

Centrale di Brindisi
Impianto di trattamento e recupero di residui di pulizia stradale e
altri rifiuti non pericolosi
Allegato A. Relazione Geologica

APPLICA

A2A/DGE/BGT/GEN/ING

LISTA DI DISTRIBUZIONE

A2A/DGE/BGT/GEN/ING
AEF/AMD/IBR



LOGO E CODIFICA DEL FORNITORE

UFFICI: via Sforzatica, 31 Lallio (BG)
Tel. +39 035 510.898
www.gruppoesposito.it
info@gruppoesposito.it

EMISSIONE					
					
0	05/04/2022	Emissione per iter autorizzativo	C. Migliorini	M. Depalo	C. Migliorini
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

- Documento emesso elettronicamente e valido senza firme. L'originale è depositato presso l'archivio tecnico della S.O. emittente -

Questo documento è proprietà del Gruppo A2A: non può essere utilizzato, trasmesso a terzi o riprodotto senza autorizzazione della stessa. Il Gruppo A2A tutela i propri diritti a norma di legge

INDICE

1. Inquadramento	3
2. Descrizione delle opere in progetto	5
3. Normativa di riferimento	5
4. Documentazione di riferimento	5
5. Inquadramento Geologico	5
6. Inquadramento geomorfologico	6
7. Inquadramento idrogeologico	7
8. Indagini in sito	9
9. Risultati delle prove	11
10. Indagini geofisiche.....	15
11. Prove di laboratorio.....	17
12. Modello geologico	18
13. Modello geotecnico del sottosuolo.....	19
14. Giudizio di fattibilità geologica dell'intervento	20

1. INQUADRAMENTO

La presente relazione, redatta ai sensi del D.M. 17/01/18, concerne la caratterizzazione geologica, sismica e geotecnica dei terreni di fondazione del nuovo impianto che verrà realizzato all'interno dell'area di pertinenza della Centrale di Brindisi.

L'intero impianto sarà realizzato in un'area interna al porto di Brindisi con accesso da Viale Albert Einstein. Di seguito si riporta una foto aerea con la localizzazione dell'impianto:



Figura 1 - Area di intervento

L'area dell'intervento è di ca. 5800 m², di cui ca. 1900 m² coperti destinati all'edificio di processo ed altri 220m² destinati al manufatto contenente i letti filtranti.

Nell'area circostante saranno realizzati anche i seguenti interventi:

- generale sistemazione della pavimentazione di ingresso e strada di accesso all'impianto, con revisione delle infrastrutture esistenti funzionali alla sua corretta operazione (cancello di accesso all'area da via Einstein, barriere automatiche, portineria);
- realizzazione di piazzali pavimentati di pertinenza del nuovo capannone (per ca. 3.700 m²), con relativa segnaletica, così da garantire la viabilità dei mezzi per il conferimento dei rifiuti, dei mezzi per il prelievo dei prodotti recuperati e dei rifiuti decadenti, dei mezzi di servizio e delle autovetture del personale;
- realizzazione di rete di raccolta delle acque piovane dei piazzali e delle coperture con accumulo in vasca di prima pioggia per riutilizzo come acqua processo;
- realizzazione delle tubazioni, provviste di pozzetti di campionamento, per lo scarico delle acque reflue di processo depurate e delle acque meteoriche di seconda pioggia in eccesso, con collegamento alla tubazione di scarico delle acque di raffreddamento del Gruppo 4 e recapito a mare tramite lo scarico D della Centrale;
- realizzazione di recinzione dell'area di impianto, in continuità architettonica con l'esistente;
- realizzazione di una pesa a ponte per gli automezzi in ingresso e in uscita presso il varco di accesso esistente su viale Einstein;
- realizzazione di una vasca in c.a. fuori terra per il biofiltro, con una superficie lorda di ca. 220 m² e sezione utile di ca. 160 m²;
- cabina di allacciamento alla rete Enel di media tensione per l'alimentazione elettrica dell'impianto;
- realizzazione di tubazione idrica per allacciamento alla rete dell'acquedotto ASI e fornitura di acqua industriale di processo per l'impianto.

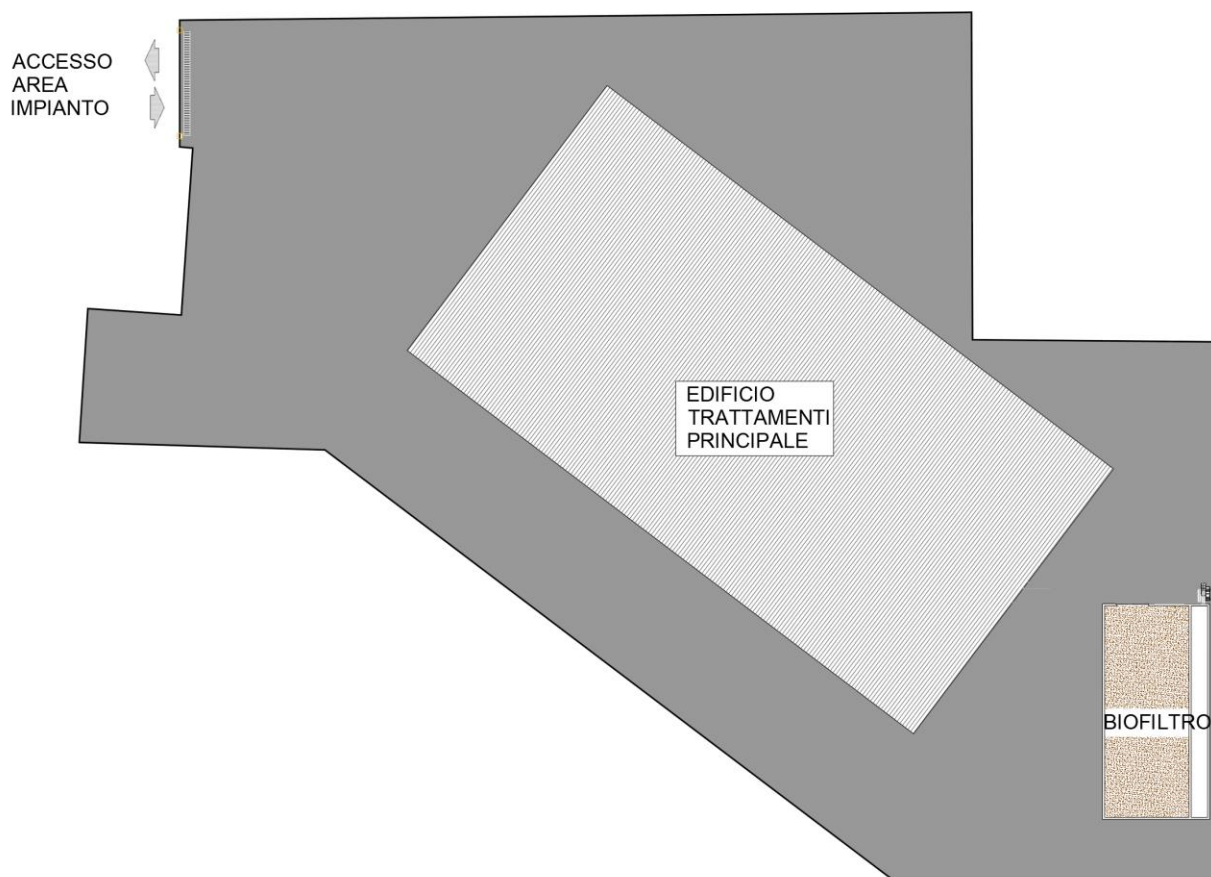


Figura 2 - Layout di impianto nuova realizzazione



Figura 3.1 – Nuovo ingresso su Viale Einstein

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un capannone in cemento armato fondato su plinti al cui interno sono presenti delle vasche sia interrate che fuori terra appoggiate mediante le relative platee. All'esterno sarà realizzato un biofiltro con basamento a platea e i piazzali di manovra.

Il piano di posa dei plinti del capannone sarà impostato a -1.90 metri rispetto alla quota +0.00 metri del piazzale di manovra e della pavimentazione interna al capannone.

La vasca interrata interna al capannone avrà un piano di imposta a quota -3.00 metri. Le altre platee avranno una quota di imposta pari allo spessore della platea di fondazione il cui estradosso è localizzato alla quota +0.00 metri.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Circolare 21.01.19 n° 7 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.18.
- D.M. Infrastrutture e trasporti 17.01.18 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 02.02.09 n°617 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.08
- D.M. Infrastrutture e trasporti 14.01.08 – Norme tecniche per le costruzioni
- O.P.C.M. 3274 del 20.03.03: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Piano Regolatore Generale, approvato con D.G.R. n.10929 del 28/12/1988 e ratificato dal Commissario di Governo con il provvedimento n.1986 del 23/02/1989
- Piano Regolatore Territoriale A.S.I., approvato con Deliberazione della Giunta Regionale 25 marzo 2003, n.287

Le relazioni di calcolo relative alle singole strutture sono riportate nel relativo elaborato. I fascicoli di calcolo saranno allegati al progetto esecutivo.

4. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

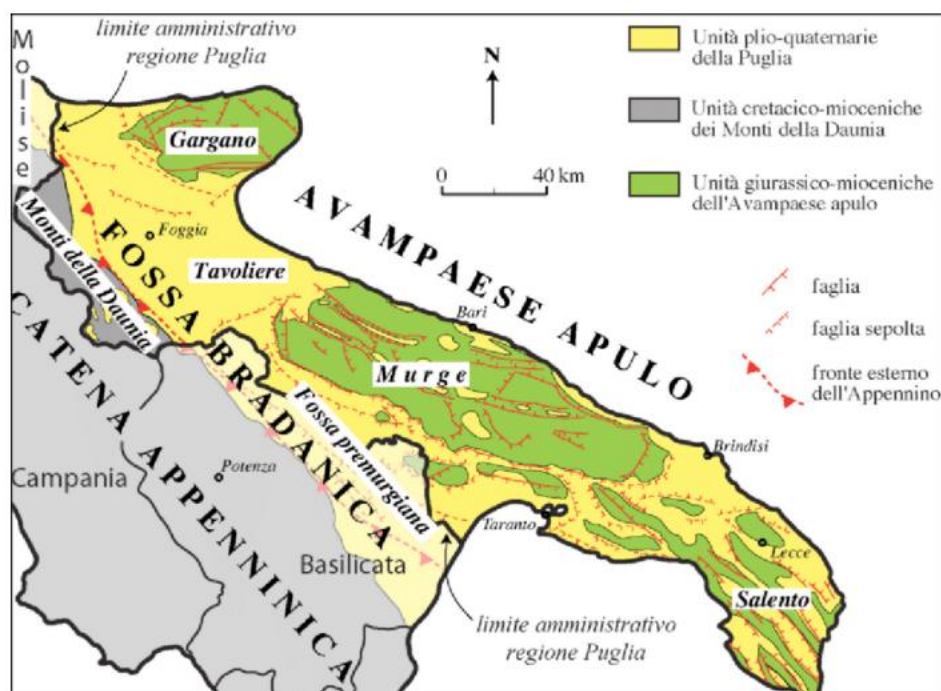
- Sidercad – Impianto di produzione con motori a gas - Relazione geotecnica- 28/08/2019.
- Sidercad – Impianto di produzione con motori a gas – Studio di Impatto Ambientale- 20/04/2019.
- SOIL srl. Indagini in sito realizzate nell'Ottobre 2008 e relazione Geotecnica redatta dall'Ing. Luigi Albert datata 13/02/2009.
- Garassino srl. Indagine geognostica realizzata nel novembre 2005 e relativa relazione Geotecnica-redatta dall' Ing. Angelo Garassino e datata 06/02/2006 (Edipower – Lavori di conversione in ciclo combinato del gruppo 1 ed adeguamento ambientale dei gruppi 3 e 4).
- Geotesting srl. Indagine geognostica con relativa relazione Geologico-tecnica del geologo Dott. Francesco Magno datata 24/02/2003

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico strutturale l'Area di Studio ricade all'interno dell'Avampaese Apulo che rappresenta uno dei tre domini del sistema "Catena - Avanfossa - Avampaese" individuatisi durante l'orogenesi appenninico - dinarica.

Nello specifico, l'Avampaese è costituito da una potente successione di rocce carbonatiche di piattaforma, pressoché indeformata in quanto le spinte connesse alle diverse fasi tettoniche hanno solo marginalmente interessato tale zona, generando in essa essenzialmente strutture di tipo disgiuntivo quali fratture, faglie dirette e, subordinatamente, blande pieghe ad ampio raggio.

Il territorio della provincia di Brindisi è situato nell'ampio contesto dell'avampaese, caratterizzato da una serie di faglie trascorrenti, prevalentemente orientate Est-Ovest, che hanno suddiviso in blocchi il substrato rigido, a loro volta interessati da un minuto sistema di faglie trasversali, prevalentemente distensive (Figura 5-1). È impostato su una scarpata che raccorda l'altopiano murgiano, costituito da una potente successione calcarea del Cretaceo Superiore, con una gradinata di superfici digradante sino alla linea di costa. Questa è modellata sia sui calcari mesozoici, sia sulle calcareniti plio-pleistoceniche trasgressive sulla sequenza senoniana; solo la superficie più bassa è caratterizzata dalla presenza dei depositi e delle forme del Pleistocene superiore e dell'Olocene. Di seguito si riporta una carta geologica schematica.



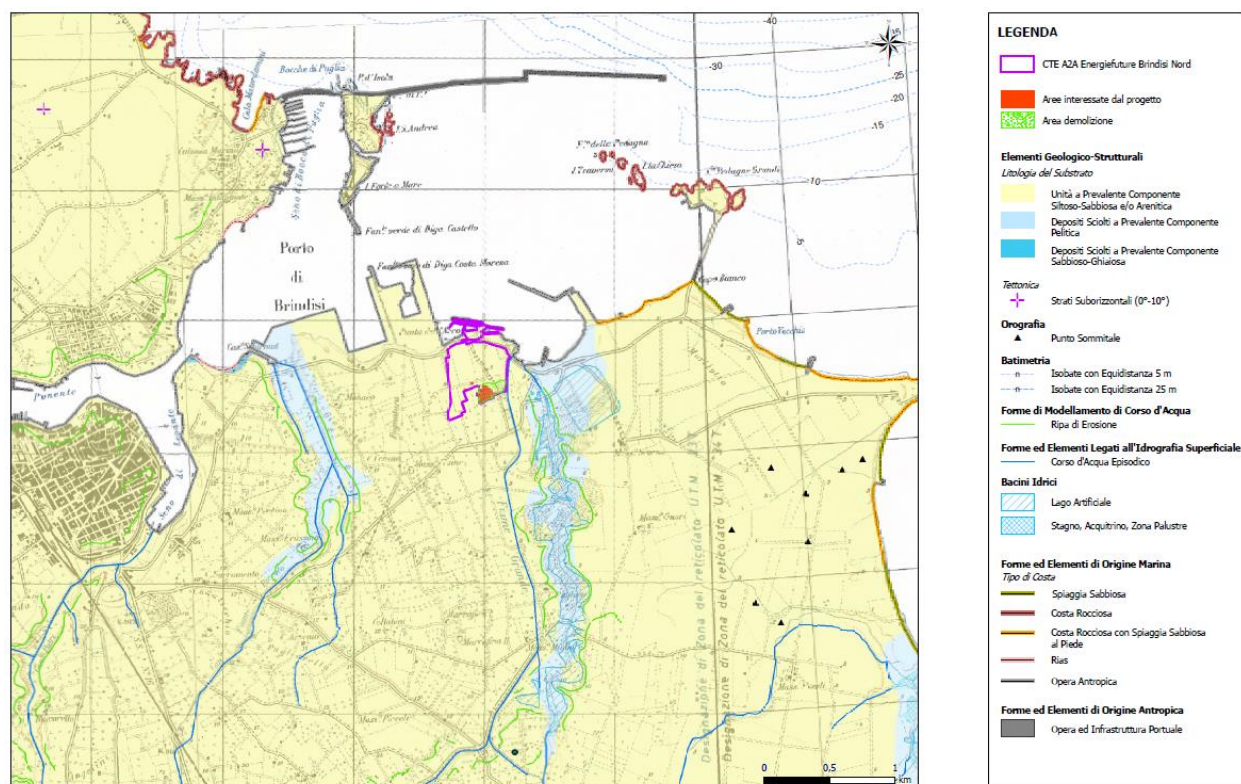
In particolare, l'Area di Studio ricade nella Piana Brindisina; questa ampia depressione di forma irregolare e aperta verso la costa adriatica, è caratterizzata dall'estensivo affioramento di depositi bioclastici terrazzati di ambiente litorale su sedimenti di carattere argilloso-limoso del ciclo di riempimento della Fossa Bradanica; questi ultimi poggiano su una successione di calcari e dolomie di età cretacea appartenenti alla Formazione del Calcare di Altamura.

6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto morfologico pianeggiante di questa area rispecchia l'assetto tabulare dei depositi plio-pleistocenici e, subordinatamente, mesozoici affioranti. La blanda morfologia del paesaggio risulta essere interrotta unicamente da incisioni erosive (solchi, lame e canali) di modesta entità, che nascono nella zona collinare e si sviluppano assecondando la direzione di maggiore acclività della superficie, principalmente in direzione SO-NE perpendicolarmente alla linea di costa.

