

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V./A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO

**Interconnessione Novi Ligure alternativa allo Shunt  
Report di Ante Operam  
Monitoraggio ambientale  
Suolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. N. Meistro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R O	I M 0 0 A 3	1 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	RESP. DEL CONTRAENTE
A00	Prima emissione	SERSYS	31/05/21	COCIV	31/05/21	COCIV	31/05/21	 Sersys Ambiente Srl Via Arquati, 86 - 10098 RIVOLI (TO) C.F. e P. IVA 11716780017

n. Elab.: 000101/2021/SER/EO/CPA

File: IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00

CUP: F81H9200000008

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 2 di 45

## INDICE

1.	PREMESSA .....	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3.	PARTE SPERIMENTALE .....	8
3.1.	AREA DI INDAGINE.....	8
3.2.	INDAGINI PEDOLOGICHE .....	9
4.	RISULTATI.....	13
4.1.	SUO-NL-001 .....	14
4.1.1.	Distribuzione, descrizione sintetica e classificazione .....	16
4.1.2.	Caratteri specifici, capacità d'uso e gestione .....	17
4.2.	SUO-NL-002 .....	23
4.2.1.	Distribuzione, descrizione sintetica e classificazione .....	24
4.2.2.	Caratteri specifici, capacità d'uso e gestione .....	25
4.3.	SUO-NL-003 .....	31
4.3.1.	Distribuzione, descrizione sintetica e classificazione .....	32
4.3.2.	Caratteri specifici, capacità d'uso e gestione .....	33
5.	CONCLUSIONI .....	41
5.1.	Cenni sulla gestione del suolo in corso e post operam .....	42
5.1.1.	Il suolo obiettivo.....	42
5.1.2.	Gestione del suolo in corso d'opera.....	42
5.1.3.	Gestione del suolo post-operam.....	43
6.	BIBLIOGRAFIA .....	45

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento Aerofotogrammetrico di SUO-NL-001 rispetto all'interconnessione.....	15
Figura 2 - Ubicazione della stazione di monitoraggio .....	15
Figura 3 - Estratto della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 e ubicazione del sito di monitoraggio .....	18
Figura 4 - Sito SUO-NL-001 .....	22
Figura 5 – Inquadramento Aerofotogrammetrico di SUO-NL-002 rispetto all'interconnessione.....	23
Figura 6 - Ubicazione della stazione di monitoraggio .....	24
Figura 7 - Estratto della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 e ubicazione del sito di monitoraggio .....	26
Figura 8 - Trivella e carota di suolo estratta dal sito SUO-NL-002 .....	30
Figura 9 – Inquadramento Aerofotogrammetrico di SUO-NL-003 rispetto all'interconnessione.....	31
Figura 10 - Ubicazione della stazione di monitoraggio .....	34

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 45</p>

Figura 11 - Estratto della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 e ubicazione del sito di monitoraggio ..... 35

Figura 12 - Scavo manuale nel sito SUO-NL-003..... 40

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Date di svolgimento delle campagne di monitoraggio .....5

Tabella 2 - stazioni di rilievo monitoraggio AO con relative località e coordinate geografiche .....8

Tabella 3 - Parametri chimico-fisici rilevati per la caratterizzazione del suolo. Parametri fisico-chimici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio) .....11

Tabella 4 - Parametri chimico-fisici rilevati per la caratterizzazione del suolo. Parametri chimici (analisi di laboratorio) .....12

Tabella 5 - Parametri fisico-chimici - informazioni generali .....19

Tabella 6 - Parametri chimici - informazioni generali.....19

Tabella 7 - Parametri chimici (analisi di laboratorio).....20

Tabella 8 - Analisi per quantificazione inquinanti .....20

Tabella 9 - Risultati test tossicità .....22

Tabella 10 - Parametri fisico-chimici - informazioni generali .....27

Tabella 11 - Parametri chimici - informazioni generali.....27

Tabella 12 - Parametri chimici (analisi di laboratorio).....28

Tabella 13 - Analisi per quantificazione inquinanti.....28

Tabella 14 - Risultati test tossicità .....30

Tabella 15 - Parametri fisico-chimici - informazioni generali .....36

Tabella 16 - Parametri chimici - informazioni generali.....36

Tabella 17 - Parametri chimici (analisi di laboratorio).....37

Tabella 18 - Analisi per quantificazione inquinanti.....37

Tabella 19 - Risultati test tossicità .....39

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 45</p>

## 1. PREMESSA

La principale finalità del Monitoraggio della fase *Ante Operam* dei suoli è quella di definire il contesto pedologico precedente agli interventi operativi, individuando non solo le tipologie di suolo presenti, ma anche le dinamiche ecologiche, cioè le relazioni con le diverse componenti ambientali che ne regolamentano lo sviluppo e la distribuzione.

Il degrado delle qualità del suolo rappresenta il livello a cui le pressioni esterne ne riducono le sue funzionalità. Queste ultime, come evidenziato anche nei documenti dell'Unione Europea per la predisposizione di una strategia tematica per la protezione del suolo (COM (2002) 267; COM (2006) 231), sono principalmente riconducibili a processi di:

- erosione superficiale o in massa;
- diminuzione della sostanza organica;
- impermeabilizzazione delle superfici;
- compattazione.

Questo approccio consente non solo di valutare le alterazioni che interverranno in fase operativa, ma anche di definire i caratteri salienti che caratterizzano la funzionalità ecologica del suolo nei differenti ambienti, in modo da poter indirizzare le operazioni di ripristino delle qualità del suolo al termine dei lavori.

