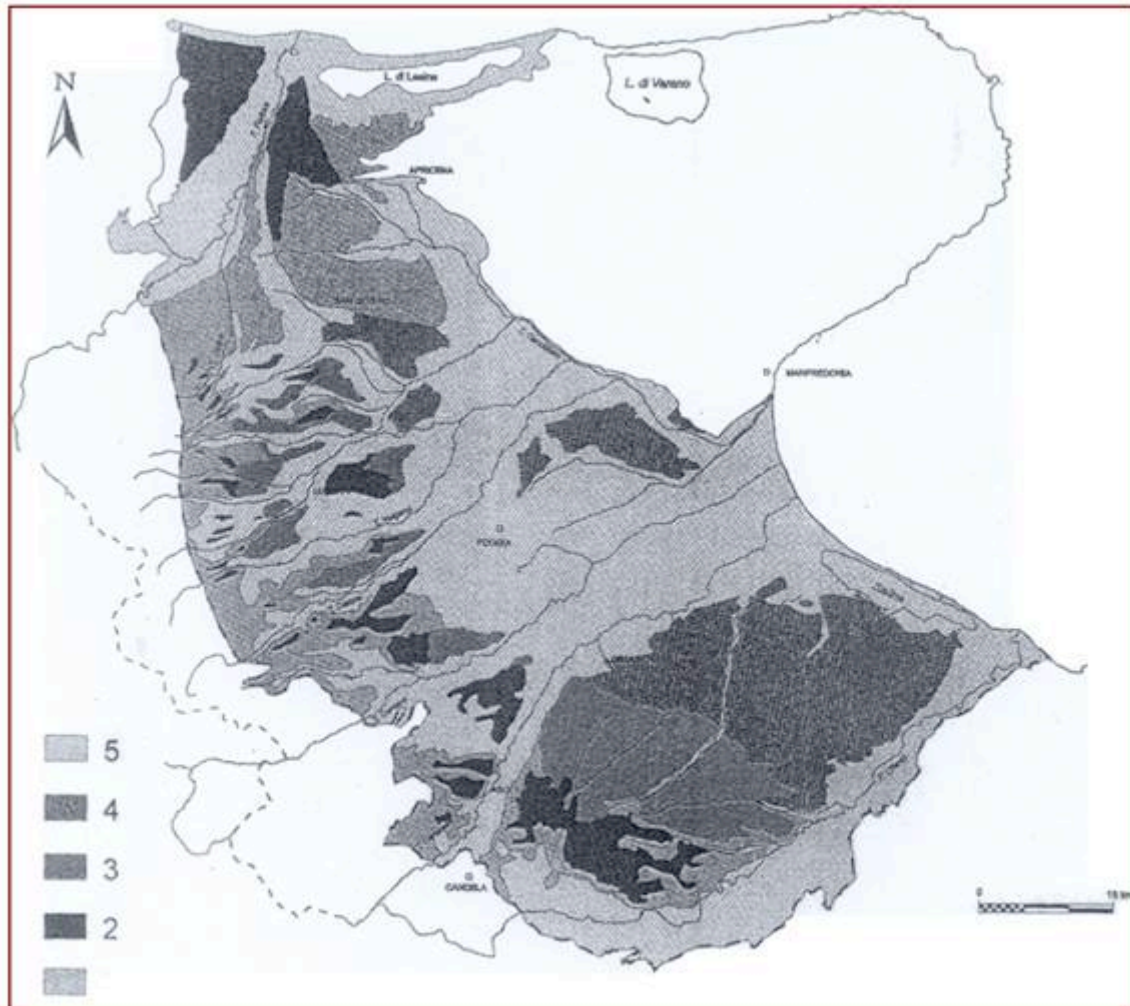
Tali depositi, costituiti essenzialmente da ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni (da 10 a 30 cm.) a volte cementati, si presentano costituiti da ciottoli in matrice sabbiosa o in puddinga, con elementi di natura arenacea e calcarea derivante dal disfacimento dei Flysch.

Al deposito ciottoloso, si alternano strati argillosi, limo sabbiosi ed argille sabbiose.