Come mostrato nella "Carta Idrogeomorfologica" riportata in figura, ai margini di tali corsi d'acqua sono presenti solchi di erosione fluviale che incidono i depositi a prevalente componente siltoso – sabbiosa e/o arenitica; a causa dell'elevato tasso di urbanizzazione che caratterizza l'Area di Studio, tali forme di modellamento fluviale risultano evidenti solo in prossimità dell'area paludosa depressa che si sviluppa

parallelamente al corso del Fiume Grande, ad ovest dell'area di intervento. Di seguito l'estratto della carta idrogeomorfologica.



7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

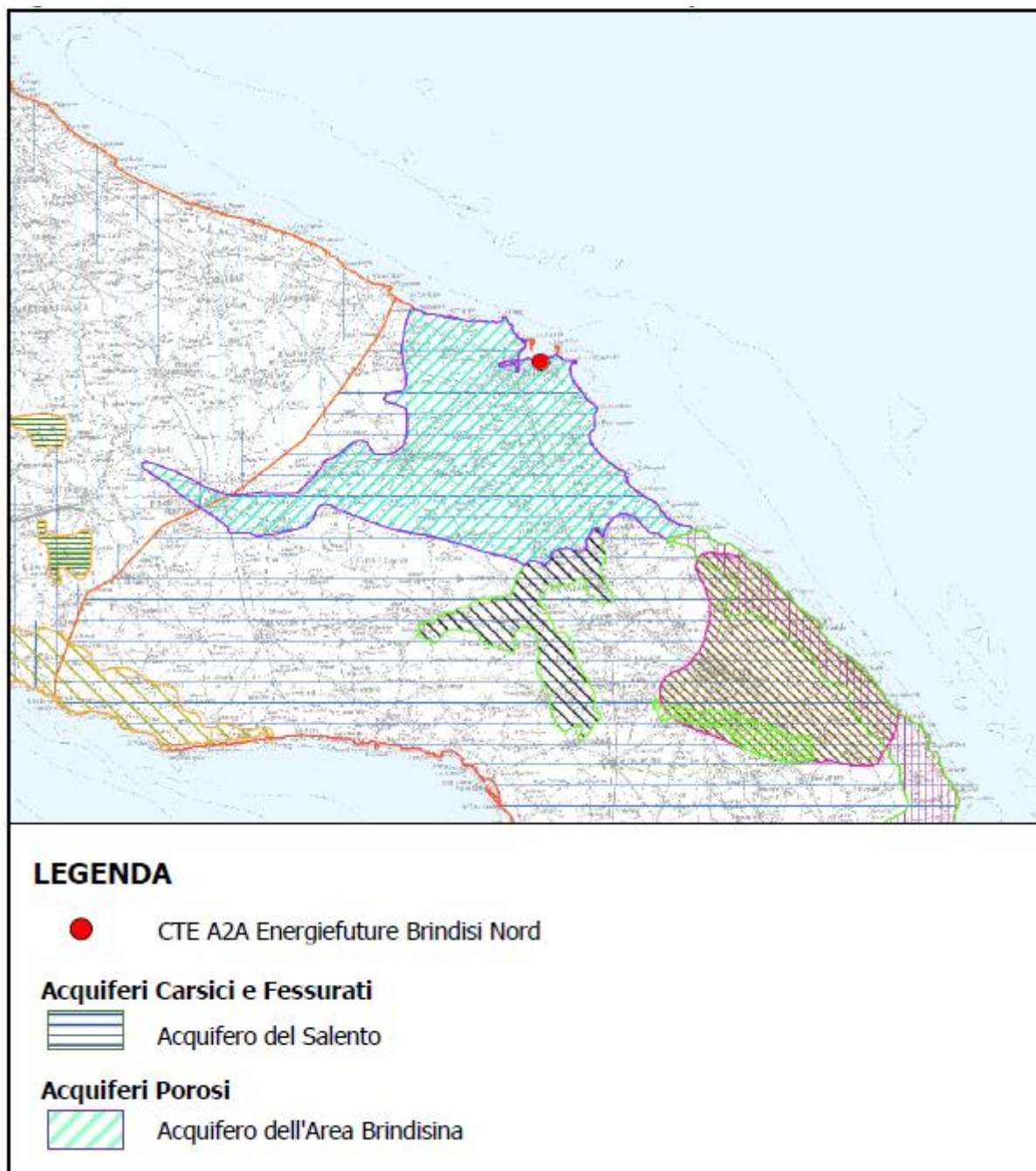
L'assetto geologico-strutturale della Piana di Brindisi determina la geometria e le caratteristiche dei corpi idrici sotterranei, influenzando sia sulle modalità di circolazione e di efflusso a mare, sia sulle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee.

Il territorio della Provincia di Brindisi si trova all'interno dell'Unità Idrogeologica del Salento. La caratteristica più rilevante della falda presente all'interno di tale Unità è che essa "galleggia" per tutta la sua estensione sull'acqua di mare di invasione continentale, con collegamento idraulico sotterraneo fra le acque del Mar Ionio e quelle dell'Adriatico.

Nell'Unità idrogeologica del Salento la circolazione idrica sotterranea è principalmente freatica.

La penisola Salentina è caratterizzata da una circolazione idrica sotterranea piuttosto complessa in quanto non riconducibile ad un solo acquifero, ma viceversa ad un maggior numero di livelli idrici di cui il principale, sia in rapporto alle dimensioni, che all'importanza dal punto di vista antropico, è quello noto con il termine di falda "profonda" o falda "di base".

Di seguito si riporta un estratto della Tavola 6.1A del PTA della Regione Puglia, dove è rappresentata l'area di studio caratterizzata dalla sovrapposizione di due differenti acquiferi: quello superficiale, con porosità primaria, è denominato Acquifero dell'Area Brindisina, quello profondo di natura carsica, è denominato dall'Acquifero Profondo del Salento.