Nello specifico ci si attende che le principali alterazioni dovute alla realizzazione delle opere possano essere:

- la perdita di orizzonti superficiali a seguito dello scotico per la cantierizzazione, di quel comparto di suolo, cioè, in cui si verificano le dinamiche pedologiche principalmente connesse alle funzionalità biologiche strettamente legate allo sviluppo e alla produttività (sensu lato) della vegetazione sia spontanea, sia coltivata;
- lo scarso o l'improprio accantonamento del materiale costituente l'orizzonte superficiale che ne comprometta ulteriormente le caratteristiche biologiche originarie;
- la modifica delle caratteristiche fisiche a seguito del compattamento dovuto al traffico dei veicoli operativi;
- l'accelerazione dei processi erosivi e delle dinamiche morfologiche di superficie.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 5 di 45</span>

L'attività di monitoraggio si svilupperà coerentemente a quanto riportato e approvato nel Piano di Monitoraggio (PMA) del 25/07/19 (cod. IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-026-A00) e sarà articolata nelle fasi di Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

La presente relazione riporta i risultati delle attività di monitoraggio in fase di Ante Operam svolte nell'anno 2021 per la componente "Suolo", relativamente alle lavorazioni della Tratta A.V./A.C. Milano – Genova Terzo Valico dei Giovi, Variante allo Shunt di Novi Ligure ed è strutturata nei seguenti capitoli:

- premessa;
- normativa di riferimento;
- parte sperimentale;
- risultati;
- conclusioni;
- bibliografia.

**Tabella 1 - Date di svolgimento delle campagne di monitoraggio**

Stazione	Comune	Fase	Campagna di monitoraggio AO 2021
SUO-NL-001	Novi Ligure	AO	28/01
SUO-NL-002	Novi Ligure	AO	28/01
SUO-NL-003	Novi Ligure	AO	28/01

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 6 di 45</span>

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Al fine di avere il quadro generale sulla Normativa Comunitaria e Nazionale di settore vengono di seguito riportate tutte le normative e i riferimenti principali ad oggi disponibili in tema di suolo:

- Direttiva del Parlamento e del Consiglio Europeo 23 ottobre 2007, n.2007/60/CE - Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni;
- Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22/09/2006, n.232, che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE;
- Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, del 22/09/2006, n.231 – Strategia tematica per la protezione del suolo.
- DM 1 Aprile 2004. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (Pubblicato nella Gazz. Uff. 9 Aprile 2004, n. 84);
- D.Lgs. 12 Aprile 2006, n. 163. Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE (Pubblicato nella Gazz. Uff. 2 Maggio 2006, n. 100, S.O);
- Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche e degli insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 Aprile 2006, n. 163. Rev. 2 del 23 Luglio 2007;
- SANESI G. (1977) - Guida alla descrizione dei suoli. C.N.R.; - GARDIN L., COSTANTINI E.A.C.;
- D.M. 11 marzo 1988 e s.m.i. - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- 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;
- D.M. 13-9-1999 Approvazione dei «Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo» (Pubblicato nella Gazz. Uff. 21 Ottobre 1999, 248, S.O.);
- D.M. 25-3-2002 Rettifiche al D.M. 13 Settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (Pubblicato nella Gazz. Uff. 10 Aprile 2002, n. 84.);

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 7 di 45</span>

- 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;
- 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;
- DM 21 Marzo 2005: “Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo” (Pubblicato nella Gazz. Uff. 6 Aprile 2005, n. 79, S.O.);
- FAO-Unesco (2006). Guidelines for soil description. Roma, FAO;
- IUSS Working Group WRB. 2006. World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome;
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 Norme in materia ambientale (Pubblicato nella Gazz. Uff. 14 Aprile 2006, n. 88, S.O.);
- D.Lgs. 16 Gennaio 2008, n. 4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale (Pubblicato nella Gazz. Uff. 29 Gennaio 2008, n. 24, S.O.);
- SOIL SURVEY STAFF (2010). Keys to Soil Taxonomy (11th edition). USDA, Soil Conservation Service, Washington D.C., USA.
- Legge Regionale (Piemonte) 5 dicembre 1977, n. 56 - Tutela e uso del suolo;
- Legge Regionale (Piemonte) del 27 dicembre 1991 n. 70 - Modifica della Legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56 e successive modificazioni ed integrazioni su “Tutela ed uso del suolo”;
- Legge Regionale (Piemonte) del 23 marzo 1995 n. 43 - Interpretazione autentica dell' articolo 21, ultimo comma, della L.R. 5 dicembre 1977, n. 56 e successive modifiche ed integrazioni “ Tutela ed uso del suolo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 8 di 45</span>

### 3. PARTE SPERIMENTALE

#### 3.1. AREA DI INDAGINE

I monitoraggi della componente suolo sono stati effettuati nella zona di Novi Ligure (AL): la localizzazione dei 3 siti d'indagine è riportata in tabella 2.

**Tabella 2 - stazioni di rilievo monitoraggio AO con relative località e coordinate geografiche**

STAZIONE	PROVINCIA	COMUNE	Coordinate UTM WGS84 fuso 32N
SUO-NL-001	Alessandria	Novi Ligure	X: 486407 Y: 4954540
SUO-NL-002	Alessandria	Novi Ligure	X: 486283 Y: 4954732
SUO-NL-003	Alessandria	Novi Ligure	X: 486098 Y: 4954727

La localizzazione dei siti oggetto d'indagine è stata effettuata in conformità a quanto riportato nella Relazione generale del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) del 25/07/2019 (cod. IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-026- A).



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 9 di 45

### 3.2. INDAGINI PEDOLOGICHE

l'attività di rilievo è stata condotta in base alle metodiche di riferimento presenti nelle Relazioni Generali del Piano di Monitoraggio Ambientale (cod. IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00 del 21/12/2015 e IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-026- A del 25/07/2019), qui di seguito riportate.

Obiettivo della fase *Ante Operam* è definire lo stato attuale dell'insieme di caratteristiche, funzionalità e dinamiche dei suoli, con l'intento di evidenziare i rischi di degrado e di perdita di potenzialità entro e nell'immediato intorno degli interventi oggetto di controllo.

A tal fine le attività di Monitoraggio sono state svolte attraverso i seguenti passaggi consequenziali.

#### Attività preliminari:

- analisi della documentazione disponibile relativa a studi sui suoli e alla loro diffusione nell'area ampia comprendente le opere per un inquadramento generale delle tipologie di suolo e delle loro caratteristiche e dinamiche evolutive;
- analisi della documentazione disponibile relativa agli interventi previsti in tali zone e delle scelte proposte per le relative fasi e modalità di approntamento e realizzazione;
- sopralluogo presso le singole stazioni di controllo previste dal PMA, al fine di verificarne la relativa accessibilità; durante tale attività sono stati identificati i siti specifici di successiva indagine pedologica.