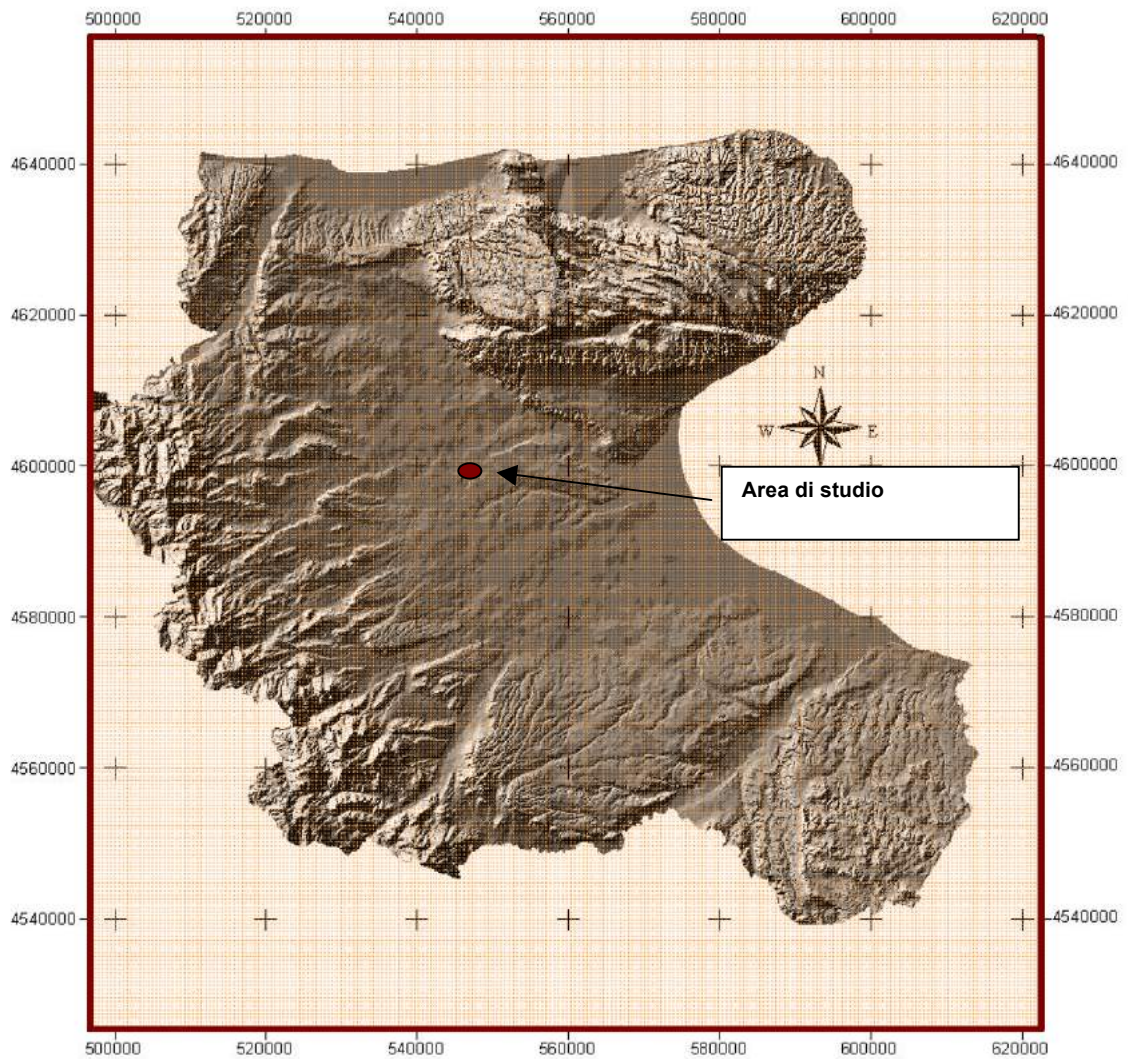
Tale formazione poggia con lieve discordanza angolare sui sedimenti sottostanti argillosi di età pliocenica.

Al di sotto della formazione quaternaria, vi è la presenza della formazione pliocenica costituita da argille scistose e marnose grigio azzurre.

Tale complesso caratterizza la parte bassa di tutto il Tavoliere e va ad appoggiarsi ad occidente sulle varie formazioni del Flysch della Daunia.

