



# ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

## CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:  
TECHNITAL s.p.a. (mandataria)  
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.  
DELTA Ingegneria s.r.l.  
INFRATEC s.r.l Consulting Engineering  
PROGIN s.p.a.

### I RESPONSABILI DI PROGETTO

*Dott. Ing. M. Raccosta*  
Ordine Ing. Verona n° A1665  
*Prof. Ing. A. Bevilacqua*  
Ordine Ing. Palermo n° 4058  
*Dott. Ing. M. Carlino*  
Ordine Ing. Agrigento n° A628  
*Dott. Ing. N. Troccoli*  
Ordine Ing. Potenza n° 836  
*Dott. Ing. S. Esposito*  
Ordine Ing. Roma n° 20837

### IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Ing. N. D'Alessandro*  
Ordine Ing. Agrigento n° A995

VISTO:IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi*

VISTO:IL RESPONSABILE DEL  
SERVIZIO PROGETTAZIONE

*Dott. Ing. Antonio Valente*

DATA

PROTOCOLLO

P.M.A.  
SUOLO  
Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	FOGLIO	SCALA:
LO407B D 0501		PM05_AMB_RE01.DOC		B	di	
CODICE ELAB.		PM05AMBRE01				
D						
C						
B	REVISIONE a seguito istruttoria ANAS 19/03/07	Aprile 2007	A. De Leo	F. Arciuli	C. Marro	
A	EMISSIONE	Ottobre 2006	A. De Leo	F. Arciuli	C. Marro	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE	

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>Premessa.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Riferimenti normativi e standard.....</b>	<b>4</b>
2.1.	Finalità del monitoraggio AO.....	6
2.2.	Parametri da determinare AO.....	6
2.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO.....	7
<b>3.</b>	<b>Monitoraggio Post Operam.....</b>	<b>8</b>
3.1.	Finalità del monitoraggio PO.....	8
3.2.	Parametri da determinare PO.....	8
3.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO.....	8
<b>4.</b>	<b>Metodologie di rilevamento .....</b>	<b>9</b>
4.1.	Generalità.....	9
4.2.	Profilo del suolo.....	9
4.3.	Trivellata.....	9
4.4.	Campionature.....	9
<b>5.</b>	<b>Descrizione del Profilo.....</b>	<b>9</b>
5.1.	Parametri stazionali.....	9
5.2.	Parametri pedologici.....	9
5.3.	Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici.....	9
5.4.	Parametri chimici.....	9
<b>6.</b>	<b>Programma di monitoraggio.....</b>	<b>9</b>
6.1.	Definizione dei punti di monitoraggio.....	9
6.2.	Attività di monitoraggio ante-operam.....	9
6.3.	Attività di monitoraggio in corso d’opera.....	9
6.4.	Attività di monitoraggio post-operam.....	9
<b>7.</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI SINTESI DEL MONITORAGGIO.....</b>	<b>9</b>
<b>1.</b>	<b>PROGRAMMA DELLE ATTIVITA’ DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>9</b>

## 1. Premessa

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle operazioni di impianto dei cantieri e alle relative lavorazioni in corso d'opera.

Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti all'impianto e alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modificazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, infiltrazione di sostanze chimiche, etc.).

Si ritiene quindi necessario prevedere due fasi di monitoraggio:

- ante-operam;
- post-operam.

Il monitoraggio ante-operam sarà volto alla conoscenza dei tre aspetti principali: fertilità, presenza di inquinanti e caratteristiche fisiche.

Il monitoraggio post-operam viene effettuato al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno (inquinamenti, compattazione, ecc.) a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Le aree maggiormente sensibili, che verranno monitorate, sono le aree di cantiere per le quali è prevista la destinazione finale dell'area a verde.

L'articolazione delle azioni relative ad ogni fase del Monitoraggio verrà descritta più dettagliatamente nei capitoli seguenti.