#### Attività di indagine in campo:

Sono state svolte specifiche uscite di campo per Stazione di controllo, volte alla descrizione dello stato dell'area, attraverso la qualificazione delle caratteristiche e delle dinamiche geomorfologiche e idrologiche, delle tipologie di suolo e della loro distribuzione e variabilità nell'area, tramite osservazioni e sondaggi speditivi. Durante tali attività si è operato secondo la normale tecnica di rilevamento dei suoli che, come previsto anche dalla manualistica ISPRA (Linee guida per il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture, Manuali e linee guida 65.2/2010, Roma) o del MPAAF (E.Costantini, 2007, Metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici, CRA, Firenze), si fonda sulla descrizione in campo di parametri che permettono di valutare e classificare i suoli ed effettuare un campionamento adeguato alla rappresentatività areale dei risultati analitici puntuali.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 10 di 45</p>

Le osservazioni sui suoli sono state pertanto condotte tramite:

- trivelle e sonde pedologiche;
- osservazioni superficiali e speditive.

In particolare, facendo riferimento alla metodica di rilevamento riportata dalle Linee guida del MPAAF (Costantini, 2007), i parametri rilevati sono riferiti a.

- Dati generali:

- codice univoco del punto di osservazione;
- georeferenziazione del punto;
- localizzazione nella cartografia del Progetto di Monitoraggio;
- localizzazione geografica per provincia, comune, località;
- data;

- Parametri stazionali:

- altimetria;
- inquadramento geomorfologico (forme, dinamiche e attività);
- esposizione;
- acclività;
- inquadramento geolitologico (cartografia di riferimento);
- drenaggio esterno;
- vegetazione e uso del suolo;

- Parametri superficiali:

- pietrosità e rocciosità superficiali (quantità e dimensione);
- fessurazioni o croste;
- micro rilievo;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <table border="1" data-bbox="1420 232 1532 295"> <tr> <td>Foglio 11 di 45</td> </tr> </table>	Foglio 11 di 45
Foglio 11 di 45		

- Parametri pedologici per orizzonte:

- spessore;
- stato di umidità;
- colore: della matrice e delle screziature;
- tessitura (stima per classi);
- concrezioni e noduli (presenza);

- Parametri pedologici per suolo:

- drenaggio interno;
- permeabilità.

Nei tre siti si è proceduto alla caratterizzazione del suolo mediante la determinazione dei seguenti parametri.

**Tabella 3 - Parametri chimico-fisici rilevati per la caratterizzazione del suolo. Parametri fisico-chimici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)**

Parametri fisico-chimici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)
Designazione orizzonte
Limiti di passaggio
Tessitura
Consistenza
Umidità
Concrezioni e noduli
Fenditure
Profondità falda
Colore allo stato secco e umido
Struttura
Porosità
Contenuto in scheletro
Efflorescenze saline
Ph

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 12 di 45</span>

**Tabella 4 - Parametri chimico-fisici rilevati per la caratterizzazione del suolo. Parametri chimici (analisi di laboratorio)**

Parametri chimici (analisi di laboratorio)
Capacità di scambio cationico
Azoto assimilabile
Carbonati totali
Idrocarburi
Cianuri
Parametri chimici (analisi di laboratorio)
Benzene
PCB
Fitofarmaci totali
Azoto totale
Fosforo assimilabile
Sostanza organica
As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Pb, Ni
Fluoruri
IPA
Fenolo
Tossicità

Infine, coerentemente con quanto richiesto, sono state effettuate analisi ecotossicologiche comprendenti i test tossicologici Microtox e con *Brachionus calyciflorus* e i test di fitotossicità relativi alla germinazione e all'allungamento radicale con *Lepidium sativum*.

L'attrezzatura in dotazione per i controlli in campo è composta da:

- schede di campo;
- GPS, per la corretta individuazione e localizzazione dei punti di monitoraggio;
- macchina fotografica;
- trivelle e sonde pedologiche.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p>	<p>Foglio 13 di 45</p>

## 4. RISULTATI

Nel gennaio 2021 sono stati sottoposti a monitoraggio i tre punti indicati in Tabella 2, in aree non ancora oggetto di lavorazione nell'ambito del cantiere per la realizzazione dell'interconnessione di Novi Ligure. Le tre aree ricadono in particolare in corrispondenza delle opere INVH, FAVE, GAVA, INVK.

Al fine di conoscere i tipi di suoli preesistenti e la loro distribuzione sul territorio interessato dai lavori, è necessario disporre, ove possibile, di una cartografia dei suoli dell'area sufficientemente dettagliata (1:50.000 – 1:10.000). La consultazione della carta rappresenta quindi il processo più lineare per ottenere tali informazioni (Meloni *et al.*, 2019). Per quanto concerne l'area oggetto del monitoraggio, essa risulta essere ben coperta dalla Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000, redatta dall'IPLA. Nello specifico i punti di controllo indicati per effettuare il monitoraggio ricadono nelle unità cartografiche UO225 (punti SUO-NL-001 e SUO-NL-002) e UO1001 (punto SUO-NL-003). Di seguito si riportano in dettaglio le tipologie e le caratteristiche dei suoli dei punti di monitoraggio sulla base delle informazioni estratte dalla Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000.