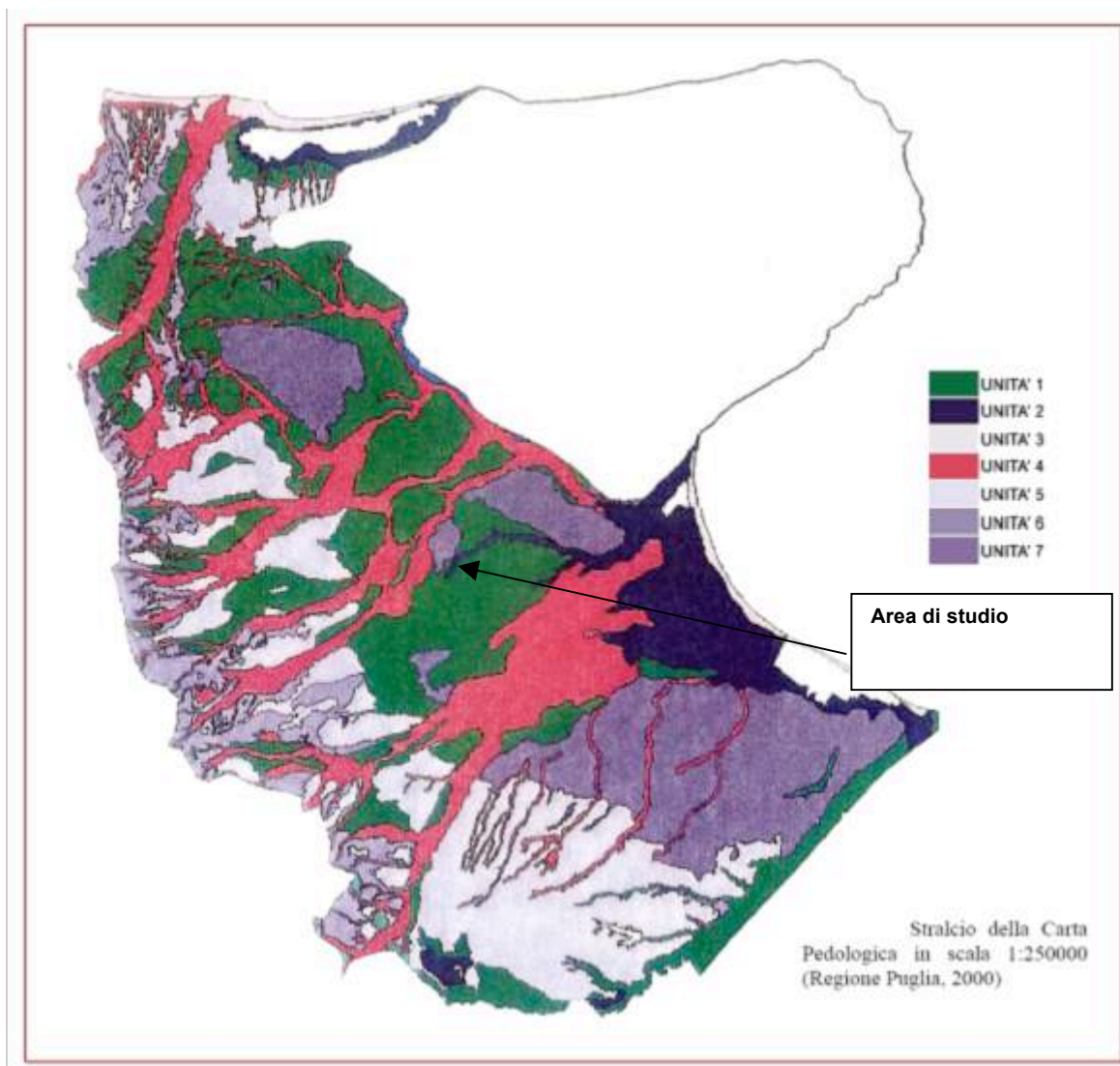


– I terrazzi così come sono riportati dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000  
 Legenda: 1 – "Argille subappennine" e "Sabbie di Monte Marano"; 2 – "Conglomerato d'Irsina"; 3 – depositi marini di I ordine; 4 – depositi marini di II ordine; 5 – depositi fluviali terrazzati ed alluvioni recenti



I suoli più caratteristici del basso Tavoliere sono i vertisuoli. I processi di perturbazione che caratterizzano questi suoli sono legati ai forti contrasti stagionali (inverni umidi ed estati secche) tipici del clima mediterraneo e alla presenza di argille espandibili nella composizione mineralogica della terra fine. La combinazione di questi fattori favorisce, durante il periodo estivo, la genesi di profonde crepacciature nel suolo e la formazione di aggregati strutturali dalla caratteristica forma granulare. Le precipitazioni autunnali e invernali convogliano parte di tale materiale superficiale all'interno delle fessure che, chiudendosi per effetto del maggiore contenuto idrico, provocano la genesi di forti tensioni all'interno del suolo.

Il basso Tavoliere ed è caratterizzata da suoli calcarei da poco profondi a molto profondi quando in superficie è presente la cosiddetta "crosta". Il drenaggio è buono. La tessitura varia da media a moderatamente fine, la pietrosità superficiale è scarsa, lo scheletro varia da scarso a comune per la presenza di frammenti di crosta.



### **3. CENNI DI GEOMORFOLOGIA**

La morfologia dell'area è strettamente legata a processi fluviali con deposizioni in superficie di materiale fluvio lacustre. Tali materiali che sormontano l'attuale corso del Fiume Cervaro determinano una morfologia tabulare con processi di sedimentazione recente ed attuale.