## 2. Riferimenti normativi e standard

La normativa di riferimento in accordo alla quale il presente Progetto di Monitoraggio è stato redatto è fondamentalmente la normativa nazionale vigente per quanto riguarda le analisi di laboratorio e i criteri adottati dagli organismi nazionali e internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

Per quanto concerne le analisi fisiche e chimiche di campo e di laboratorio, si dovranno seguire le normative:

D.M. 25/3/2002 - Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. G.U. n. 84 del 10/4/2002;

trovando riferimenti dettagliati in:

PAGLIAI M., INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCE & SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO - Metodi di analisi fisica del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, "Collana di metodi analitici per l'agricoltura" diretta da Paolo Sequi, Commissione I - Fisica del Suolo, Franco Angeli Editore;

VIOLANTE P., INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCE & SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO - Metodi di analisi chimica del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, "Collana di metodi analitici per l'agricoltura" diretta da Paolo Sequi, Commissione II - Chimica del Suolo, Franco Angeli Editore;

D.M. 13/9/1999 - Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999;

Per quanto concerne il rilevamento di campagna, si potranno utilizzare le terminologie italiane d'uso corrente, consolidate o in fase di definizione, quali:

SANESI G. (1977) - Guida alla descrizione dei suoli. C.N.R.;

GARDIN L., COSTANTINI E.A.C., NAPOLI R., LACHI A. & VENUTI L. (2002) - Manuale per la descrizione del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo, che si può reperire presso [http://www.issds.it/cncp/download/manuale%20RT\\_1\\_7.pdf](http://www.issds.it/cncp/download/manuale%20RT_1_7.pdf);

GARDIN L., SULLI L., NAPOLI R., GREGORI E., COSTANTINI E.A.C. (1998) - Manuale per il rilevamento del suolo. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo;

i criteri di esecuzione dei rilievi e le designazioni degli orizzonti dovranno comunque seguire le seguenti metodologie internazionali:

FAO-Unesco (1998) - Guidelines for soil description. Roma, FAO;

IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) - World Reference Base for Soil Resources. Versione italiana a cura di E.A.C. Costantini e C. Dazzi. ISSDS, Firenze (reperibile presso <http://www.issds.it/cncp/IndexD.htm>, documento “wrbita.zip”);

SOIL SURVEY STAFF (1998) - Keys to Soil Taxonomy (eighth edition). USDA, Soil Conservation Service, Washington D.C., USA (reperibile presso <http://www.issds.it/cncp/IndexD.htm>, documento “RevKeysSoilTax2\_99.zip”).

Monitoraggio Ante Operam

## 2.1. Finalità del monitoraggio AO

Il monitoraggio Ante Operam ha lo scopo di caratterizzare lo stato del suolo, in termini qualitativi e quantitativi, prima dell'inizio dei lavori. Il MAO fornirà un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del terreno che permetterà di definire gli interventi possibili per ristabilire eventuali condizioni di disequilibrio.

## 2.2. Parametri da determinare AO

Allo scopo di ottenere informazioni esaustive riguardanti la qualità dei suoli, dovranno essere compiute alcune campagne d'indagine (profili o trivellate) finalizzate alla determinazione delle caratteristiche pedologiche delle aree.

Le indagini da eseguirsi dovranno spingersi fino alla profondità di 1,5 m per caratterizzare il profilo costituito dai diversi orizzonti rilevati.

Preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali di ogni punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo, la classificazione pedologica e il prelievo dei campioni.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri pedologici del sito, per caratterizzare le peculiarità territoriali.

Parametri pedologici	
esposizione	pendenza
uso del suolo	microrilievo
pietrosità superficiale	rocciosità affiorante
fenditure superficiali	vegetazione
stato erosivo	permeabilità
classe di drenaggio	substrato pedogenetico

Per caratterizzare il suolo, invece, sul profilo si determineranno i seguenti parametri fisici.

Parametri fisico-chimici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)

designazione orizzonte	profondità falda
limiti di passaggio	colore allo stato secco e umido
tessitura	struttura
consistenza	porosità
umidità	contenuto in scheletro
concrezioni e noduli	efflorescenze saline
fenditure	Ph

Infine, i campioni prelevati verranno analizzati in laboratorio descrivendone le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Parametri chimici (analisi di laboratorio)	
capacità di scambio cationico	azoto totale
azoto assimilabile	fosforo assimilabile
carbonati totali	sostanza organica
idrocarburi	As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Pb, Ni
Cianuri	Fluoruri
Benzene	IPA
PCB	Fenolo
Fitofarmaci totali	Tossicità

Le analisi ecotossicologiche comprenderanno i test tossicologici Microtox e con *Brachionus calyciflorus* e i test di fototossicità relativi alla germinazione e all'allungamento radicale con *Lepidium sativum*.

### 2.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Le misure descritte nel paragrafo precedente verranno realizzate, nella fase Ante Operam, una sola volta.

