

**AUTOSTRADA A2 "MEDITERRANEA"  
COLLEGAMENTO PORTO GIOIA TAURO GATE SUD CON  
AUTOSTRADA A2 - LOTTO 1 E LOTTO 2**

**DG 54/17 LOTTO 1**

**COD. UC165**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COD. UC167**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:** R.T.I.: INTEGRA CONSORZIO STABILE (capogruppo mandataria)  
Prometeoengineering.it S.r.l. - Dott. Geol. Andrea Rondinara

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**  
Prof. Ing. Franco BRAGA (Integra Consorzio Stabile)

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**



Direttore Tecnico:  
Prof. Ing. Franco Braga

**GEOLOGO:**  
Dott. Geol. A. CANESSA (Prometeoengineering.it S.r.l.)

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**  
Dott. Ing. Alessandro Orsini (Integra Consorzio Stabile)

**MANDANTI:**



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**  
Dott. Ing. Giuseppe Danilo Malgeri

Dott. Geol. Andrea Rondinara

**02 - STUDI GENERALI  
02.03 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA  
Piano delle indagini geognostiche e geofisiche**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO		T00SG00GETRE01_A			
DPUC0165	LIV. PROG.	CODICE ELAB.	T00SG00GETRE01	A	-
DPUC0167	N. PROG.				
	D				
	21				
A	EMISSIONE	Settembre 2022	Citterio	Salcuni	Focaracci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>5</b>
	4.1 Sondaggi geognostici.....	5
	4.2 Prove in situ .....	6
	4.3 Prove di laboratorio.....	7
	4.4 Indagini geofisiche .....	7
	4.4.1 Sismica a rifrazione .....	7
	4.4.2 MASW .....	8
	4.4.3 HVSR.....	8
<b>5</b>	<b>RACCOMANDAZIONI.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI .....</b>	<b>11</b>
	6.1 Campionamenti ambientali.....	11
	6.2 Campionamenti acque sotterranee .....	13
	6.3 Analisi di laboratorio ambientale.....	13
<b>7</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>15</b>
	7.1 Report di sintesi piano di indagine.....	15

## 1 INTRODUZIONE

La presente nota illustra l'approccio metodologico che è stato seguito per la redazione della proposta di indagini geognostiche e delle indagini di caratterizzazione ambientale dei terreni necessarie per la progettazione definitiva del tratto in oggetto.

Nell'ambito del percorso che porterà alla produzione del progetto definitivo completo, per valutare la compatibilità delle opere stradali con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche e geotecniche dall'area, è stata programmata una mirata campagna di indagini volta a ricostruire lo specifico modello geologico e geotecnico del sottosuolo.

Le proposte indagini sono distribuite in relazione all'estensione areale delle varie unità geologiche che caratterizzano il territorio di intervento.

Inoltre si prevede il prelievo di campioni ambientali per la caratterizzazione delle terre di scavo ai sensi del D.P.R. n°120/2017, nonché per la loro ammissibilità in impianto di recupero e/o discarica e ai fini della determinazione dell'aggressività al calcestruzzo.

La proposta è illustrata e sintetizzata nelle seguenti tavole con l'ubicazione delle indagini lungo il tracciato:

- Elab. T00SG00GETPU01A - STUDI E INDAGINI GEOGNOSTICHE - Planimetria ubicazione indagini di Prima Fase – Tav. 1 di 2 in scala 1:2.000
- Elab. T00SG00GETPU02A - STUDI E INDAGINI GEOGNOSTICHE - Planimetria ubicazione indagini di Prima Fase – Tav. 2 di 2 in scala 1:2.000

Per completezza, la planimetria del tracciato è sovrapposta alla Carta Geologica.