Il rilevamento geolitologico di superficie del territorio comprendente l'area dello studio e quelle ad essa connessa, ovvero le zone limitrofe dell'area dell'attuale area da adibire a impianto ha evidenziato la presenza di un'unica formazione geologica sedimentaria costituita da depositi ghiaiosi con lenti sabbiose.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'area a margine dell'impianto hanno confermato tale assetto stratigrafico. L'età di questa formazione è abbastanza recente ed è riferibile al Pleistocene.

### **4. IDROGEOLOGIA FALDA**

Sul sito adiacente è stata accertata la presenza della falda freatica mediante la esecuzione di due sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

Il sistema freatico e dunque la falda, con la sua oscillazione stagionale è tale che tra il livello freatico e il piano delle fondazioni delle future infrastrutture non vi è interferenza.

La profondità della falda è stata rilevata in due periodi diversi e i dati accertati sono riferiti al piezometro allestito nel sondaggio S1. Per il sottosuolo sono stati prelevati una serie di campioni sia durante la fase del carotaggio della perforazione (sondaggio S1) e sia da una serie di trincee eseguite appositamente per la campionatura dei terreni.



Allo scopo di dare una risposta alle matrici ambientali dell'acqua di falda e del suolo, si sono eseguite le analisi sui campioni prelevati:

## **5. FALDA**

La profondità della falda è stata accertata durante la fase di esecuzione dei sondaggi geognostici. Il sondaggio contraddistinto con la sigla S1 è stato strumentato con un piezometro.

Lecture effettuate al piezometro allestito nel foro del sondaggio S1:

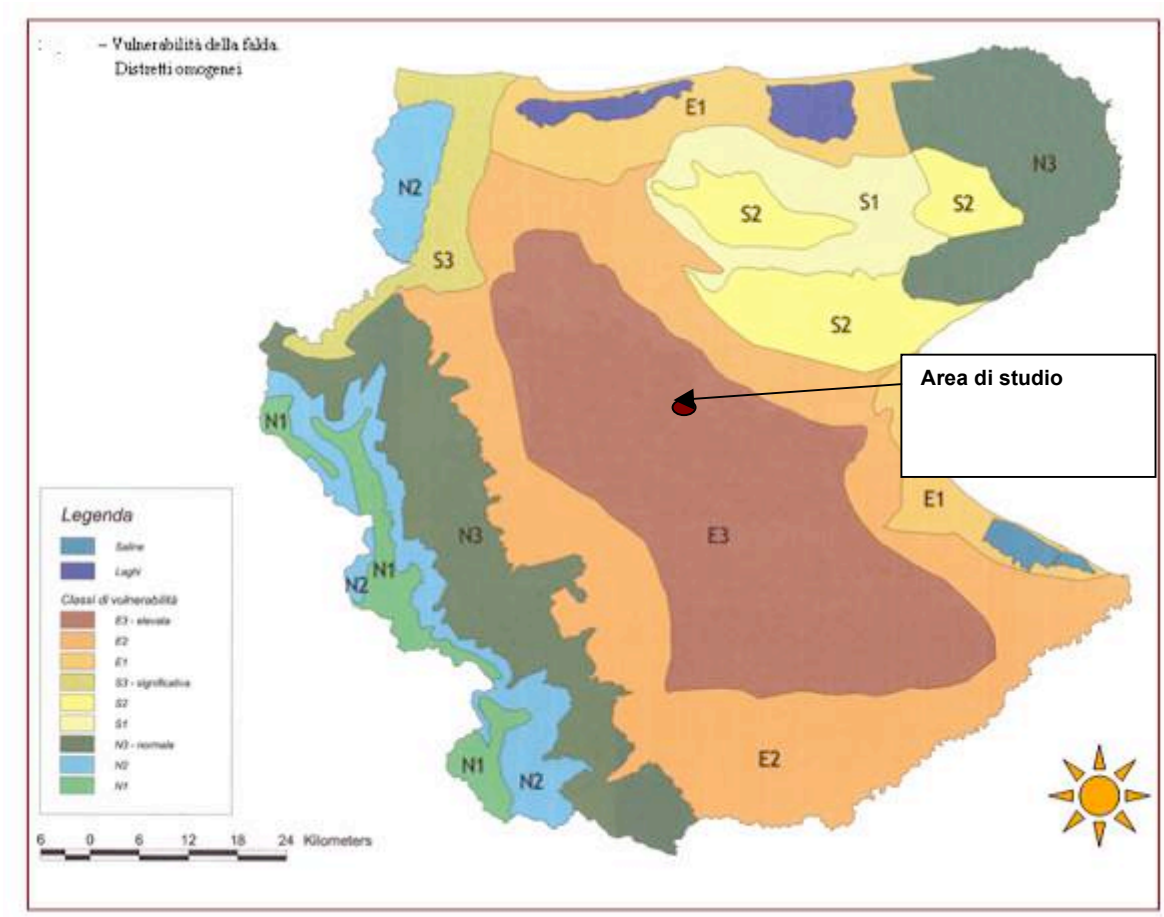
- Lettura n° 1 – data 27/08/2013 – livello statico – 8.20 m. dal pc.;
- Lettura n° 2 – data 30/09/2013 – livello statico – 8.20 m. dal pc.