### **3. Monitoraggio Post Operam**

#### **3.1. Finalità del monitoraggio PO**

Il monitoraggio Post Operam ha lo scopo di evidenziare, sui punti maggiormente critici in base alla localizzazione delle attività di cantiere, le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno. Nel caso venissero riscontrate variazioni negative significative, prima della risistemazione definitiva, si provvederà alla bonifica del terreno.

#### **3.2. Parametri da determinare PO**

I parametri da determinare sono gli stessi descritti per la fase Ante Operam.

#### **3.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO**

Le operazioni di monitoraggio Post Operam verranno realizzate una sola volta dopo le attività di sgombero del cantiere e di rinaturalizzazione del sito che prevedono:

- la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse;
- lo scotico dello strato superficiale del terreno per una altezza variabile in funzione del grado di compattazione e di qualità acquisito nel corso delle lavorazioni;
- la posa in opera e rimodellamento di terreno vegetale, con caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle dei terreni circostanti, nei siti coinvolti dalla cantierizzazione.

Si prevede un'attesa di un anno dal termine di tali attività per l'effettuazione degli scavi, al fine di permettere un certo reimpianto del suolo.



## 4. Metodologie di rilevamento

### 4.1. Generalità

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; HODGSON, J.M. (ed.) (1997) - Soil survey field handbook. Soil Surv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [GUAITOLI F., MATRANGA M.G., PALADINO A., PERCIABOSCO M., PUMO A., COSTANTINI E.A.C. (1998) - Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S.Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Solo dove non sarà possibile effettuare lo scavo, si realizzerà una trivellata eseguita con trivella a mano.

Preliminarmente allo scavo o perforazione si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stazionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio, il profilo del suolo o la carota di suolo estratta con ciascuna trivellata, andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed ecotossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) e agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell’ambito del sistema informativo di gestione del progetto.

#### 4.2. Profilo del suolo

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza), sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5÷7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l’esame sulle pareti della fossa.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l’esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell’inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofite (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l’approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c’è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta “a coltello” (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l’individuazione di orizzonti specifici. I piani

scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il “make up” preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

### 4.3. Trivellata

Nell'impossibilità di effettuare uno scavo, per individuare e descrivere i diversi orizzonti che costituiscono il suolo, fino alla profondità di cm. 150, si utilizzerà una trivella manuale: la “trivella olandese”, è la migliore per la maggior parte dei terreni, specialmente rocciosi, argillosi e densi; una trivella per la sabbia è necessaria se il terreno è molto sabbioso nella struttura, mentre dove è per lo più torboso si dovrebbe usare una speciale trivella per torba. Una trivella “cava” potrebbe essere la migliore per i terreni asciutti e desertici.

Con la tecnica della trivellata, si recupera il terreno e se ne ricostruisce il profilo verticale dopo aver sistemato il materiale sulla superficie orizzontale. Non è però possibile effettuare una descrizione completa del profilo e delle caratteristiche fisiche del suolo che si richiedono. Si opererà come di seguito:

1. identificare l'area dove poter scavare il buco con la trivella, dove il profilo del terreno dovrebbe essere tipico;
2. stendere un telo di plastica, una tavola od un'altra superficie vicino a dove verrà scavato il buco;
3. formare un profilo di un 1.5 metri rispetto alla superficie del terreno, rimuovendo successivamente dei campioni del terreno con la trivella e posandoli sul telo di plastica volta per volta, come segue:
  - a) ruotare la trivella di un giro completo (360°) per scavare nel terreno,

- b) rimuovere la trivella con il campione dentro di esso dal buco del terreno,
  - c) tenere la trivella al di sopra del telo di plastica o della tavola,
  - d) trasferire il campione dalla trivella al telo di plastica o tavola più cautamente possibile, piazzando l'estremità superiore del campione al di sotto dei campioni già prelevati,
  - e) misurare la profondità della buca e porre il campione sulla plastica o sulla tavola in modo che l'estremità inferiore non sia più lontana dall'estremità superiore del profilo del suolo di questa profondità;
1. partendo dall'estremità superiore e scendendo verso il fondo, osservare il profilo del suolo da vicino per identificare dove ci siano cambiamenti delle caratteristiche;
  2. segnare i limiti di questi cambiamenti piantando un paletto o tracciando una tacca sul foglio di plastica;
  3. procedere a caratterizzare le proprietà di ogni strato di terreno identificato; eseguire questa caratterizzazione al più presto possibile, dopo che è stato estratto il materiale;
  4. scattare le fotografie;
  5. prelevare i campioni;
  6. una volta che queste operazioni sono state completate, riempire il foro con il terreno originale.