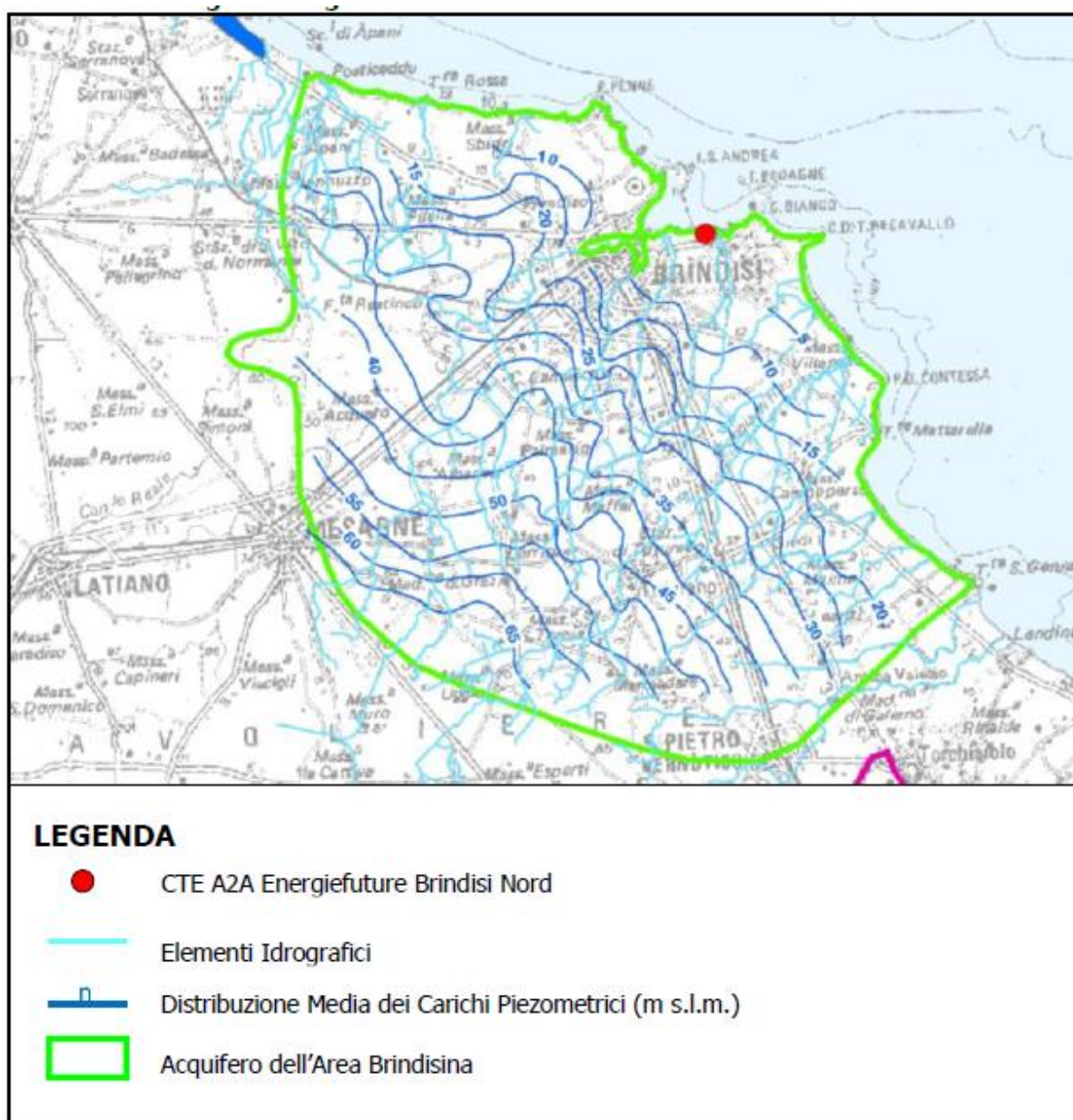


L'Acquifero superficiale presente nell'Area Brindisina si estende sull'intera provincia di Brindisi a partire da Punta Penna Grossa a nord fino agli abitati di Mesagne, Latiano, Oria e Torre S. Susanna ad Ovest e S. Donaci e Campi Salentina a Sud, interessando una superficie molto estesa, pari a circa 700 Km².

La falda superficiale è collocata nelle arenarie ed è limitata inferiormente da un livello di argille pleistocenico che la separa dalla falda profonda sottostante.

Lo spessore dell'acquifero è mediamente di 15/16 metri e la soggiacenza della superficie freatica è molto ridotta, fino a diventare nulla nel caso delle Saline di Brindisi.

Il primo acquifero è caratterizzato da bassi valori di permeabilità e di conseguenza da bassi valori delle portate specifiche. Caratteristiche idrodinamiche migliori si rilevano laddove lo spessore dell'acquifero assume valori più elevati, ovvero laddove il substrato impermeabile di base si approfondisce.



Nelle condizioni sopra riassunte è evidente che l'idrogeologia dell'area è fortemente condizionata dal fenomeno dell'intrusione marina continentale, che determina, in ragione delle locali condizioni idrogeologiche, una spiccata stratificazione salina delle acque sotterranee profonde. In prossimità della costa, ed in particolare dell'abitato di Brindisi, i calcari acquiferi degradano rapidamente sotto alla quota del mare; qui la circolazione idrica sotterranea si svolge in pressione e le acque sono spesso fortemente salmastre. Nelle porzioni più interne della Piana, ove i calcari di base hanno quote maggiori del livello marino, si riscontra invece una discreta qualità delle acque sotterranee, a meno di locali peggioramenti quantitativi e qualitativi dovuti all'influenza di scorrette estrazioni antropiche, consistenti in una incontrollata ed errata realizzazione di pozzi di captazione.

8. INDAGINI IN SITO

Campagne pregresse

Per la definizione dei parametri necessari all'elaborazione del modello geologico e per la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione delle strutture in progetto si è fatto riferimento agli esiti delle indagini geognostiche pregresse condotte in corrispondenza di aree adiacenti a quella dove saranno realizzate le strutture.

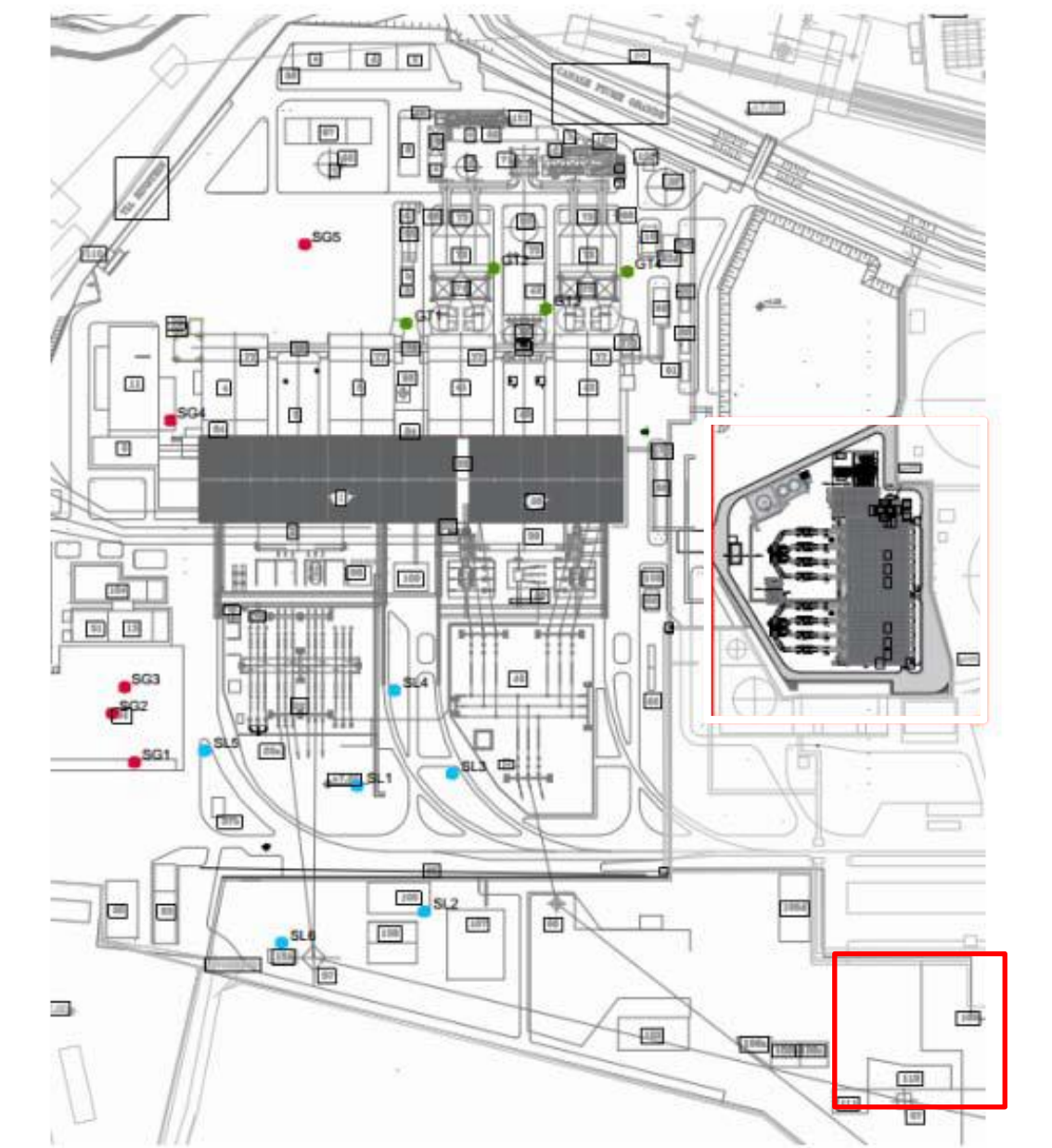
In particolare, si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- Geotesting srl. Indagine geognostica con relativa relazione Geologico-tecnica del geologo Dott. Francesco Magno datata 24/02/2003. La campagna geognostica realizzata da Geotesting nel 2003 è costituita da quattro sondaggi (contrassegnati dalla sigla GT1 – GT4 nella pianta generale dei sondaggi) in corrispondenza dei quali sono state eseguite numerose prove penetrometriche Spt. Non sono stati prelevati campioni.
- SG – Garassino srl. Indagine geognostica realizzata nel novembre 2005 e relativa relazione Geotecnica redatta dall' Ing. Angelo Garassino e datata 06/02/2006 (Edipower – Lavori di conversione in ciclo combinato del gruppo 1 e adeguamento ambientale dei gruppi 3 e 4). Nella successiva campagna eseguita dalla Società Idrogeo srl di Lecce per conto e sotto controllo della SG di Milano, eseguita nel Novembre 2005, sono stati eseguiti cinque sondaggi (contrassegnati dalla sigla SG1 – SG5 nella pianta generale dei sondaggi). Nelle terebrazioni sono state eseguite le seguenti prove:
 - 1) Prove penetrometriche dinamiche tipo Spt.
 - 2) Una verticale sismica tipo Down-hole nel sondaggio SG1.
 - 3) Analisi su campioni rimaneggiati prelevati nei sondaggi.
- SOIL srl. Indagini in sito realizzate nell'Ottobre 2008 e relazione Geotecnica redatta dall'Ing. Luigi Albert datata 13/02/2009.