## 2 APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Una volta condivisa con ANAS la proposta del RTP, la documentazione sarà integrata con la redazione della "Relazione per la richiesta delle indagini geognostiche", con i dettagli e le indicazioni da condividere con l'impresa esecutrice. La proposta di indagine in oggetto è stata redatta tenendo in considerazione:

- la necessità di ottenere informazioni sui contatti stratigrafici lungo il tracciato, in modo da permettere una opportuna ricostruzione del profilo geologico e geotecnico;
- la necessità di ottenere i dati geotecnici per il dimensionamento delle opere, in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente, comprese le indagini sismiche per la definizione dell'input sismico di progetto e il posizionamento dei piezometri per ricostruire il regime delle pressioni interstiziali;
- la considerazione della natura eterogenea dei terreni, per i quali sembrerebbe prevalere la presenza della facies granulare, in cui potrebbe essere problematico il prelievo dei campioni indisturbato; si è pertanto ritenuto importante prevedere un numero elevato di prove penetrometriche dinamiche (SPT) che, considerata la tipica dispersione dei risultati di queste prove, consenta di cogliere il comportamento complessivo dei terreni;
- la necessità di disporre di un numero adeguato di pozzetti, di natura geognostica, finalizzati a individuare gli spessori dello scotico e quantificare la portanza del sottofondo in presenza di rilevati.
- la necessità di acquisire, oltre alle risultanze delle indagini di tipo puntuale, di informazioni geognostiche a carattere lineare prevedendo pertanto specifiche indagini geofisiche.

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Secondo la carta geologica di progetto, si registra la presenza di terreni sciolti che rappresentano il sottofondo stradale fino a una profondità sicuramente superiore rispetto alla profondità di interazione dell'opera.

I terreni sciolti sono qui rappresentati da depositi costieri attuali (*R1 ed R2 – depositi eolici e spiagge attuali*), e da depositi pleistocenici (*R4 – detriti e alluvioni terrazzate*), comprese le loro rispettive coltri di alterazione superficiale, dovute al rimaneggiamento nella zona agricola e periurbana, presentano granulometrie da grossolane (*pietrischi*) verso il basso, a medie (*sabbie*) a fini (*in sottili straterelli siltitici*).

Tale variabilità si manifesta con un locale scadimento delle caratteristiche geotecniche, sia in senso verticale che orizzontale, soprattutto dovuto alle diverse permeabilità.

Nella figura seguente si può notare un dettaglio della parte bassa della formazione *R4* che affiora estesamente in tutto il bacino di sedimentazione dal versante tirrenico fino alle pendici dell'Aspromonte.



**Figura 1: Immagine tratta dalle note alla carta geologica del progetto Carg**

La formazione, è costituita prevalentemente da sabbie bruno-giallastre di conoide alluvionale, i sedimenti sono caratterizzati da significative eteropie di facies latero-verticali; i clasti sono eterometrici, poco arrotondati con diametro variabile, la matrice è sabbiosa e talora sabbioso-siltosa. Talvolta sono presenti sottili livelli di sabbie argilloso-terrose che si alternano a sabbie ciottolose, le sabbie grossolane sono talora stratificate con livelli pelitici. L'andamento variabile dei depositi non è riconducibile a nessun tipo di stratificazione, le variazioni laterali non sono connesse con lenti o spessori variabili e presentano diverso comportamento geotecnico e diversa permeabilità, nonché diversi andamenti freatici.

## 4 CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di definire il profilo di progetto con un opportuno grado di dettaglio lungo tutto l'asse del tracciato dell'opera, che evidenzii maggiormente i diversi contatti tra i depositi alluvionali pleistocenici interni e le formazioni costiere di epoca attuale, compresi i livelli intermedi e lenticolari e le diverse proprietà geotecniche e fisico-meccaniche si prevede l'esecuzione di un piano di indagini articolato come descritto nel seguito.

### 4.1 Sondaggi geognostici

I sondaggi geognostici consentiranno di ricostruire l'andamento delle variabilità stratigrafica sia in senso laterale che in senso verticale. Si prevedono nello specifico:

- n.6 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino ad una profondità media di 30 metri dal piano campagna, da eseguire con doppio carotiere, in corrispondenza delle opere d'arte, attrezzati con piezometro (n. 3) o con tubo per prova sismica Down – Hole (n. 3).
- n.5 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino ad una profondità media di 20 metri dal piano campagna, da eseguire con doppio carotiere, attrezzati con piezometro (n. 4) o con tubo per prova sismica Down – Hole (n. 1).
- l'installazione di piezometri di Casagrande, da inserire alla quota superiore della falda freatica che sarà individuata caso per caso,
- l'installazione di piezometri a tubo aperto, dove misurare frequentemente le oscillazioni freatiche, in corrispondenza di eventi piovosi e di variazioni dei livelli idrici nei torrenti che drenano da est verso ovest, dei canali di drenaggio dei terreni agricoli e negli impluvi,
- la ricostruzione in sito delle cassette di sondaggio e il prelievo di almeno 4/5 campioni per ogni sondaggio, indisturbati e di volume significativo per le prove previste, presi a diverse profondità, per ogni tipologia di terreno presente nel sondaggio.