#### 4.4. Campionature

Per ogni punto di monitoraggio si preleverà il seguente numero di campioni di terreno da destinare alle analisi chimico-fisiche di laboratorio:

- 2 campioni per ogni profilo, rappresentativi degli intervalli di profondità corrispondenti ad altrettanti orizzonti individuati nella descrizione del profilo stesso;
- 1 campione per ogni trivellata, corrispondente ad un unico intervallo di profondità prescelto.

Per ciascun campione di suolo si preleverà un quantitativo di materiale di 4÷5 kg di peso, operando nello spaccato del profilo con vanga e/o paletta in modo da staccare aliquote di materiale equilibrate lungo l'intero intervallo di campionatura prescelto; criterio analogo si seguirà per il campionamento delle trivellate.

Dal materiale di ciascun campione, raccolto in un contenitore (secchio), mescolato ed omogeneizzato, si preleveranno (operando prelievi casuali in tutta la massa di terre-

no) 4 subcampioni di peso differente in ragione della diversa destinazione analitica, come di seguito elencati:

- 500 g da destinare alle analisi chimico-fisiche;
- 100 g da destinare al test tossicologico "Microtox";
- 200 g da destinare al test tossicologico "Brachionus";
- 3 kg da destinare al test di fitotossicità "Lepidium".

Ciascun subcampione verrà in un sacchetto trasparente e impermeabile, sul quale verrà apposta una etichetta recante il codice campione e la corrispondente voce tra "Analisi", "Microtox", "Brachionus", "Lepidium", al fine di distinguere ulteriormente ed inequivocabilmente i 4 subcampioni.

Nel prelievo dovrà essere campionato l'intero orizzonte e non solo il nucleo centrale; nel caso di un passaggio di tipo molto irregolare, il rilevatore dovrà fare molta attenzione nel prelevare il campione in modo da non inquinare parti di un orizzonte con parti dell'altro.

## 5. Descrizione del Profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e le analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto. Per i dettagli delle modalità si rimanda ai testi citati nel paragrafo 2.

### 5.1. Parametri stazionali

Per ogni punto di monitoraggio dovranno essere registrate sulle schede di terreno le seguenti caratteristiche stazionali:

- codifica del punto,
- coordinate (x, y, z),
- carta topografica: numero della tavola dell'Atlante Cartografico del Progetto di Monitoraggio,
- toponimo di riferimento,
- comune,
- provincia,
- progressiva,
- data,
- rilevatore,
- altri riferimenti.

### 5.2. Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio; dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario.
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali.
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.
- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

Codi- ce	Descrizione
RA	da ribaltamento di alberi
AG	da argille dinamiche (ad es. gilgai)
CE	cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	“suoli” poligonali (crionivali)
CT	terrazzette (crionivali)
CS	“suoli” striati (crionivali)
MM	cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	assente

Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

Cod	Descrizione
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

**Rocciosità affiorante:** percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.

**Fenditure superficiali:** indicare per un'area di circa 100 m<sup>2</sup> il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie.

**Vegetazione:** descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio.

**Stato erosivo:** presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo.

**Permeabilità:** velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo strato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

Scala numerica	Granulometria	Permeabilità
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

**Classe di drenaggio:** a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi

Classe	Descrizione
rapido	l'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
moderatamente rapido	l'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
buono	l'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente

mediocre	in alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
lento	l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
molto lento	l'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
impedito	l'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

Substrato pedogenetico: definizione del materiale immediatamente sottostante il "suolo" e a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso; nello specifico, se il substrato sarà rappresentato da depositi sciolti, granulari o coesivi, le differenziazioni su base granulometrica (blocchi, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo e argilla) verranno rilevate elencando per primo il nome del costituente principale, eventualmente seguito da quello di un costituente secondario, a sua volta preceduto da "con" se presente in percentuali tra 25 e 50%; seguito da "-oso" per percentuali tra 10 e 25%; preceduto da "debolmente" e seguito da "-oso" se in percentuali tra 5 e 10%.

### 5.3. Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

Si riferisce al suolo e al suo profilo, e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati e ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Dovrà riportare le seguenti informazioni:

Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998).

Profondità falda: profondità del livello di falda stabilizzato.

Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);

Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma).

Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "Soil Taxonomy - U.S.D.A.":

Classe tessiturale (codice)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

**Struttura:** entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;

**Consistenza:** caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";

**Porosità:** vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";

**Umidità:** condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

**Contenuto in scheletro:** frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);

**Concrezioni e noduli:** presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità".

**Efflorescenze saline:** determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	CaCO <sub>3</sub> ≤ 0,1%
1	Effervescenza molto debole	CaCO <sub>3</sub> ≈ 0,5%
2	Effervescenza debole	CaCO <sub>3</sub> 1÷2%
3	Effervescenza forte	CaCO <sub>3</sub> ≈ 5%
4	Effervescenza molto forte	CaCO <sub>3</sub> ≥ 10%

**Fenditure o Fessure:** vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza".

pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.

I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

#### 5.4. Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

**Capacità di scambio cationico:** valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, cal-

cio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria.

Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)	
Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10÷20 meq/100 g
Elevata	20÷30 meq/100 g
molto elevata	> 30 meq/100 g

Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal.

Azoto assimilabile.

Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5.

Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO<sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO<sub>3</sub> nel terreno.

Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black.

Idrocarburi.

As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Pb, Ni.

Cianuri.

Fluoruri.

Benzene.

IPA.

PCB.

Fenolo.

Fitofarmaci totali.

Tossicità:

Test di tossicità acuta con Microtox: il principio del metodo si basa sulla proprietà del batterio *Photobacterium phosphoreum* di emettere luce come prodotto dei suoi processi metabolici. Ogni cambiamento in questi processi causati dall'esposizione a sostanze tossiche, provocano un cambiamento nell'emissione di luce. Pertanto le sostanze tossiche eventualmente presenti nel campione da saggiare, interferendo con il

metabolismo del batterio che viene aggiunto al campione stesso, riducono la sua emissione di luce in modo proporzionale alla tossicità esibita; la tossicità viene espressa come "Effective Concentration" (E.C. 50), cioè la concentrazione in grado di diminuire del 50% la luminosità della popolazione batterica saggiata. Si utilizzerà la metodologia descritta in: ENVIRONMENT CANADA (1992) - Biological test method: toxicity test using luminescent bacteria (*Photobacterium phosphoreum*). Report EPS 1/RM/24;

Test di tossicità acuta con *Brachionus calyciflorus*: standard A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials) E 1440-91 del 1998; si effettua su una specie d'acqua dolce appartenente al phylum dei Rotiferi, un gruppo di organismi di grande rilevanza ecologica negli ambienti acquatici, i quali vengono esposti al campione di suolo per un tempo pari a 24 ore. Alla fine dell'esposizione viene calcolata la percentuale di mortalità degli organismi espressa come LC50;

Test di fitotossicità con *Lepidium sativum*: secondo il D.G.R. Regione Piemonte n. 85-8155 del 7.10.1986. Consiste in una prova di accrescimento di una pianta test sul campione in esame miscelato a un substrato di base costituito da sabbia e torba in rapporto 1:1; al substrato di base viene aggiunto il campione di terreno in due dosi: 75 e 150 g di sostanza secca/litro di substrato; per ogni dose vanno effettuate tre ripetizioni. Sulle diverse miscele così ottenute, poste in vasi da 2 litri, viene effettuata una semina utilizzando un numero di semi/vaso tale da garantire la germinazione di almeno 100 semi. Al termine dello sviluppo vegetativo (21 giorni), le piantine vengono tagliate per determinare la produzione; i dati della produzione, calcolati sul peso secco, vengono espressi come produzione media delle tre ripetizioni, riferita al testimone (costituito da sabbia e torba 1:1 in volume) non concimato, considerato uguale a 100. Si ottiene così l'indice di accrescimento "Gm".

## 6. Programma di monitoraggio

### 6.1. Definizione dei punti di monitoraggio

Le aree all'interno delle quali saranno svolte le attività di monitoraggio sono quelle in cui sono ubicati i cantieri. Secondo il SIA, tali aree sono state destinate, al termine dei lavori di costruzione, ad uso a verde o agricolo.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura. La localizzazione di tali punti è indicata sulle tavole grafiche allegate (PM05 AMB PL01-02-03-04), tuttavia durante i sopralluoghi si verificherà l'idoneità dei siti prescelti in funzione degli obiettivi dell'indagine.