Infine, si hanno a disposizione i risultati dell'indagine eseguita nel Settembre 2008 dalla società Curti per conto della SOIL srl nella quale sono stati realizzati sei sondaggi a carotaggio continuo (contrassegnati dalla sigla SL1 – SL6 nella pianta generale dei sondaggi) con le seguenti prove:

- 1) Prove penetrometriche dinamiche tipo Spt in avanzamento.
- 2) Una verticale sismica tipo Down-hole nel sondaggio SL1.
- 3) Analisi su campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati nei sondaggi.
- 4) Posizionamento di piezometri a tubo aperto nei sondaggi SL2 ed SL5.

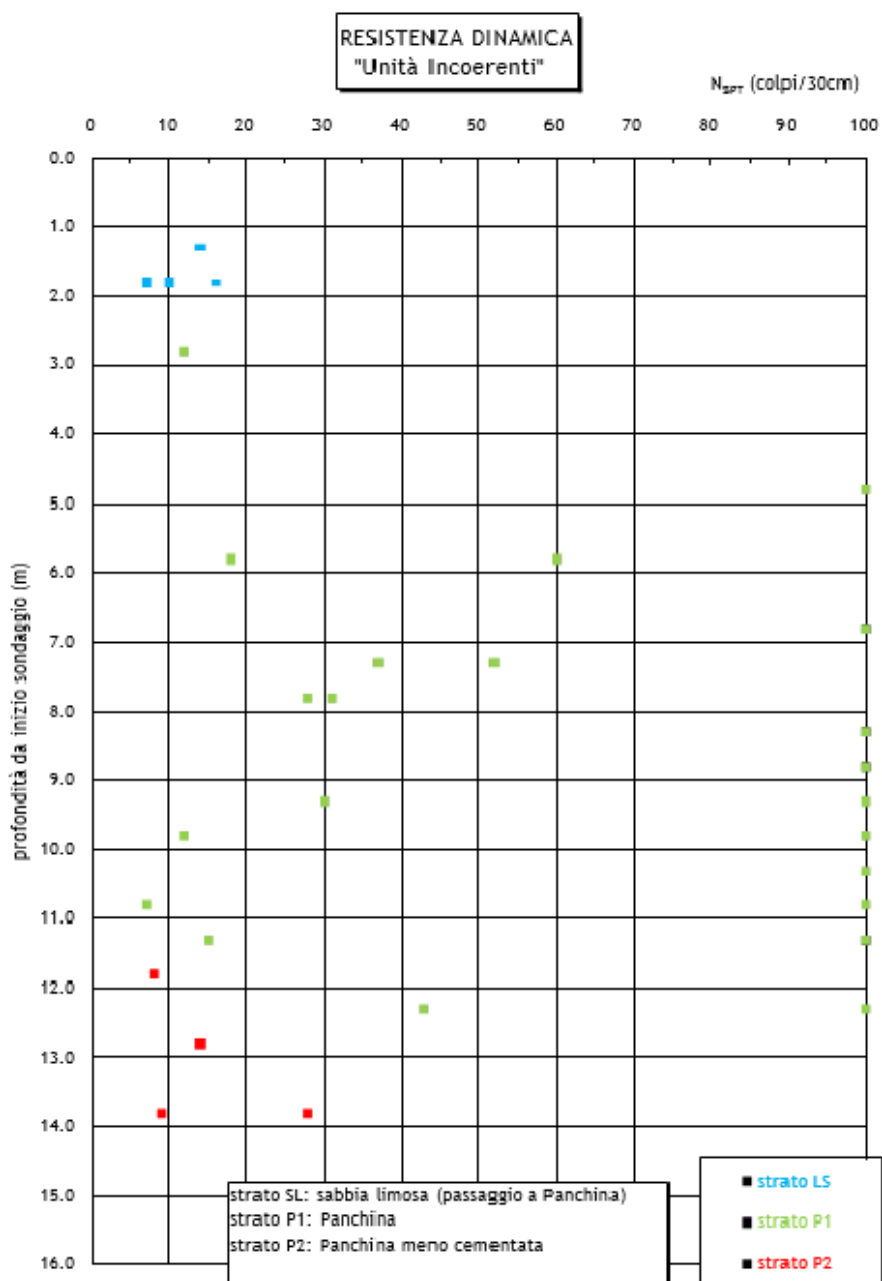
Nella planimetria sottostante è riportata la localizzazione delle indagini eseguite nelle tre campagne geognostiche del 2003 (in verde), 2005 (in rosso) e 2008 (in azzurro). Nel rettangolo rosso è evidenziata la localizzazione delle opere in progetto.