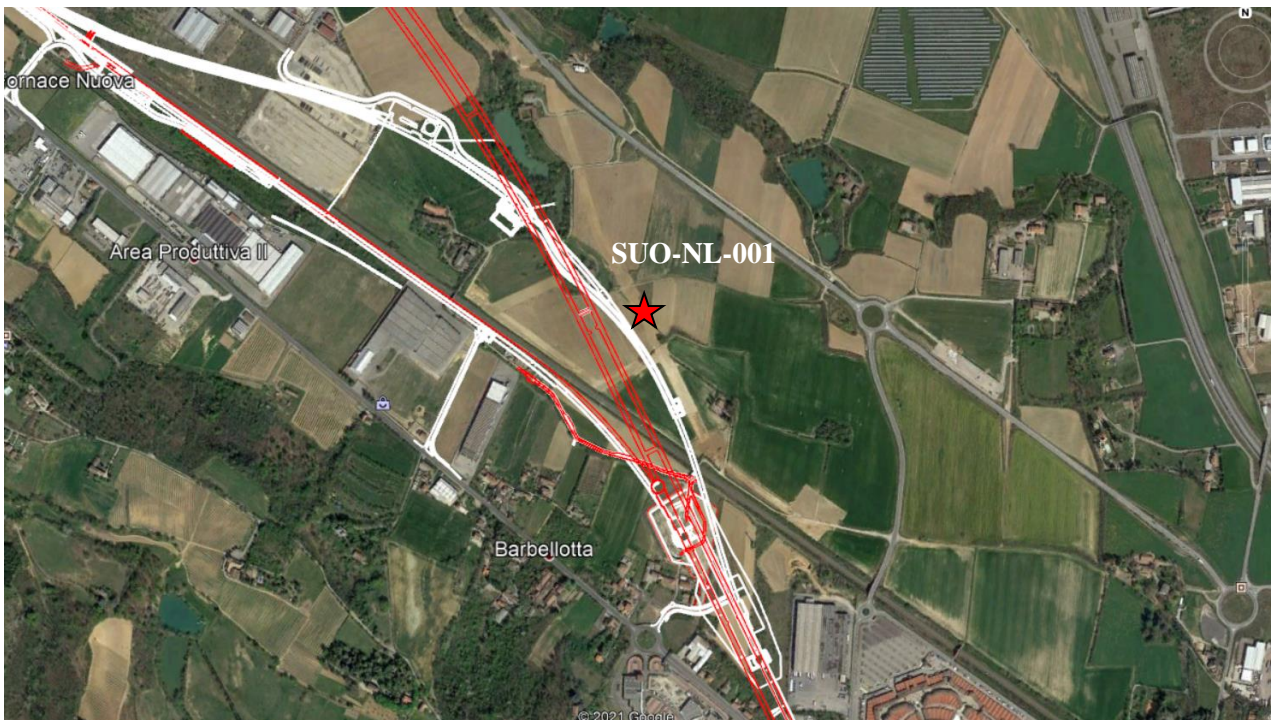
L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di una trivella pedologica che consente di ottenere delle carote di suolo (Costantini *et al.*, 2007). Al momento dell'indagine i suoli dei punti SUO-NL-001 e SUO-NL-002 sono risultati saturi d'acqua (presenza di acqua libera già a circa 30 cm di profondità), pertanto, al fine di verificare gli orizzonti e il tipo di suolo presente, si sono rese necessarie diverse trivellate eseguite in prossimità del punto di controllo e sono state eseguite, ove possibile, alcune osservazioni speditive mediante minipit, al fine di consentire anche un corretto prelievo del campione. Per quanto riguarda i punti SUO-NL-001 e SUO-NL-002, il sondaggio ha confermato l'appartenenza all'unità UO225, confermando di fatto quanto riportato nella carta dei suoli (Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi), sebbene siano state riscontrate alcune leggere variazioni locali, dovute alla naturale variabilità dei suoli in funzione della microtopografia del sito (ad es. orizzonti Ap superiori ai 40 cm di spessore, presenza/assenza dell'orizzonte Ec, etc..).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 297"> <tr> <td>Foglio 14 di 45</td> </tr> </table>	Foglio 14 di 45
Foglio 14 di 45		

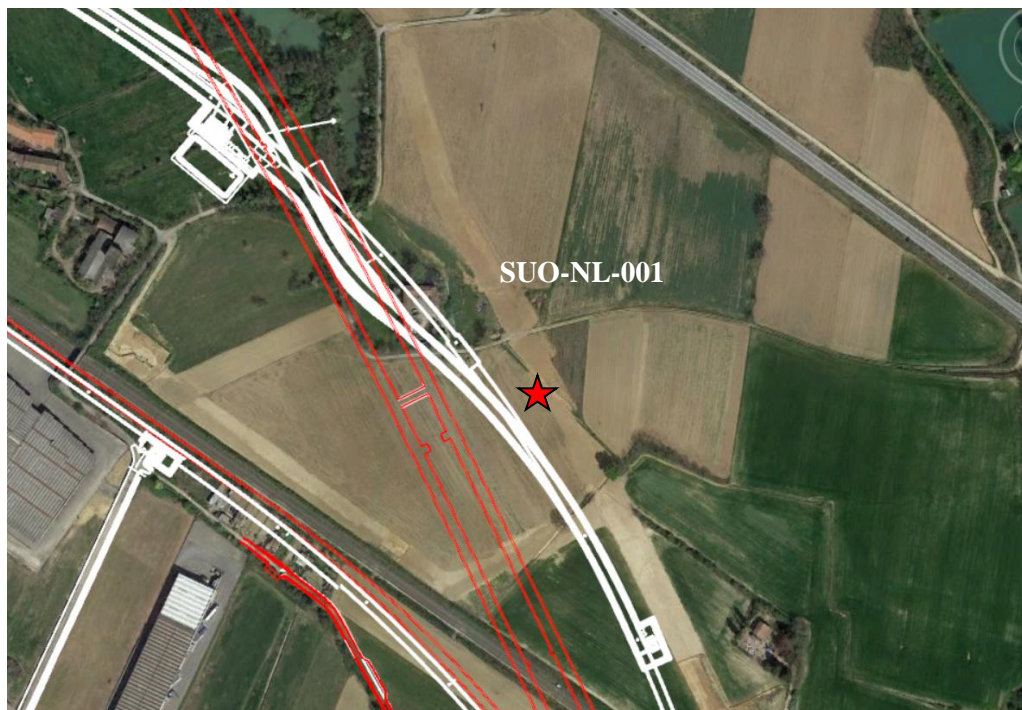
#### 4.1. SUO-NL-001

Il sito è ubicato in località Cascina Moffa, nel Comune di Novi Ligure; è situato a 216 m s.l.m., su terreno pianeggiante, utilizzato come seminativo. Nelle vicinanze sono presenti filari alberati.