## **6. ANALISI - MATRICI AMBIENTALI (ACQUA-SUOLO)**

Le analisi sulle matrici ambientali (acqua-suolo) sull'area attigua al sito di cui trattasi ha sostanzialmente evidenziato che le matrici ambientali prese in considerazione presentano:

1. Per l'acqua di falda: *“l'acqua esaminata dal punto di vista chimico-fisico-batteriologico, rispetta i valori di parametro indicati dal Dlgs 31/01 e non contiene sostanze pericolose fuori norma”.*
2. Per il suolo, tutti i campioni, sono classificati: *“TERRENO DI SCAVO Essendo rispettati i limiti di concentrazione posti dalla colonna A – tabella 1 – Allegato 5 titolo V, parte IV del Dlgs 152/06 e successive modifiche, il materiale analizzato non costituisce rifiuto e pertanto può essere utilizzato per reinterri, riempimenti e rilevati per formazione di massicciate per sottofondi stradali.....”.*

Alla luce di quanto rilevato ed osservato si fa presente che l'intervento della presente proposta progettuale, in conseguenza dei dati rilevati nelle specifiche tecniche, non evidenzia di per se alcuna criticità.



### Analisi sulla falda Litostratigrafia schematica

Litotipi presenti:

da m. 0.00 a m. 1.20 terreno vegetale ;

da m. 1.20 a m. 20.0 ghiaie con interstrati argillosi;

da m. 20.0 a m. 30.0 limi sabbiosi con livelli ciottolosi.

### Oscillazione livello piezometrico

Il livello di escursione della falda si stabilizza ad una profondità di circa – 8.20 metri dal piano campagna.

## 7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di verificare la fattibilità geologica dell'intervento progettuale sono stati eseguiti n° 2 sondaggi i cui risultati e dati vengono riportati nelle schede di seguito allegate.

La successione stratigrafica del substrato di fondazione delle opere del futuro impianto sono state accertate con la esecuzione di perforazioni, la sintesi stratigrafica viene di seguito riportata. Durante la fase di trivellazione sono stati prelevati dei campioni disturbati in quanto gli strati ghiaiosi non consentono di prelevare campioni indisturbati e pertanto per la parametrizzazione geotecnica si è fatto riferimento alle prove SPT eseguite nei fori dei sondaggi.



Foto N°1 Fase allestimento cantiere di perforazione



Foto N°2 Esecuzione Sondaggio S1



Foto N°3 Particolare carotaggio S1 tra 0.0 e 12 m.



Foto N°4 Esecuzione prove SPT



Foto N°5 Particolare Trincea esplorativa prelievo campioni



Foto N°6 Trincee prelievo campioni

Committente: <b>Tulipano srl</b>		Località: <b>Passo Breccioso</b>		Comune: <b>Foggia</b>		Prov. <b>FG</b>																
Quota bocca foro: <b>0</b> s.l.m.		Quota fondo foro: [ m ]		Profondità Totale: <b>30.00</b>		Sondaggio a rotazione n° <b>S 1</b>																
Coordinate N:		Angolo rispetto alla verticale: <b>0</b> [ ° ]		Direzione: <b>Dott. Orsogno</b>																		
Coordinate E:		Terminato il: <b>19/09/2013</b>		Impresa: <b>Trivel Pali</b>		Prof. Max = 30 m																
Iniziatore il: <b>19/09/2013</b>																						
Falda [ m ]	Percita d'acqua di circolazione	Corona diamant.	Profondità [ m ]	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	Tipo di discontinuità	Prove di permeabilità		Strumentazione								
												Lugon	Lefranc	Inclinometro	Piez. Tipo:	Quote						
			0 1 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 28 29 30				Terreno vegetale  Ghiaia con interstrati argillosi             Limi sabbiosi con livelli ciottolosi															
<b>NOTE:</b>				<b>TIPO DI DISCONTINUITÀ</b>				<b>TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO</b>														
				L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale				RIVESTIMENTO		FORO		<table border="1"> <tr> <td>q<sub>f</sub> [ mm ]</td> <td>DA</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>300mm</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		q <sub>f</sub> [ mm ]	DA	A	300mm					
q <sub>f</sub> [ mm ]	DA	A																				
300mm																						
Compilato:		data:		Controllato:		data:																
<b>ALTERAZIONE</b>				<b>DUREZZA</b>				<b>FRATTURAZIONE</b>				<b>Mod. SONDA A ROTAZIONE</b>										
A-1 Sana A-2 Leggermente alterata A-3 Mediamente alterata A-4 Profondamente alterata A-5 Totalmente alterata e argillificata				D-1 Molto duro D-2 Duro D-3 Mediamente duro D-4 Poco duro D-5 Soffice				F-1 Poco fratturato F-2 Fratturato F-3 Molto fratturato F-4 Estremamente fratturato F-5 Terreno														
Quota Falda da p. c. 9.00 [ m ]				Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 0.00 [ m ]																		