n.	Sondaggio	Opera rif.	Pk	Lunghezza [m]	Piezometro	Down-hole
1	S01-PZ	TR01	0+200	30	X	
2	S02-PZ	SL01	0+400	30	X	
3	S03-DH	SL02	0+660	30		X
4	S04-DH	SL02	0+730	30		X
5	S05-PZ	TR03	1+090	20	X	
6	S06-PZ	RI01	1+300	20	X	
7	S07-PZ	RI01	1+700	20	X	
8	S08-DH	VI01	2+400	30		X
9	S09-PZ	VI01	2+600	30	X	
10	S10-PZ	RI01	1+300	20	X	
11	S11-DH	RI03	2+715	20		X
L <sub>tot</sub> = 280 m					N. Piez. = 7	N. DH = 4

**Tabella 1 – riepilogo sondaggi geognostici**

## 4.2 Prove in situ

Per la caratterizzazione dei terreni, è prevista l'esecuzione delle seguenti prove in situ:

- prove SPT ogni 3.00 m per ogni sondaggio (resistenza al taglio);
- n.5 prove penetrometriche dinamiche, che dovranno essere spinte sino almeno a 30.00 m o a rifiuto, e quindi devono prevedere un contrasto di 20 t.
- prove dilatometriche, che permettono una misura diretta di un parametro di deformabilità, recando il minimo disturbo al terreno;
- prove di permeabilità di tipo Lefranc (in situ, anche in prossimità del tracciato),
- N. 11 pozzetti esplorativi (n.8 nei tratti in rilevato, n.1 nel tratto in trincea, n.1 in corrispondenza del collegamento con la SS18, n.1 in corrispondenza della rotatoria di fine lotto) in modo da permettere la ricostruzione degli spessori della coltre vegetale e di dare informazioni sulla capacità portante degli strati di posa dei rilevati. A tal fine, in ogni pozzetto si prevede:
  - uno scavo di almeno 3.00 m con prelievo di N. 3 campioni per analisi granulometrica (0.60 – 0.80 m; 1.50 – 1.80 m);
  - n. 1 prova di carico su piastra per ciascun pozzetto, da effettuarsi alle profondità più prossime al piano di posa del corpo stradale (nel caso di rilevato dopo lo scotico, nel caso di trincea in prossimità del fondo scavo).

n.	Sondaggio	Opera rif.	Pk	Lunghezza [m]
1	DPSH-01	VI01	2+550	30
2	DPSH -02	VI01	2+480	30
3	DPSH -03	RI01	1+500	20
4	DPSH -04	SL03	0+870	20
5	DPSH -05	SL02	0+600	30

$L_{tot} = 130 \text{ m}$

**Tabella 2 – riepilogo DPSH**

n.	Sondaggio	Opera rif.	Pk
1	POZZ-01	RI01	2+300
2	POZZ-02	RI01	2+100
3	POZZ-03	RI01	1+900
4	POZZ-04	RI01	1+700
5	POZZ-05	RI01	1+550
6	POZZ-06	TR01	1+350
7	POZZ-07	RI02	3+890
8	POZZ-08	RI03	2+600
9	POZZ-09	RI04	2+850
10	POZZ-10	RO02	0+870
11	POZZ-11	RO01	0+050

**Tabella 3 – riepilogo pozzetti**

### 4.3 Prove di laboratorio

Per la caratterizzazione dei terreni, sono previste prove geotecniche di laboratorio certificate sui campioni prelevati, di tipo:

- prove granulometriche sui terreni sciolti, ghiaie sabbie limi e argille;
- prove di taglio drenato / non drenato (coesione);
- prove di compressione triassiali (permeabilità) ed edometriche (rigonfiamento, compressibilità);