Nello specifico per quanto riguarda il sito SUO-NL-001, le trivellate hanno confermato la sequenza tipica Ap-Ec-Bt, sebbene l'orizzonte Ec non sia stato sempre rilevato (probabilmente anche a causa delle condizioni di saturazione idrica). L'orizzonte Ap si presentava molto umido/bagnato, di colore bruno olivastro (10 yr 4/4), con un limite inferiore chiaro ondulato variabile tra i 40/60 cm, con struttura primaria poliedrica subangolare grossolana moderata con tendenza alla laminare grossolana e struttura secondaria grumosa grossolana debole. Lo scheletro è risultato essere un po' più abbondante e poco alterato, inoltre è stata rilevata la presenza di artefatti (cocci di mattoni, bottiglie di plastica), poche radici fini e medie e presenza di lombrichi. E' stata confermata l'assenza di carbonati (effervescenza 0 con HCl 10%, Costantini *et al.*, 2007). All'aumentare della profondità, il progressivo aumento della densità non ha consentito di arrivare agli orizzonti minerali più profondi, tuttavia è stato possibile identificare la sporadica presenza dell'orizzonte Ec (con presenza di concrezioni soffici di ferro e manganese) e l'evidente inizio dell'orizzonte Bt (limite superiore chiaro), caratterizzato da una maggiore densità (palese il passaggio ad una tessitura più argillosa), dalla presenza abbondante di screziature dai colori più vivaci (10yr 5/6, 10yr 5/8), dall'abbondante presenza di concrezioni e noduli di ferro e manganese e da un aumento dello scheletro (più alterato); sono stati rinvenuti, anche in questo caso, artefatti (cocci, pezzi di plastica) dovuti all'attività antropica che nel tempo ha probabilmente lambito il limite superiore di questi orizzonti.



**Figura 1 – Inquadramento Aerofotogrammetrico di SUO-NL-001 rispetto all'interconnessione**



**Figura 2 - Ubicazione della stazione di monitoraggio**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 295"> <tr> <td>Foglio 16 di 45</td> </tr> </table>	Foglio 16 di 45
Foglio 16 di 45		

#### 4.1.1. *Distribuzione, descrizione sintetica e classificazione*

In base all'indagine cartografica, il sito ricade pienamente nell'unità cartografica UO225, la quale è rappresentata principalmente (copertura 80%) da Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi. In generale questi suoli sono localizzati sui terrazzi che si ergono tra i fiumi Orba, Lemme e Scrivia, in provincia di Alessandria. Si tratta quindi di suoli sviluppatisi sugli antichi depositi alluvionali, i quali, essendo protetti dai fenomeni erosivi, hanno potuto sviluppare un avanzato grado di pedogenesi. La litologia prevalente è costituita da limi. L'uso del suolo è prettamente agricolo (soprattutto cerealicoltura es. mais, sorgo), tuttavia, in corrispondenza dei centri abitati (es. Novi Ligure e Serravalle Scrivia), gli insediamenti urbani ed industriali hanno occupato parzialmente queste superfici.

Per quanto concerne le proprietà dei suoli, essi presentano un grado di pedogenesi piuttosto elevata, con tessiture prevalentemente da franco limose a franco argillose. A causa dell'elevato contenuto di limi e argille e dell'elevata densità degli orizzonti minerali profondi, caratterizzati anche dalla presenza di abbondanti noduli di Ferro e Manganese, la profondità utile per le radici è limitata a 90 cm. Inoltre tali caratteri determinano una moderata disponibilità di ossigeno e una bassa permeabilità, la quale si traduce in un drenaggio mediocre, tale da causare frequenti episodi di ristagno idrico.

Per quanto concerne il profilo, il *topsoil*, costituito dall'orizzonte superficiale (Ap), è fortemente interessato dalle lavorazioni agricole e si presenta di colore bruno olivastro con tessitura franco limosa e basso contenuto di scheletro. La reazione del suolo è subacida e non è presente carbonato di calcio. Il subsoil invece presenta colore prevalente bruno giallastro, tessitura franco limosa/franco argillosa e basso contenuto di scheletro. La reazione del suolo è neutra e non è presente carbonato di calcio.

Dal punto di vista diagnostico sono stati individuati due orizzonti principali: l'epipedon ochrico e l'orizzonte argillico. In generale la sequenza tipica degli orizzonti è Ap-Ec-Bt. A partire dagli orizzonti eluviali (E) sono presenti concrezioni di ferro e manganese che aumentano notevolmente negli orizzonti argillici (Bt).

Da un punto di vista tassonomico i suoli di questa unità sono stati classificati come Typic Haplustalf, fine-loamy, mixed, nonacid, mesic, secondo la USDA Soil Taxonomy (Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi secondo la legenda della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000), caratterizzati da regime di umidità Ustico e regime di temperatura Mesico.