Cantiere	Identificativo
Cantiere 1	SUO-01
Cantiere 2	SUO-02
Cantiere galleria GN01i	SUO-03
Cantiere galleria GN01f	SUO-04
Cantiere 3	SUO-05
Cantiere galleria GN02i	SUO-06
Cantiere galleria GN02f	SUO-07
Cantiere CA03	SUO-08
Cantiere 4	SUO-09
Cantiere galleria GN04	SUO-10
Cantiere 5	SUO-11

Per quel che riguarda, in particolare, la fase post-operam, sarà necessario prevedere una serie di sopralluoghi in corso d'opera allo scopo di verificare la localizzazione delle varie attività di cantiere durante le fasi realizzative dell'opera stradale. Tale operazione permetterà di focalizzare il monitoraggio post-operam sui punti maggiormente critici rispetto agli impatti ipotizzati.

### 6.2. Attività di monitoraggio ante-operam

Le attività di monitoraggio Ante Operam sono riepilogate nella seguente tabella.

Tipo di misura	N° punti di rilevamento	Cadenze
Profili	11	1 volta prima dell'inizio lavori
Parametri pedologici e stazionali	11	1 volta prima dell'inizio lavori
Parametri fisico-chimici	221	1 volta prima dell'inizio lavori
Analisi di laboratorio	221	1 volta prima dell'inizio lavori

### 6.3. Attività di monitoraggio in corso d'opera

Non sono previste attività di monitoraggio in corso d'opera.

### 6.4. Attività di monitoraggio post-operam

Le attività di monitoraggio Post Operam sono riepilogate nella seguente tabella.

Tipo di misura	N° punti di rilevamento	Cadenze
Profili	11	1 volta
Parametri pedologici e stazionali	11	1 volta
Parametri fisico-chimici	222	1 volta
Analisi di laboratorio	221	1 volta

<sup>1</sup> Tale numero è stato determinato considerando 2 orizzonti per ogni punto di misura.

<sup>2</sup> Tale numero è stato determinato considerando 2 orizzonti per ogni punto di misura.

## 7. DOCUMENTAZIONE DI SINTESI DEL MONITORAGGIO

I dati raccolti con la campagna di monitoraggio della componente suolo saranno raccolti in schede riassuntive e inseriti nel sistema informativo in relazione alle aree di cantiere e ai profili del suolo secondo due gruppi principali di dati: i dati anagrafici e i valori dei parametri rilevati.

I dati relativi al monitoraggio post-operam saranno confrontati a quelli relativi alla situazione indisturbata accertata in ante operam e con quelli relativi alla normativa per l'eventuale adozione di misure di mitigazione da effettuarsi post-operam.

## 1. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

La tabella riporta in sintesi le attività previste e suddivise per le tre fasi di M.A.

### FASE ANTE-OPERAM

#### COMPONENTE SUOLO

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>3</sup>	Frequenza <sup>4</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE
SUO-01	(2426631, 4142365)	1+600 Svincolo Serradifalco cantiere A1		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e misure in sito, profilo o trivellata
SUO-01	(2426631, 4142365)	1+600 Svincolo Serradifalco cantiere A1		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio e chimico fisiche
SUO-02	(2428820; 4145215)	7+650 Svincolo Della-Sommatino cantiere A2		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e misure in sito, profilo o trivellata

<sup>3</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO

<sup>4</sup> N. di ripetizioni per questa fase

SUO-02	(2428820; 4145215)	7+650 Svincolo De- lia- Sommatino cantiere A2		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-03	(2431152; 4146312)	10+200 Cantiere a- rea galleria GN01i		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-03	(2431152; 4146312)	10+200 Cantiere a- rea galleria GN01i		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-04	(2428820; 4145215)	11+050 Cantiere a- rea galleria GN01f		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-04	(2428820; 4145215)	11+050 Cantiere a- rea galleria GN01f		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-05	(2432617; 4147906)	12+500 Svincolo Caltanissetta		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata

		sud cantiere A3						
SUO-05	(2432617; 4147906)	12+500 Svincolo Caltanissetta sud cantiere A3		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-06	(2432332; 4148161)	12+800 Svincolo Caltanissetta sud cantiere A3		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-06	(2432332; 4148161)	12+800 Svincolo Caltanissetta sud cantiere A3		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-07	(2435644; 4151441)	17+150 Cantiere a- rea galleria GN02f		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-07	(2435644; 4151441)	17+150 Cantiere a- rea galleria GN02f		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che