### 4.4 Indagini geofisiche

#### 4.4.1 Sismica a rifrazione

Al fine di poter verificare integrare i dati geologici e geotecnici derivati dai sondaggi puntuali con valutazioni di tipo areale si prevede l'esecuzione di n.3 stendimenti sismici a rifrazione in onde P e SH. Tale metodologia si basa sull'analisi dei tempi di arrivo delle onde rifratte (*first breaks*) che,

opportunamente elaborati, permetteranno di individuare in profondità strati con caratteristiche meccaniche migliori e di risalire ai moduli elastici dinamici dei terreni investigati.

n.	Sondaggio	L [m]
1	SR-01	250
2	SR-02	460
3	SR-03	340
3	SR-04	70

**Tabella 4 – riepilogo indagini sismiche**

#### 4.4.2 MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. In questo metodo le onde superficiali generate in un punto, sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori che permettono di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, dando così, informazioni sui primi 30m-50m di profondità di indagine, in funzione della rigidità del suolo.

n.	Sondaggio	L [m]
1	MASW-01	180
2	MASW-02	90
3	MASW-03	250

**Tabella 5 – riepilogo indagini MASW**

#### 4.4.3 HVSR

L'indagine HVSR è una tecnica di indagine di sismica passiva a stazione singola, non invasiva, finalizzata a determinare alcune caratteristiche dei depositi sedimentari superficiali e più in particolare allo studio delle frequenze di risonanza dei terreni, caratteristica molto importante per valutare gli effetti di sito in presenza di potenziali eventi sismici. Lo scopo della prova è la microzonazione sismica, tramite l'osservazione dei picchi di frequenza, la stima della  $V_{s,eq}$  e la stima della profondità delle discontinuità del substrato.

La prova è prevista in corrispondenza dei sondaggi S04 e S09.

## 5 RACCOMANDAZIONI

In base alle indagini proposte si suggeriscono le seguenti ulteriori raccomandazioni rispetto a quanto previsto dal capitolato speciale ANAS per le indagini geotecniche:

In generale si raccomanda di:

- procedere prima alla realizzazione della campagna di prove CPTU, DMT e con un minimo di distanza temporale alla partenza della campagna di sondaggi a carotaggio continuo. Questo permetterà di valutare ed eventualmente aggiornare in corso d'opera la disposizione e la tipologia delle indagini.
- registrare in tutti i sondaggi il livello di falda incontrato durante la perforazione.

In merito alla prova dilatometrica:

- Il dilatometro sarà spinto verticalmente nel terreno arrestando la penetrazione ad intervalli di 20 cm per l'esecuzione delle misure. Durante l'infissione il segnale acustico (o audiovisivo) sarà sempre attivato e la valvola di sfiato dovrà essere aperta. Raggiunta la quota di prova, si arresta l'infissione e si scarica la spinta sulle aste. Entro 20 secondi dall'arresto si invia gas alla membrana misurando, tramite la centralina elettropneumatica di superficie: la pressione alla quale si ha il distacco della membrana (lettura A – il segnale cessa), da rilevarsi a circa 15 secondi dall'inizio della immissione del gas; – la pressione necessaria per espandere di 1.1 mm il centro della membrana (lettura B – il segnale si riattiva), da rilevarsi a circa 15 secondi dalla lettura A. Se richiesto, verrà anche misurato ed annotato il valore C della pressione che agisce sulla membrana quando, durante lo scarico del gas (dapprima immesso per ottenere le letture A e B), la membrana si richiude sulla posizione A di riposo riattivando il segnale acustico (pressione di "richiusura" o closing pressure). Il tempo di scarico deve essere di circa 30 secondi. Qualora la natura del terreno impedisca l'infissione del dilatometro fino alla profondità prefissata, si devono estrarre aste e dilatometro, si deve eseguire un preforo di diametro adeguato (ad es. 100 mm) fino alla profondità prescritta, quindi si re-immette il dilatometro per proseguire la prova.