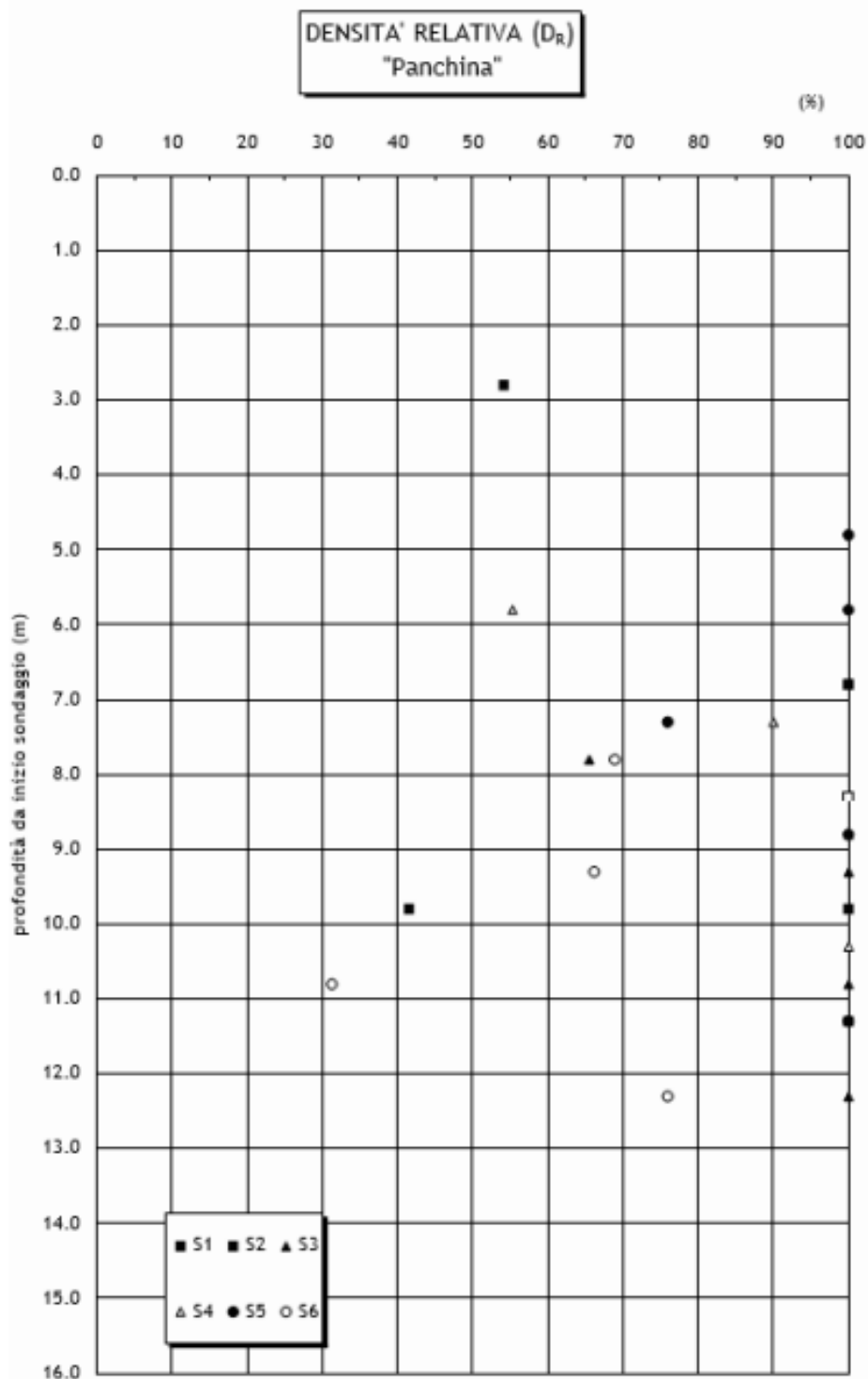
9. RISULTATI DELLE PROVE

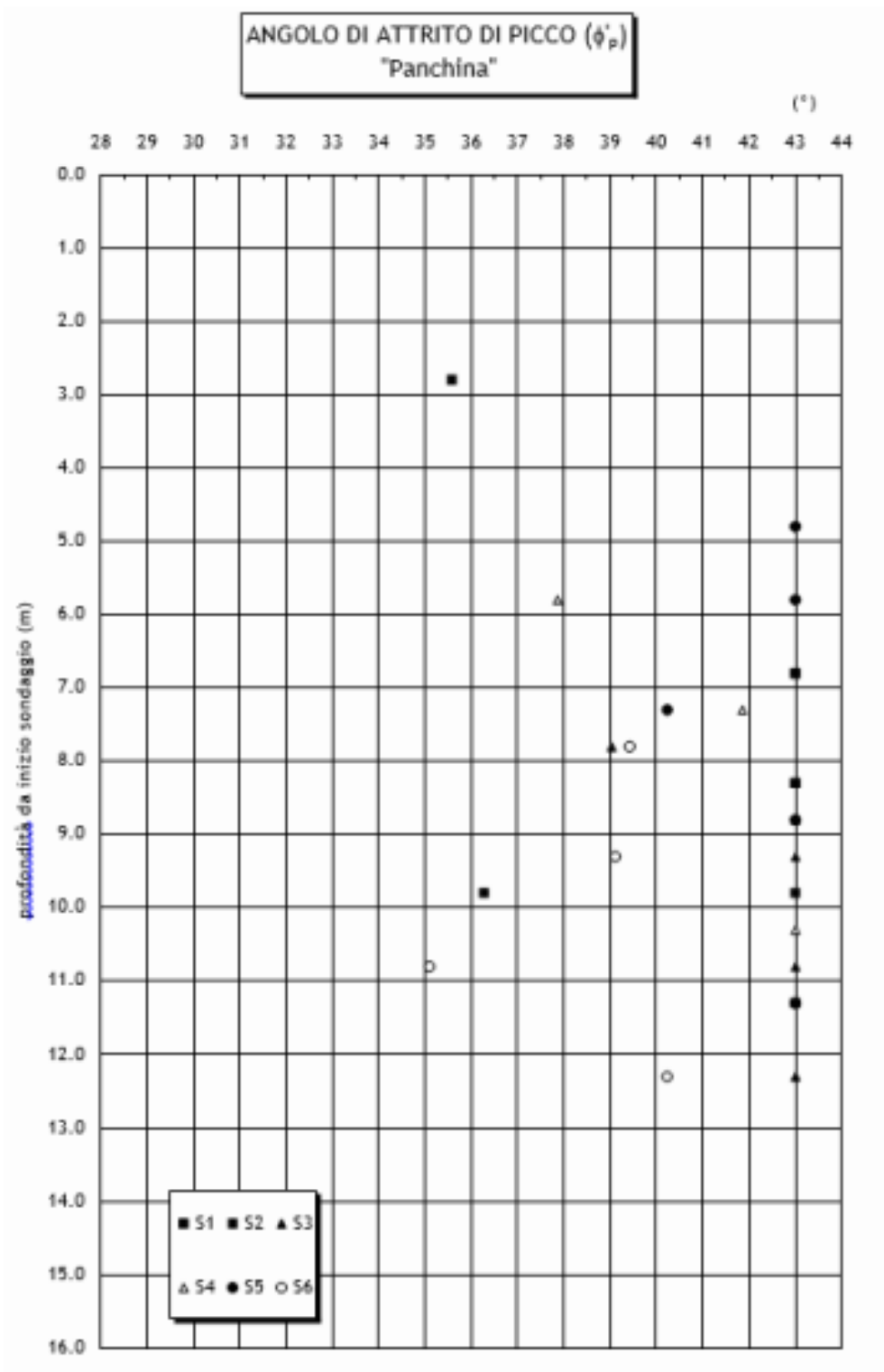
Durante l'esecuzione dei sondaggi eseguiti nelle varie campagne sono state effettuate in avanzamento prove penetrometriche dinamiche standard Spt a fondo foro.

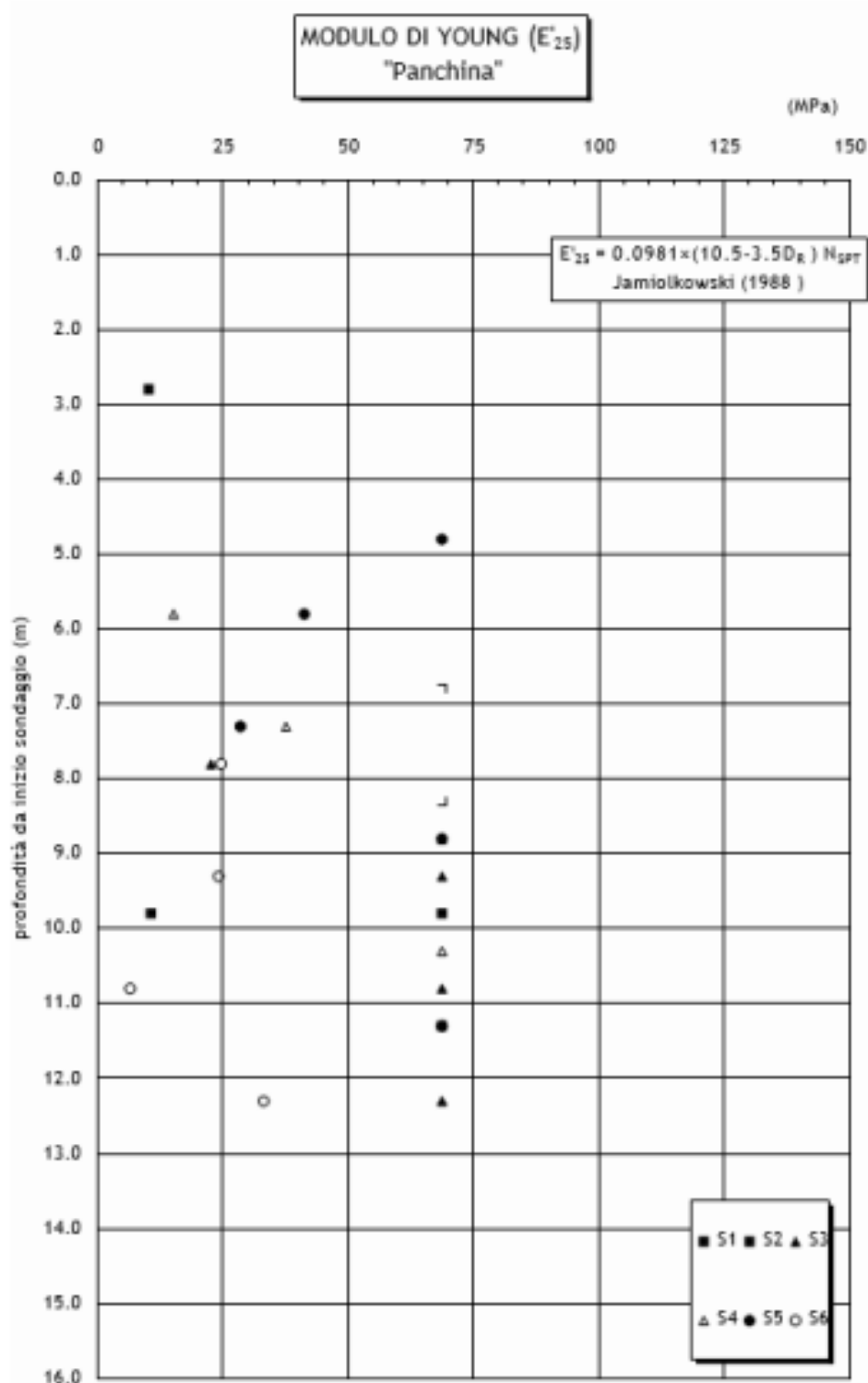
Nel grafico successivo si riportano i valori relativi agli strati di natura più granulare per cui le correlazioni geotecniche hanno maggior validità.



Dalle consolidate correlazioni di letteratura che legano i dati N_{spt} alle varie caratteristiche geomeccaniche, si possono ottenere: la densità relativa, l'angolo di resistenza a taglio efficace, ed il modulo elastico. Applicando le correlazioni previste in letteratura ai valori di N_{spt} riscontrati si ottengono i seguenti grafici.