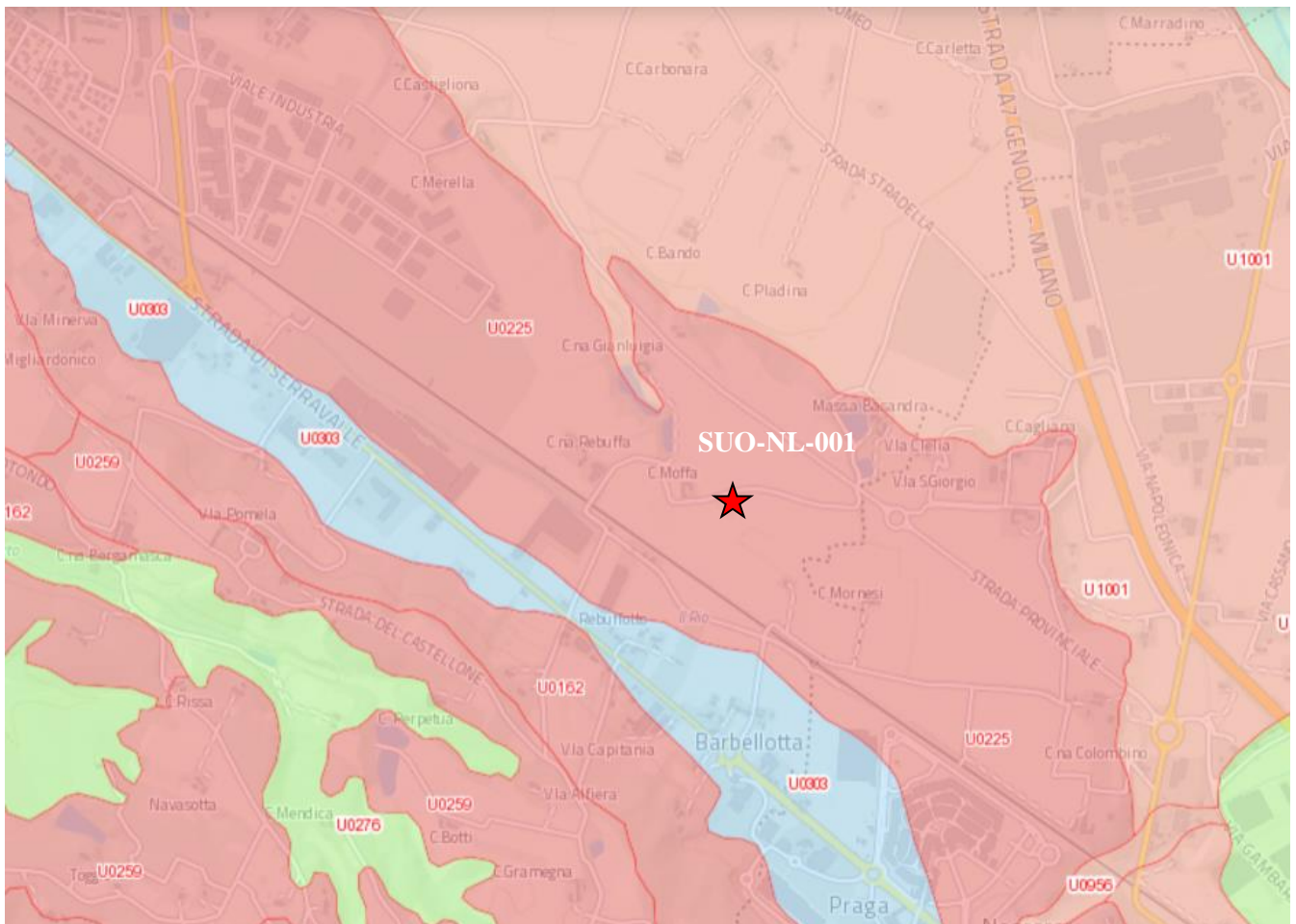
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 17 di 45</p>

#### 4.1.2. Caratteri specifici, capacità d'uso e gestione

L'elevato contenuto di limo e argilla, nonché l'elevata densità degli orizzonti minerali e la presenza di concrezioni e noduli di ferro e manganese negli orizzonti profondi, rende questi suoli non particolarmente semplici da gestire. L'effetto combinato di tutti questi fattori determina una moderata disponibilità d'ossigeno ed una capacità in acqua disponibile (AWC) di circa 295 mm. Il rischio di incrostamento superficiale è forte, mentre il rischio di deficit idrico è moderato. A causa della tessitura prevalentemente franco limosa/argillosa, la lavorabilità e la percorribilità sono moderate e i tempi di attesa per le lavorazioni a seguito delle precipitazioni è lungo, proprio a causa della bassa permeabilità e dei conseguenti fenomeni di ristagno. La capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali e profonde è moderatamente alta ed il potenziale di adsorbimento, grazie all'elevato contenuto di argille è alto. L'attitudine allo spandimento dei liquami è moderato.

Per quanto riguarda la capacità d'uso, questi suoli rientrano in terza classe, sottoclasse s1. Nello specifico i suoli di terza classe sono "suoli con alcune limitazioni, che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie" (Costantini *et al.*, 2006; IPLA, 2010); la sottoclasse s1 indica invece il fattore limitante, che, nello specifico di questi suoli, è costituito dalla limitata profondità utile per gli apparati radicali.

Da un punto di vista gestionale, la reazione subacida/neutra unita al buon contenuto di argilla, determina una buona fertilità agrochimica, tuttavia sono presenti alcune limitazioni fisiche dovute alla tessitura fine che riduce il periodo utile per le lavorazioni. Inoltre, l'elevata densità degli orizzonti profondi e i frequenti episodi di ristagno idrico, consentono solo determinati tipi di colture. L'utilizzo consigliato, nonché più diffuso, è la coltivazione di cereali, tuttavia è possibile anche la foraggicoltura e l'allevamento bovino da carne.



**Figura 3 - Estratto della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 e ubicazione del sito di monitoraggio**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 19 di 45

**Tabella 5 - Parametri fisico-chimici - informazioni generali**

Designazione orizzonte	Ap	Ec
Limiti di passaggio	0-40	40-55
Tessitura	FL	FL/LA
Consistenza	cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico	cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico
Umidità	elevata	elevata
Concrezioni e noduli	presenza	presenza
Fenditure	no	no
Colore allo stato umido	2,5y 5/3	2,5y 6/4
Struttura	grumosa/granulare	poliedrica angolare fine di grado debole
Porosità	macropori < 0,1 % con dimensioni medie 1-5 mm	macropori 0,1-0,4 % con dimensioni medie 1-5 mm
Contenuto in scheletro	basso	basso
Efflorescenze saline	no	no
pH	7,5	7,6

**Tabella 6 - Parametri chimici - informazioni generali**

	Ap	AB	Bt
pH in H <sub>2</sub> O	7.5	7.6	7.8
Sabbia grossolana %	14.2	14.8	19.3
Sabbia fine %	25.2	28.2	23.4
Sabbia molto fine %	-	-	-
Limo grossolano %	20.9	19.2	9.0
Limo fine %	24.8	24.1	18.1
Argilla %	14.9	13.7	30.2
CaCO <sub>3</sub> %	.0	.0	.0
C organico %	0.77	0.89	0.35
N %	0.10	0.13	0.11
C/N	7.7	6.9	3.2
Sostanza organica %	1.32	1.53	0.60
C.S.C. meq/100g	9.6	10.2	-
Ca meq/100g	7.1	6.9	-
Mg meq/100g	0.6	0.8	-
K meq/100g	0.3	1.0	-
Na meq/100g	-	-	-
Fosforo assimilabile	40	-	-
Saturazione basica %	83	85	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 20 di 45