## 8. INDAGINI PENETROMETRICHE

### Sondaggio S1 prof. 2.0 e 4.0 m.

	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
quota dal p.c. (m)	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	48	49								

	ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)									
R.B.S.	41.8	42.1								
J.N.R.	41.4	41.7								
De Mello	33.5	33.5								
Owasaki & Iwasaki	46.0	46.3								
Sowers	41.4	41.7								
Peck Hanson & Thornburn	40.6	40.9								
Meyerhof		42.4								
Hatanaka & Uchida	47.2	47.5								
Wolff	40.3	40.5								
Schmertmann (DR)	41.8	42.0	42.0							



SPT1 SPT2 SPT3 SPT4 SPT5 SPT6 SPT7 SPT8 SPT9 SPT10

quota dal p.c. (m)	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	48	49								

DENSITA' RELATIVA (%)

Gibbs & Holtz	121	111								
Meyerhof	140	122								
Schultze & Menzebach	140	118								
Bazaraa	97	78								
Skempton										
Marcuson & Bieganousky										
Cubrinowski & Ishihara										

MODULO ELASTICO [Young] (MPa)

D'Appolonia <i>et al</i>	55.0	55.7								
Tornaghi <i>et al</i>	48.5	49.0								
Jambu	27.9	39.5								
Schmertmann	94.1	96.0								
Schultz & Menzebach	/	/								
Webb										
Jamiolkowski <i>et al</i> [E25]	41.2	42.0								

SPT1 SPT2 SPT3 SPT4 SPT5 SPT6 SPT7 SPT8 SPT9 SPT10

quota dal p.c. (m)	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	48	49								

MODULO DI TAGLIO (MPa)

Ohsaki & Iwasaki										
Ohta & Goto	151.4	200.9								
Yoshida e Motonori	130.5	160.1								

MODULO EDOMETRICO (MPa)

Farrent	33.4	34.1								
Menzebach & Malcev	52.9	54.0								

VELOCITA' ONDE S (m/sec)

Ohta & Goto	282	325								
Yoshida e Motonori	262	290								

## Sondaggio S 2 prof. 2.5 e 5.0 m.

	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
quota dal p.c. (m)	2.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	47	50								

	ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)									
R.B.S.	41.6	42.4								
J.N.R.	41.1	42.0								
De Mello	33.4	33.5								
Owasaki & Iwasaki	45.7	46.6								
Sowers	41.2	42.0								
Peck Hanson & Thornburn	40.4	41.2								
Meyerhof		42.5								
Hatanaka & Uchida	46.9	47.7								
Wolff	40.0	40.8								
Schmertmann (DR)	41.8	42.0	42.0							

SPT1 SPT2 SPT3 SPT4 SPT5 SPT6 SPT7 SPT8 SPT9 SPT10

quota dal p.c. (m)	2.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	47	50								

DENSITA' RELATIVA (%)

Gibbs & Holtz	117	107								
Meyerhof	133	116								
Schultze & Menzebach	131	113								
Bazaraa	89	77								
Skempton										
Marcuson & Bieganousky										
Cubrinowski & Ishihara										

MODULO ELASTICO [Young] (MPa)

D'Appolonia <i>et al</i>	54.2	56.5								
Tornaghi <i>et al</i>	48.0	49.5								
Jambu	31.2	44.1								
Schmertmann	92.1	98.0								
Schultz & Menzebach	/	/								
Webb										
Jamiolkowski <i>et al</i> [E25]	40.3	42.9								

SPT1 SPT2 SPT3 SPT4 SPT5 SPT6 SPT7 SPT8 SPT9 SPT10

quota dal p.c. (m)	2.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	47	50								

MODULO DI TAGLIO (MPa)