SUO-08	(2435971; 4152309)	18+100 Cantiere a- rea galleria GA03		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-08	(2435971; 4152309)	18+100 Cantiere a- rea galleria GA03		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-09	(2436845; 4153517)	19+600 Svincolo Caltanissetta nord cantie- re A4		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-09	(2436845; 4153517)	19+600 Svincolo Caltanissetta nord cantie- re A4		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-10	(2442869; 4154792)	26+150 Cantiere a- rea galleria GN04		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-10	(2442869; 4154792)	26+150 Cantiere a-		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi-

		rea galleria GN04						che
SUO-11	(2443207; 4154732)	26+500 Svincolo S.S. 626 cantiere A5		1 profilo		1 VOLTA	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-11	(2443207; 4154732)	26+500 Svincolo S.S. 626 cantiere A5		2 campioni		1 VOLTA	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che

**FASE POST-OPERAM**

## COMPONENTE SUOLO

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>5</sup>	Frequenza <sup>6</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RI-CETTORE
SUO-01	(2426631, 4142365)	1+600 Svincolo Serradifalco cantiere A1		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e misure in sito, profilo o trivellata
SUO-01	(2426631, 4142365)	1+600 Svincolo Serradifalco cantiere A1		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio e chimico fisiche
SUO-02	(2428820; 4145215)	7+650 Svincolo Della-Sommatino cantiere A2		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e misure in sito, profilo o trivellata
SUO-02	(2428820; 4145215)	7+650 Svincolo De-		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio e

<sup>5</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>6</sup> N. di ripetizioni per questa fase

		lia- Sommatino cantiere A2						chimico fisi- che
SUO-03	(2431152; 4146312)	10+200 Cantiere a- rea galleria GN01i		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-03	(2431152; 4146312)	10+200 Cantiere a- rea galleria GN01i		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-04	(2428820; 4145215)	11+050 Cantiere a- rea galleria GN01f		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-04	(2428820; 4145215)	11+050 Cantiere a- rea galleria GN01f		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-05	(2432617; 4147906)	12+500 Svincolo Caltanissetta sud cantiere A3		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata

SUO-05	(2432617; 4147906)	12+500 Svincolo Caltanissetta sud cantiere A3		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-06	(2432332; 4148161)	12+800 Cantiere a- rea galleria GN02i		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-06	(2432332; 4148161)	12+800 Cantiere a- rea galleria GN02i		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-07	(2435644; 4151441)	17+150 Cantiere a- rea galleria GN02f		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-07	(2435644; 4151441)	17+150 Cantiere a- rea galleria GN02f		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-08	(2435971; 4152309)	18+100 Cantiere a- rea galleria		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata

		GA03						
SUO-08	(2435971; 4152309)	18+100 Cantiere a- rea galleria GA03		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-09	(2436845; 4153517)	19+600 Svincolo Caltanissetta nord cantie- re A4		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-09	(2436845; 4153517)	19+600 Svincolo Caltanissetta nord cantie- re A4		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-10	(2442869; 4154792)	26+150 Cantiere a- rea galleria GN04		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore, o trivella a mano	Rilievi e mi- sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-10	(2442869; 4154792)	26+150 Cantiere a- rea galleria GN04		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che
SUO-11	(2443207;	26+500		1 profilo		1 VOLTA (1)	Pala o escavatore,	Rilievi e mi-

	4154732)	Svincolo S.S. 626 cantiere A5					o trivella a mano	sure in sito, profilo o tri- vellata
SUO-11	(2443207; 4154732)	26+500 Svincolo S.S. 626 cantiere A5		2 campioni		1 VOLTA (1)	Contenitori etichet- tati	Analisi di la- boratorio e chimico fisi- che

NOTE

(1) Le operazioni di monitoraggio Post Operam verranno realizzate una sola volta dopo le attività di sgombero del cantiere e di rinaturalizzazione del sito che prevedono:

- la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse;
- lo scotico dello strato superficiale del terreno per una altezza variabile in funzione del grado di compattazione e di qualità acquisito nel corso delle lavorazioni;
- la posa in opera e rimodellamento di terreno vegetale, con caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle dei terreni circostanti, nei siti coinvolti dalla cantierizzazione.

Si prevede un’attesa di un anno dal termine di tali attività per l’effettuazione degli scavi, al fine di permettere un certo reimpianto del suolo.