In merito alla prova DPSH:

- Il dispositivo di spinta (20t) deve essere ancorato e/o zavorrato adeguatamente in modo tale da poter usufruire per intero della propria capacità di spinta totale
- La prova sarà eseguita fino alla profondità definita dal programma delle indagini, o interrotta per rifiuto in uno dei seguenti casi: raggiungimento del fondo scala per uno dei sensori relativi a resistenza qc. fs o pressione interstiziale; raggiungimento della massima capacità di spinta del penetrometro; deviazione della punta della verticale di 10°, se repentina, o di 15° se progressiva. Nel caso di rifiuto sarà predisposta la ripresa della prova dopo preforo a quota maggiore di 1m rispetto a quella dell'interruzione della prova stessa.

Prelievo di campioni indisturbati:

- Di seguito lo schema di prelievo per i campioni indisturbati e rimaneggiati

**Definizione di classi di qualità secondo AGI (1977) e EC7 (1997)**

Caratteristiche geotecniche determinabili	Costituzione		Proprietà fisiche		Proprietà meccaniche	
	AGI	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
	EC7	C		B		A
Profilo stratigrafico <sup>1</sup>		*	*	*	*	*
Composizione granulometrica <sup>2</sup>			*	*	*	*
Contenuto d'acqua naturale <sup>3</sup>				*	*	*
Peso dell'unità di volume <sup>4</sup>					*	*
Caratteristiche meccaniche <sup>5</sup>						*
				Campioni rimaneggiati	A disturbo limitato	Indisturbati

**Classi di qualità ottenibili con vari campionatori (AGI, 1977)**

Tipo di campionatore	Tipo di terreno				
	Grana fine			Grana grossa	
	Poco consistenti	Mediamente consistenti	Molto consistenti	Fuori falda	In falda
A parete grossa infisso a percussione	-	Q3 (4)	Q2 (3)	Q2	Q1
A parete sottile infisso a percussione	Q3	Q4	Q3 (4)	Q3	Q2
A parete sottile infisso a pressione	Q4	Q5	Q5 *	Q3	Q2
A pistone infisso a pressione	Q5	Q5	-	Q3 (4)	Q2 (3)
A rotazione a doppia parete con scarpa avanzata	-	-	Q5	-	-

In grigio: tecnica di prelievo ottimale per il tipo di terreno

Tra parentesi: qualità ottenibili con campionamento molto accurato

\* → Può risultare impossibile prelevare campioni di adeguata lunghezza

## 6 CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI

Nell'ambito delle indagini e studi a supporto della progettazione saranno condotte delle attività di campionamento di terreno e acqua di falda ai fini della caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017 nonché per la loro ammissibilità in impianto di recupero e/o discarica e ai fini della determinazione dell'aggressività al calcestruzzo.

### 6.1 Campionamenti ambientali

In corrispondenza di alcune verticali di sondaggio e di alcuni pozzetti geognostici si prevede il prelievo di campioni ambientali per la caratterizzazione delle terre di scavo ai sensi del D.P.R. n°120/2017.

E' previsto il campionamento a varie profondità utilizzando i seguenti sondaggi geognostici:

- S01-PZ
- S04-DH
- S07-PZ
- S08-DH
- S09-PZ
- POZZ-04
- POZZ-06
- POZZ-07
- POZZ-08
- POZZ-09
- POZZ-10

In ciascuno dei suddetti sondaggi/pozzetti, si prevede di prelevare da 1 a 3 campioni per sondaggio come da seguente tabella:

Punto di campionamento	Ca-01	Ca-02	Ca-03	Ca-04	Ca-05	Ca-06
S09-PZ	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	2,00 ÷ 3,00	0,00 ÷ 1,00	4,00 ÷ 5,00	10,00 ÷ 11,00
S08-DH	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	2,00 ÷ 3,00	0,00 ÷ 1,00	5,00 ÷ 6,00	9,00 ÷ 10,00
S07-PZ	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	-	-	-	-
S04-DH	1,00 ÷ 2,00	5,00 ÷ 6,00	6,00 ÷ 7,00	-	-	-
S01-PZ	0,00 ÷ 1,00	4,00 ÷ 5,00	9,00 ÷ 10,00	-	-	-
POZZ-04	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	-	-	-	-
POZZ-06	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	-	-	-	-
POZZ-07	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	-	-	-	-
POZZ-08	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	-	-	-	-
POZZ-09	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00	-	-	-	-
POZZ-10	0,00 ÷ 1,00	1,00 ÷ 2,00				

**Tabella 6 – Campioni per indagini ambientali lungo il tracciato**

Complessivamente, in corrispondenza dei sondaggi/pozzetti geognostici, si prevede di prelevare n°32 campioni.