**Tabella 7 - Parametri chimici (analisi di laboratorio)**

Parametro	Unità di misura	Valore
residuo a 105°C	%	80,0
frazione setacciata a 2 mm	%	98
pH	pH	8,3
capacità di scambio cationico	meq/100g	34,0
azoto assimilabile	mg/Kg	10,0
azoto totale kjeldahl	mg/Kg	110
azoto ammoniacale come NH4	mg/Kg	<35
azoto nitrico come N	mg/Kg	10
FOC	% P	1,50
carbonati totali	g/Kg	150

Di seguito vengono riportati in un'unica tabella i risultati delle analisi chimiche condotte su campioni di suolo prelevati dall'orizzonte Ap. Nessun parametro preso in considerazione (concentrazione composti inorganici, benzene, IPA, composti fenolici, fitofarmaci, idrocarburi, PCB) risulta superare i limiti imposti dal D. Lgs. 152 del 2006 per i siti destinati ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

**Tabella 8 - Analisi per quantificazione inquinanti**

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAll. 5 Tab.1/A e s.m.i
cianuri liberi	mg/Kg	<0,072	1
fluoruri	mg/Kg	2,40	100
fosforo assimilabile	mg/Kg	25,0	
arsenico	mg/Kg	10,0	20
cadmio	mg/Kg	0,290	2
cromo totale	mg/Kg	95	150
mercurio	mg/Kg	0,093	1
nicel	mg/Kg	63	120
piombo	mg/Kg	33,0	100
cromo (VI)	mg/Kg	0,200	2
- PCB	mg/Kg	<0,0025	0,06
aroclor 1016	mg/Kg	<0,00210	
aroclor 1221	mg/Kg	<0,00220	
aroclor 1232	mg/Kg	<0,00210	
aroclor 1242	mg/Kg	<0,0025	
aroclor 1248	mg/Kg	<0,00210	
aroclor 1254	mg/Kg	<0,00095	
aroclor 1260	mg/Kg	<0,00099	
idrocarburi leggeri (C6-C10)	mg/Kg	<0,240	

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAII. 5 Tab.1/A e s.m.i
idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg	<0,87	
benzene	mg/Kg	<0,00330	0,1
- metilfenolo (o,m,p) (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	mg/Kg	<0,01	0,1
2,4,6-triclorofenolo	mg/Kg	<0,0033	0,01
2,4-diclorofenolo	mg/Kg	<0,0050	0,5
2-clorofenolo	mg/Kg	<0,0037	0,5
2-metilfenolo	mg/Kg	<0,00270	
3-metilfenolo	mg/Kg	<0,00260	
4-metilfenolo	mg/Kg	<0,0051	
fenolo	mg/Kg	<0,0052	1
pentaclorofenolo	mg/Kg	<0,00052	0,01
- sommatoria policiclici aromatici (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	mg/Kg	0,060	10
benzo[a]antracene	mg/Kg	0,0098	0,5
benzo[a]pirene	mg/Kg	0,0120	0,1
benzo[b]fluorantene	mg/Kg	0,0110	0,5
benzo[g,h,i]perilene	mg/Kg	0,0063	0,1
benzo[k]fluorantene	mg/Kg	0,0060	0,5
crisene	mg/Kg	0,0110	5
dibenzo[a,e]pirene	mg/Kg	0,00090	0,1
dibenzo[a,h]antracene	mg/Kg	0,00170	0,1
dibenzo[a,h]pirene	mg/Kg	0,00072	0,1
dibenzo[a,i]pirene	mg/Kg	0,00110	0,1
dibenzo[a,l]pirene	mg/Kg	0,00160	0,1
indeno[1,2,3-cd]pirene	mg/Kg	0,0064	0,1
pirene	mg/Kg	0,0130	5
atrazina	mg/Kg	<0,000320	0,01
- DDD (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,0004	0,01
- DDE (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00025	0,01
- DDT (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00043	0,01
2,4-DDD	mg/Kg	<0,00039	
2,4-DDE	mg/Kg	<0,000230	
2,4-DDT	mg/Kg	<0,00034	
4,4-DDD	mg/Kg	<0,00040	
4,4-DDE	mg/Kg	<0,000250	
4,4-DDT	mg/Kg	<0,00043	
a-HCH	mg/Kg	<0,00046	0,01
alaclor	mg/Kg	<0,00047	0,01
aldrin	mg/Kg	<0,00046	0,01
b-HCH	mg/Kg	<0,00051	0,01
dieldrin	mg/Kg	<0,00043	0,01
endrin	mg/Kg	<0,000330	0,01
g-HCH lindano	mg/Kg	<0,00042	0,01
- clordano (cis+trans)	mg/Kg	<0,00031	0,01
cis-clordano	mg/Kg	<0,000240	
trans-clordano	mg/Kg	<0,000310	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 22 di 45

### Tabella 9 - Risultati test tossicità

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAll. 5 Tab.1/A e s.m.i
test di germinazione ed allungamento radicale con specie indicatrice <i>Lepidium sativum</i> L.	lg %	83	
saggio di tossicità acuta con <i>Vibrio fischeri</i> : Inibizione % 15'	l %	0	

Per quanto concerne il test di germinazione, la scala di riferimento presa in considerazione per la valutazione dell'IG% è la seguente: IG%<30: alta tossicità del suolo; IG% 30-70: da moderata a bassa tossicità del suolo; IG% 70-100: assenza di effetti (tossici o biostimolativi); IG%>100: suolo con capacità di biostimolazione. Nel caso in esame si ha l'assenza di effetti tossici.

Anche per quanto riguarda l'inibizione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* i risultati confermano assenza di tossicità.



Figura 4 - Sito SUO-NL-001

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 23 di 45

## 4.2. SUO-NL-002

Il sito è ubicato in località Cascina Moffa, nel Comune di Novi Ligure; è situato a 216 m s.l.m., su terreno pianeggiante, utilizzato come seminativo. Nelle vicinanze sono presenti filari alberati.