Ohsaki & Iwasaki										
Ohta & Goto	164.3	221.1								
Yoshida e Motonori	137.5	172.2								

MODULO EDOMETRICO (MPa)

Farrent	32.7	34.8								
Menzebach & Malcev	51.9	55.0								

VELOCITA' ONDE S (m/sec)

Ohta & Goto	294	341								
Yoshida e Motonori	269	301								

## 9. MODELLO GEOTECNICO SCHEMATICO DEI TERRENI DI FONDAZIONE DELL'IMPIANTO

Litologia	H (metri)	Parametri geotecnici
Ghiaia in matrice argillosa	da 1.5.0 a 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• = 1.90 t/mc (Peso volume)</li> <li>•<sub>sat</sub> = 2.0 t/mc (Peso specifico saturo)</li> <li>c' = 0.2 kg/cmq (Coesione efficace)</li> <li>φ' = 38° (Angolo di attrito)</li> <li>K<sub>0</sub> = 0.550 (Coefficiente di spinta a riposo)</li> <li>K<sub>w</sub> = 5 kg/cm<sup>3</sup> ( Costante di sottofondo)</li> <li>E = 400 kg/cmq ( Modulo elastico normale)</li> <li>G = 350 kg/cmq ( Modulo elastico tangenziale)</li> <li>v = 0.35 (Coeff. Poisson)</li> <li>Ed = 335 kg/cmq (Modulo edometrico)</li> <li>OCR = 1 (Grado di sovra consolidazione)</li> </ul>

## 10. INDAGINE SISMICA

L'analisi mediante tecnica MASW, è stata effettuata registrando onde di superficie (sorgente attiva-massa battente) registrando i dati sismici (common-shot gathers) mediante array lineare di 24 geofoni a bassa frequenza: (4.5 Hz) su n.3 tracce da 1 sec/cad, con geofoni distanziati con passo 2.0 m e offset variabile 2-5-10 m.

Si sono registrate onde con range di frequenza 2-30 Hz, che in condizioni ottimali offrono dettagliate informazioni sulla ricostruzione del profilo Vs in profondità.

il valore di Vs30 ottenuto è da considerarsi attendibile e valido.

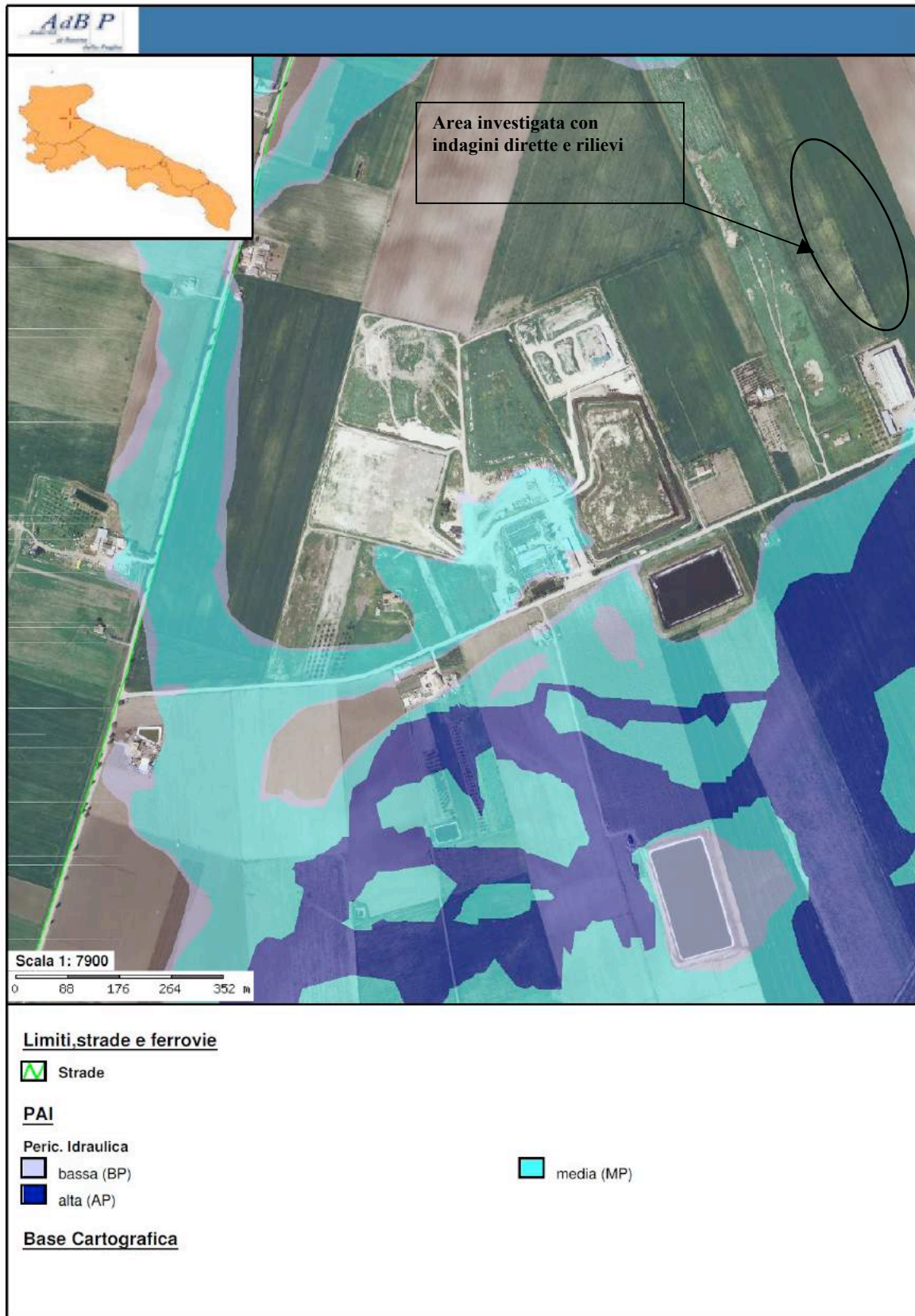
indagine sismica	Vs30	CAT. Suolo di fondazione DM 14 gennaio 2008
MASW-1	325	C
MASW-2	328	C