Per tutti i campioni dovrà essere prelevata 1 aliquota di prodotto passante al setaccio  $\emptyset$  2 cm. Per i campioni per i quali è prevista anche l'Omologa rifiuti ed il Test di cessione saranno prelevate anche aliquote di prodotto "tal quale".

Inoltre, sono previsti nr. 16 pozzetti superficiali (sigla Pz-Amb-nn) per la caratterizzazione dei terreni in corrispondenza delle future aree di deposito temporaneo delle terre da scavo in attesa di riutilizzo all'interno dello stesso progetto o di eventuale conferimento a recupero.

Al momento attuale, non essendo disponibile ancora il progetto della cantierizzazione con l'individuazione delle possibili aree di deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo, sono state ipotizzate nr. 3 aree:

- Inizio lotto: area di 4.000 mq per lo stoccaggio terre (4 punti di campionamento);
- Area compresa tra Ferrovia e SS 18: area di 10.000 mq per lo stoccaggio terre (6 punti di campionamento);
- Area nei pressi della A2: area di 1000 mq per lo stoccaggio terre (6 punti di campionamento).

I pozzetti sono stati distribuiti all'interno di aree più ampie rispetto alle superfici ipotizzate: al momento delle indagini, si avrà sicuramente già una bozza di progetto di cantierizzazione e sarà quindi possibile ubicare in modo più corretto i pozzetti previsti.

Per tutti i pozzetti (16) si prevede di prelevare un solo campionamento tra 0,00 m e 1,00 m ad eccezione dei pozzetti Pz-Amb-01, Pz-Amb-03 e Pz-Amb-04 per i quali sono previsti due campionamenti (tra 0,00 m e 1,00 m e tra 1,00 m e 2,00 m).

Nel dettaglio si riporta la seguente tabella con le profondità dei campionamenti.

Punto di campionamento	Ca-01	Ca-02
Pz-Amb-01	Tra 0,00 e 1,00 m	Tra 1,00 e 2,00 m
Pz-Amb-02	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-03	Tra 0,00 e 1,00 m	Tra 1,00 e 2,00 m
Pz-Amb-04	Tra 0,00 e 1,00 m	Tra 1,00 e 2,00 m
Pz-Amb-05	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-06	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-07	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-08	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-09	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-10	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-11	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-12	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-13	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-14	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-15	Tra 0,00 e 1,00 m	-
Pz-Amb-16	Tra 0,00 e 1,00 m	-

**Tabella 7 – Campioni per indagini ambientali sulle aree di stoccaggio temporaneo terre**

## 6.2 Campionamenti acque sotterranee

Nei sondaggi attrezzati con piezometro (S01-PZ, S03-PZ, S04-PZ, S08-PZ) saranno eseguiti campionamenti “dinamici” dell’acqua di falda (se presente), previo spurgo dell’acqua presente entro il tubo (circa 5 volumi).

I campioni di acqua prelevati saranno conservati in bottiglie scure munite di tappo a vite, della capacità di 1 litro, opportunamente etichettate per l’identificazione, e avviato a determinazioni chimiche per la caratterizzazione ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/06 (cfr. paragrafo successivo).

## 6.3 Analisi di laboratorio ambientale

Per quanto riguarda le analisi di laboratorio si prevede:

1) **Per nr. 45 campioni:** Analisi di caratterizzazione ambientale relativamente ai parametri indicati dalla Tabella 4.1 dell’Allegato 4 al DPR 120/2017:

- Metalli [As, Cd, Co, Cr totale, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn]
- Idrocarburi [C > 12]
- Amianto

2) **Per nr. 33 campioni:** Anche le analisi relative a:

- Aromatici organici [BTEX e Stirene]
- Aromatici policiclici [IPA]

3) **Nel caso di presenza di terreni di riporto:** si prevedono:

a. quantificazione in peso dei materiali di origine antropica presenti nel materiale di riporto con riferimento alla metodologia dell'Allegato 10 al DPR 120/2017;

b. Test di cessione sul materiale di riporto come previsto dalla normativa vigente;

4) **Su un totale di nr. 10 campioni:** Omologa per terre e rocce da scavo da smaltire come rifiuto sui campioni "tal quale" e Test di cessione all'acqua.