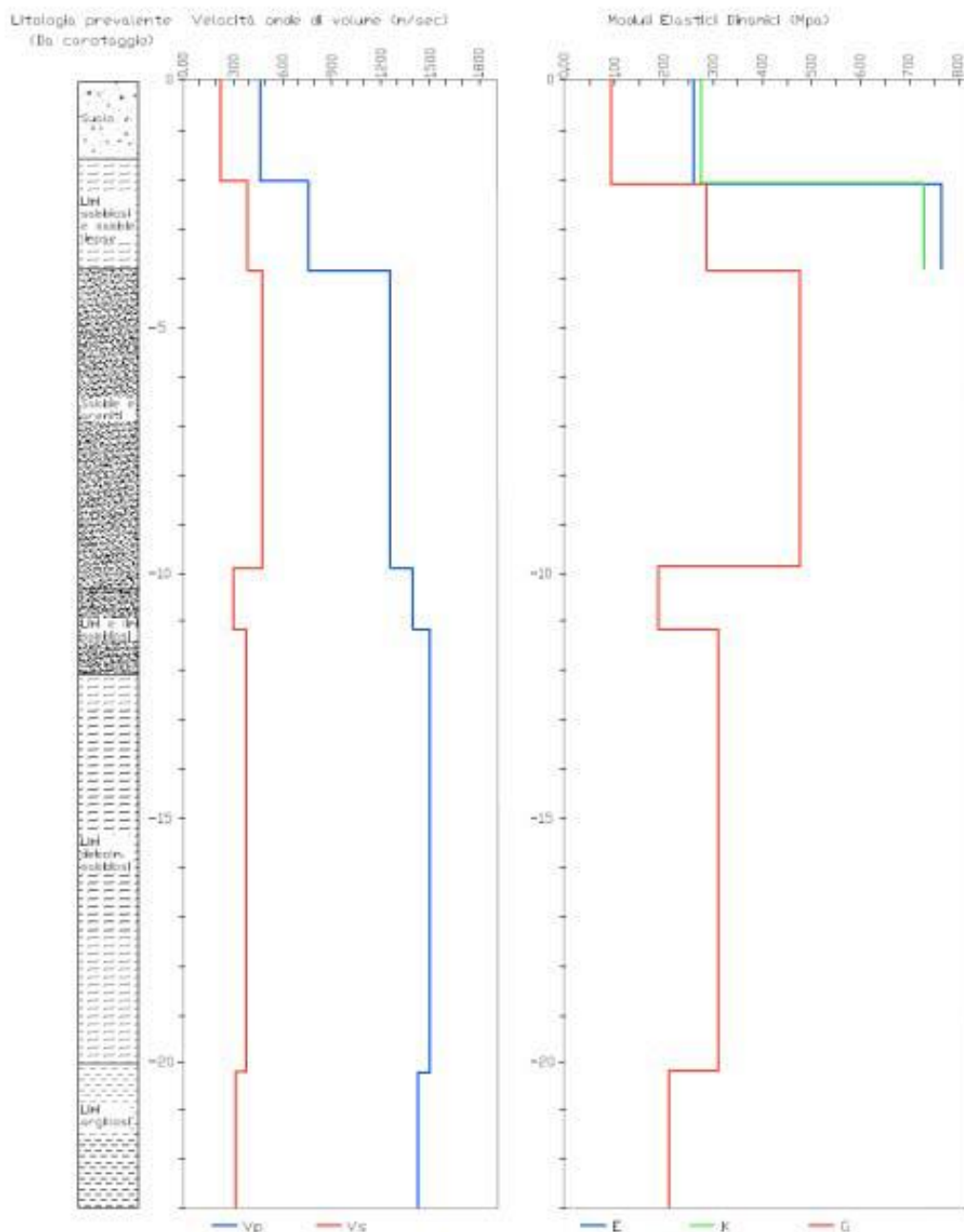
10. INDAGINI GEOFISICHE

La campagna di indagini del novembre 2005 ha previsto una prova down-hole nel sondaggio SG1. I risultati della prova down-hole sono illustrati nella relazione geotecnica dell'Ing. Garassino e definiscono una velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri pari a $V_{s30} = 110.4$ m/s.

Nelle successive indagini geofisiche eseguite dalla SOIL srl nel 2008, sono state effettuate due tipologie di prove:

N.1 prova down-hole per la determinazione delle onde di volume di compressione e di taglio eseguita in corrispondenza del foro del sondaggio SL1. La prova down-hole SL1 è stata eseguita fino ad una profondità di 23 metri, quindi non conforme alla profondità minima di norma, ed ha fornito valori delle velocità di taglio sempre comprese (ad esclusione dei primi due metri superficiali) fra 300 m/s e 450 m/s.

La stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio ottenuta nella prospezione condotta è mostrata nel grafico seguente.



N.2 prospezioni di superficie MASW mediante acquisizioni su array geofonici finalizzati alla determinazione delle velocità delle onde di taglio fino a 30÷40 m di profondità, mediante la tecnica dell'analisi della dispersione delle velocità delle onde superficiali di tipo Rayleigh.

Le prove sismiche superficiali MASW eseguite hanno fornito valori della velocità di taglio pari a:

Vs30 = 387 m/s nella MASW1 Vs30 = 397 m/s nella MASW2

I valori di tali prove sismiche sono quindi assai differenti fra loro. Si sottolinea in ogni caso che, essendo il substrato (calcareniti di Gravina) presente ad una profondità maggiore di 30 metri, il valore V_s eq previsto dalle NTC2018 corrisponde al valore V_{s30} .

11. PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati campioni, rimaneggiati ed indisturbati, su cui sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

CAMPIONI RIMANEGGIATI:

- apertura e descrizione dei campioni;
- caratterizzazione granulometrica dei campioni (setacciatura e aerometria).

I valori riportati nella tabella sottostante evidenziano che lo strato di "Panchina" (strato 2/P) è caratterizzato da contenuti di fine circa doppi rispetto alla media degli strati soprastanti.

Prove di Laboratorio			Rimaneggiati													
SONDAGGIO	(n°)		S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4	S5	S5	S6
CAMPIONE	(n°)		SPT2	SPT4	SPT6	SPT7	SPT8	SPT2	SPT5	CR1	SPT2	SPT2	CR1	CR1	SPT4	CR1
PROFONDITA'	(m da p.c.)		6.50	9.50	21.00	27.00	33.00	6.50	11.00	2.35	7.50	5.50	12.00	3.00	7.00	3.00
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE																
Umidità naturale	[W _n]	(%)			34.46											
Peso di volume	[G _v]	(kN/m³)														
Densità secca	[G _s]	(kN/m³)														
Peso specifico dei grani	[G _s]	(kN/m³)			2.67	2.69	2.67			2.70			2.70	2.65		2.67
Indice dei vuoti	[e]	(-)														
Porosità	[n]	(%)														
Umidità di saturazione	[W _s]	(%)														
Grado di saturazione	[S]	(-)														
CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE																
Ciotoli	[C]	(%)	0.00					0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ghiaia	[G]	(%)	38.72	39.81	1.17	31.29	3.56	19.38	67.58	21.31		3.19	0.01	17.13	49.83	28.04
Sabbia	[S]	(%)	37.58	46.98				58.42	23.60	31.25		69.01	21.19	35.92	25.29	39.00
Limo	[L]	(%)			69.18	56.76	70.85			40.86			61.58	46.01		30.99
Argilla	[A]	(%)	23.70	13.21	29.65	11.95	25.59	22.20	8.82	6.58		27.80	17.22	0.94	24.88	1.97
LIMITI DI ATTERBERG																
Limite Liquido	[LL]	(%)			25.74	28.10	33.10							25.68		
Limite Plastico	[LP]	(%)			24.11	22.28	18.30							25.50		
Indice Plastico	[IP]	(%)			1.63	5.82	14.80							0.18		
Indice di consistenza	[Ic]	(-)			-5.35											
CLASSIFICAZIONE USCS																
CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006																

CAMPIONI INDISTURBATI:

- apertura e descrizione dei campioni;
- caratterizzazione granulometrica dei campioni (setacciatura e aerometria);
- prove di classificazione (peso di volume, contenuto d'acqua, limiti di Atterberg);
- prove di resistenza ELL;
- prove di taglio diretto;
- prove edometriche.

Nelle tabelle seguenti sono raccolti tutti i risultati ottenuti per i campioni indisturbati.