## 11. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Dalla stratigrafia del sito, interpretata sulla base dei dati ricavati dall'analisi delle indagini sismiche si è determinato il profilo stratigrafico del suolo di fondazione cui è associato uno spettro di risposta elastico.

Nell'area in esame, il valore di  $V_{S30}$  risulta > di 300 m/s. Alla luce del  $V_{S30}$  calcolato e dell'analisi stratigrafica eseguita si stabilisce che la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione in oggetto è "C"

## 12. PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI PUGLIA





Come si evince dalla cartografia delle zone a pericolosità idraulica predisposta dall'Autorità di Bacino per la Puglia, l'area di intervento non ricade in zona perimetrata come a pericolosità idraulica.

### **13. CAPACITÀ PORTANTE CARICO LIMITE**

Lo studio sull'area è stato effettuato con riferimento ai risultati delle indagini inerenti i terreni e pertanto si è evidenziato trattasi di terreni per i quali si può senz'altro ipotizzare un comportamento drenato.

Le indagini di superficie, geognostiche e geotecniche, hanno consentito di configurare le caratteristiche salienti dell'area preposta all'insediamento previsto nella proposta progettuale.

Sulla base dei parametri geotecnici, precedentemente indicati, è possibile ritenere la fattibilità geologica dell'opera.

Considerando che il terreno è prevalentemente coerente, le condizioni critiche per la stabilità sono quelle a lungo termine. Si presume che le eventuali sovrappressioni interstiziali generate dai carichi si dissipino contemporaneamente all'applicazione stessa degli stessi. Pertanto l'analisi di stabilità dovrà essere effettuata in condizioni drenate in termini di tensioni efficaci.

Per il calcolo del carico limite utilizzando la nota formula di Brinch - Hansen ed ipotizzando una fondazioni a plinti, lo studio ha determinato una portanza del terreno dell'ordine di  $29.35 \text{ t/m}^2$  per un angolo di attrito di  $27^\circ$ , abbastanza cautelativo visto il livello di approfondimento di cui alla presente.

### **14. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Lo studio svolto ha consentito di caratterizzare dal punto di vista geologico i terreni di fondazione del sito adiacente all'area sul quale si vuol realizzare

l'impianto di compostaggio ed i cui risultati possono essere presi come riferimento, salvo verifica puntuale, per l'intervento che si propone.

Pertanto è possibile fare le seguenti considerazioni:

1. i terreni di fondazione, relativi alle opere che si vogliono realizzare non si presentano degradati, ma integri nella loro struttura morfologica;
2. le strutture di fondazione dovranno essere attestate sullo strato ghiaioso.

L'analisi geologica complessiva, anche se proveniente da un sito a margine, consente un utile supporto per la valutazione della fattibilità progettuale dell'impianto di compostaggio, in considerazione che l'area, anche alla luce del nuovo PPTR, non presenta componenti paesaggistiche e ambiti soggetti a particolari livelli di attenzione e salvaguardia.

COMUNE DI FOGGIA - FOGLIO n.156 P.LLA n. 554  
SCALA 1:2000