5) **Tutti i campioni di acqua di falda** prelevati saranno sottoposti ad analisi di laboratorio per i parametri indicati dalla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DPR 120/2017:

- Metalli [As, Cd, Co, Cr totale, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn]
- Idrocarburi totali [n-esano]
- Aromatici organici [BTEX]
- Aromatici policiclici [IPA]

Il laboratorio dovrà procedere nel rispetto delle metodiche di preparazione e tecniche analitiche più idonee per ottenere risultati raffrontabili con le CSC di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

5) **Su nr. 3 campioni dell'acqua di falda e su nr. 3 campioni di terreno** prelevati saranno sottoposti ad analisi di laboratorio per la verifica dell'Aggressività dell'acqua nel terreno al CLS e per la verifica dell'Aggressività del terreno al CLS.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle analisi ambientali da eseguire.

## 7 ALLEGATI

### 7.1 Report di sintesi piano di indagine

DETTAGLIO OPERA	TIPOLOGIA PROVA	CODICE			SONDAGGI a C.C.						PROVE DIRETTE			Strumentazione sondaggi			Pozzetti			PROVE DI LABORATORIO												
					LUNGHEZZA (m)	SPT	PRELIEVO CAMPIONI INDISTURBATI	PRELIEVO CAMPIONI RIMANEGGIATI	LEFRANC	PRESSIONI METRICHE	OPTU	DPSH	DILATOMETRICA	PIEZOMETRO TUBO APERTO	PIEZOMETRO CON CELLA DI CASAGRANDE	DOWNHOLE	PRELIEVO CAMPIONI	CAMPIONI CON FUSTELLA	PROVA DI CARICO SU PIASTRA	TERRE												
																				ELL	ROTS	TX UU	TX CU	TX CD	TAGLIO DIRETTO CD	TAGLIO RESIDUO	EDOMETRICA	GRANULOMETRIA	LIMITI ATTERBERG	PARAMETRI FISICI		
TR01	SONDAGGIO	S	01	PZ	30	5	2	3	2	5					20										1	1				5	1	5
RI03	SONDAGGIO	S	11	DH	20	5	2	3		5						20														5	1	5
SL01	SONDAGGIO	S	02	PZ	30	7	3	4	3	7				30																7	2	7
SL02	PENETROMETRICA	DPSH	05											30																		
SL02	SONDAGGIO	S	04	DH	30	7	3	4		7						30														7	2	7
SL02	SONDAGGIO	S	03	DH	30	7	3	4		7						30														7	2	7
SL03	PENETROMETRICA	DPSH	04											20																		
TR03	SONDAGGIO	S	05	PZ	20	5	2	3	2	5					20															5	1	5
R001	POZZETTO	POZZ	11															3			1											
R002	POZZETTO	POZZ	10															3			1											
TRI01	POZZETTO	POZZ	06															3			1											
RI01	SONDAGGIO	S	06	PZ	20	5	2	3	2	5					20															5	1	5
TRI01	POZZETTO	POZZ	05															3			1											
RI01	POZZETTO	POZZ	04															3			1											
RI01	PENETROMETRICA	DPSH	03											30																		







INDAGINI GEOFISICHE			
TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE			
CODICE		PROFONDITA' OBIETTIVO (m)	LUNGHEZZA (m)
SR	1	35	250
SR	2	35	460
SR	3	35	340
SR	4	35	70
<b>TOTALI n.</b>	<b>4</b>		
<b>TOTALI ml</b>			<b>1120</b>

INDAGINI GEOFISICHE			
MASW			
CODICE		PROFONDITA' OBIETTIVO (m)	LUNGHEZZA (m)
MASW	1	35	180
MASW	2	35	90
MASW	3	35	250
<b>TOTALI n.</b>	<b>3</b>		
<b>TOTALI ml</b>			<b>520</b>

INDAGINI GEOFISICHE	
INDAGINE SISMICA PASSIVA	
CODICE	
HVSR	1
HVSR	2
<b>TOTALI n.</b>	<b>2</b>
<b>TOTALI ml</b>	