Prove di Laboratorio			Indisturbati									
SONDAGGIO	(n°)		S1	S1	S2	S2	S3	S4	S4	S5	S5	S6
CAMPIONE	(n°)		C1	C2	C1	C2	C1	C1	C2	C1	C2	C1
PROFONDITA'	(m da p.c.)		3.00	16.00	2.00	15.00	2.50	3.00	15.00	4.00	16.00	2.00
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE												
Umidità naturale	[W _n]	(%)	15.56	22.42	16.58	26.10	12.45	11.04	26.15	13.84	25.64	18.35
Peso di volume	[γ _v]	(kN/m³)	19.30	20.70	19.90	20.30	17.30	18.00	20.40	19.80	20.30	18.80
Densità secca	[γ _d]	(kN/m³)	16.70	16.90	16.90	16.00	14.90	15.30	16.20	17.60	16.10	15.70
Peso specifico dei grani	[G _s]	(kN/m³)	27.00	27.01	27.02	27.04	26.89	26.82	27.03	26.60	27.11	26.80
Indice dei vuoti	[e]	(-)	0.62	0.60	0.60	0.69	0.80	0.75	0.67	0.51	0.68	0.71
Porosità	[n]	(%)	38.15	37.43	37.45	40.83	44.59	42.95	40.07	33.83	40.61	41.42
Umidità di saturazione	[W _s]	(%)	22.84	22.15	22.16	25.52	29.93	28.07	24.73	19.22	25.23	26.38
Grado di saturazione	[S]	(-)	0.68	1.01	0.75	1.02	0.42	0.39	1.06	0.72	1.02	0.70
CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE												
Ciottoli	[C]	(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ghiaia	[G]	(%)	58.40	0.01	38.92	0.23	50.46	40.35	0.02	1.72	0.02	40.04
Sabbia	[S]	(%)	21.93	9.37	27.88	19.76	26.30	28.90	14.23	79.31	11.52	31.01
Limo	[L]	(%)	19.67	78.03	29.91	68.90	20.47	30.14	73.84	17.45	79.70	25.49
Argilla	[A]	(%)	0.00	12.59	3.29	11.11	2.77	0.61	11.91	1.52	8.76	3.46
LIMITI DI ATTERBERG												
Limite Liquido	[LL]	(%)	29.36	26.88	31.77	27.07			26.74		25.74	
Limite Plastico	[LP]	(%)	20.81	25.52	18.67	26.61			26.57		23.72	
Indice Plastico	[IP]	(%)	8.55	1.36	13.10	0.46			0.17		2.02	
Indice di consistenza	[IC]	(-)	1.61	3.28	1.16	2.11			3.48		0.05	
CLASSIFICAZIONE USCS												
CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006												
RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA												
c _u (ELL)	[c _u]	(kPa)		61.50				30.00	55.00		35.50	
c _u (TX-UU)	[c _u]	(kPa)		55.00								
c _u (TX-CIU)	[c _u]	(kPa)										
TAGLIO DIRETTO												
c' - di picco		(kPa)								0		
γ' - di picco		(°)								28		
PROVA EDOMETRICA												
Pressione verticale in sito	[σ _{v0}]	(kPa)		204.0			47.5					
Pressione di preconsolidazione	[σ _p]	(kPa)		250.0			70.0					
Modulo edometrico	[E _{ed}]	(MPa)		17.00			1.33					
Rapporto di compressione	[CR]	(%)		0.320			0.109					
Rapporto di ricomprensione	[RR]	(%)		0.010			0.009					
Coeff. Consolid.	[C _v]	(cm²/sec)		7.60E-04			3.98E-03					
Permeabilità	[k]	(cm/sec)		4.33E-09			3.86E-07					
OCR	[OCR]	(-)		1.2			1.5					
c _u (OCR)		(kPa)		55.2			14.9					
c _u (NC)		(kPa)		44.9			10.5					

12. MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico di sottosuolo del sito di progetto, definito sulla base delle indagini geognostiche descritte al Paragrafo 7 del presente documento può essere così sintetizzato:

R – Unità dei riporti antropici recenti - È presente negli strati più superficiali del sottosuolo e in corrispondenza del sito di progetto si rileva fino alla quota assoluta di -1.5 m s.l.m. L'unità è costituita da riporti e riempimenti di natura antropica messi in posto nel corso della costruzione delle strutture impiantistiche attualmente presenti, in particolare del serbatoio di cui è prevista la demolizione.

LS – Unità dei limi sabbiosi superficiali - L'unità è costituita da depositi fini a prevalente granulometria limoso-sabbiosa con noduli calcitici compresi tra quota -1,5 e -4,0 m da pc. Tale strato può essere considerato di alterazione e passaggio alla sottostante panchina.

P - Unità "Panchina" formata da due sottostrati:

P1) alternanze di livelli sabbiosi cementati e sabbia giallastra incoerente. Spessore e consistenza delle cementazioni sono casuali. Va da quota -4.0 a quota -11.5 metri.

P2) Panchina di composizione analoga allo strato soprastante, ma scarsissimi livelli cementati, strato di transizione alla sottostante formazione di base di natura coesiva. Va da -11.5 metri a circa -13.0 m da p.c.

AG - Unità Argille "calabriane" - L'unità di colore grigio-azzurro, costituita da argille e limi da compatti da molto compatti che verso l'alto vanno arricchendosi di sabbia fina. La loro consistenza è crescente con la profondità. L'unità è stata rilevata da -13.0 metri fino al fondo foro di profondità maggiore pari a -35.0 m dal p.c.

13. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

I parametri geotecnici dei terreni sono stati calcolati mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove SPT eseguite nell'area, integrate con i risultati delle prove di laboratorio disponibili.

Le elaborazioni delle prove SPT eseguite nelle perforazioni di sondaggio sono mostrate nel Paragrafo 7, dove sono riportati, in funzione della profondità i valori di NSPT misurati, i valori di NSPT corretti in funzione del confinamento laterale (N_1), i valori calcolati di resistenza dinamica, densità relativa e angolo di attrito di picco, modulo di Young dei terreni granulari, oltre ai valori di resistenza alla punta, coesione non drenata e modulo edometrico dei terreni coesivi.

Si precisa che la determinazione dei parametri geotecnici di riferimento dei terreni in esame è stata condotta mediante elaborazione statistica di tutti i dati disponibili, che ha permesso di determinare i principali elementi di statistica descrittiva della popolazione di dati, espressi da media, valore caratteristico e deviazione standard. In particolare, la variabilità statistica dei parametri fisici, delle velocità di propagazione delle onde di taglio, della resistenza alla penetrazione standard e dei parametri di resistenza e deformabilità è espressa da distribuzioni attorno alla media (valore caratteristico inferiore – valore caratteristico superiore). In merito alla determinazione del valore caratteristico inferiore si precisa che in accordo ai più recenti orientamenti in campo geotecnico in luogo del valore espresso dal 5° percentile dei dati campionati, che risulta in genere eccessivamente cautelativo, si è fatto ricorso al metodo previsto dalla norma EN1990 che esprime tale valore a mezzo della seguente relazione:

$$x_k = x_m (1 - V_x/2)$$

con: x_k = valore caratteristico inferiore del parametro x

x_m = valore medio del parametro x

V_x = coefficiente di variazione del parametro x

Si trascura l'**Unità R** dei riporti perché nell'area destinata all'insediamento del nuovo impianto, il piano di posa delle fondazioni più profonde è ipotizzato alla profondità di -1,80 m, quindi in corrispondenza della sottostante unità LS.

Unità LS quota 1.5÷4.0 m da p.c.

- peso di volume totale: 19.0 kN/m³

- angolo di attrito: (30÷)32°

- modulo elastico: (5÷)10 MPa

Unità P1 quota 4.0÷11.5 m da p.c.

- peso di volume totale: 19.0 kN/m³

- angolo di attrito: 35° (prudenziale per le verifiche di capacità portante)

- modulo elastico: 30 MPa

Unità P2 quota 11.5÷13.0 m da p.c.

- peso di volume totale: 19.0 kN/m³

- angolo di attrito: 36°

- modulo elastico: 15 MPa

Unità AG quota 13.0÷50.0 m da p.c.

- peso di volume totale: 20.0 kN/m³

- coesione non drenata: 100.0 kPa

- modulo edometrico: $M = (0.6 \times z + 5.4)$ kPa dove z = profondità in metri da p.c.

- coesione efficace: $c' = 20.0$ kPa

- angolo di attrito efficace: 28°

Quota piezometrica di progetto:

- 0,65 m s.l.m. in corrispondenza di S2 (soggiacenza: 6.25 m da p.c.)

- 0,17 m s.l.m. in corrispondenza di S5 (soggiacenza: 6.75 m da p.c.)

In via conservativa, considerando un livello massimo della falda di 1 m s.l.m. in seguito ad eventuali escursioni stagionali, il franco da fondo scavo è di 3 m.

14. GIUDIZIO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTER-VENTO

Sulla base di tutto quanto esposto ai paragrafi precedenti della presente relazione, l'intervento in progetto risulta compatibile con l'assetto geologico sito specifico; la progettazione esecutiva dell'intervento dovrà tenere conto dell'assetto geologico, geotecnico ed idrogeologico di sito definito in questa sede.

Grosseto, 15 Settembre 2020

Il geologo

Geol. Thalita Sodi