È localizzato nei pressi di un piccolo invaso. Il sondaggio mediante trivellate ha confermato anche in questo caso l'appartenenza all'unità UO225, convalidando quindi quanto riportato dalla Carta dei suoli della Regione Piemonte. Localmente sono state rilevate alcune lievi differenze rispetto al pedon rappresentativo, dovute alla naturale variabilità dei suoli (ad es. orizzonti Ap inferiori a 40 cm). In generale le trivellate hanno permesso di identificare la sequenza di orizzonti tipica Ap, Ec e Bt riportata per il suolo zonale. In questo caso l'orizzonte Ec è stato rilevato con maggiore frequenza, inoltre è stata rilevata la sporadica presenza di un orizzonte Cg che tende a risalire dalle profondità maggiori, costituito prevalentemente da limo di colore grigio chiaro (2.5 y 7/1). L'effervescenza risulta assente negli orizzonti Ap, Ec, Bt mentre nell'orizzonte Cg si è verificata una leggera reazione all'HCl (effervescenza 2).

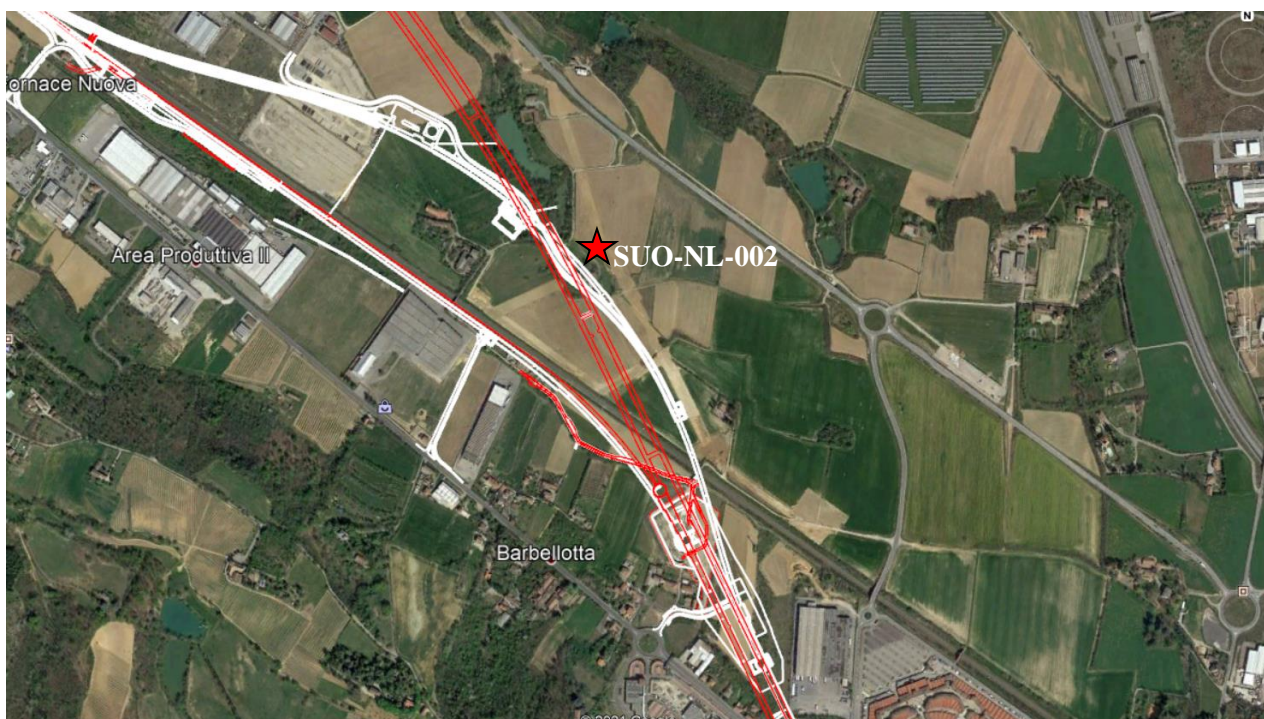
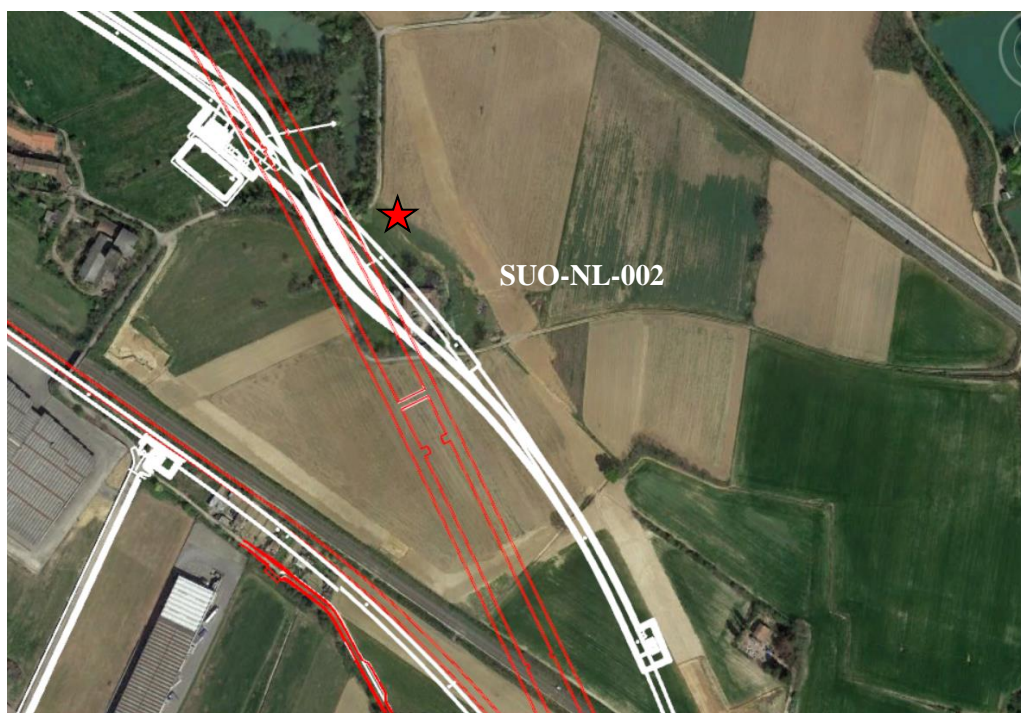


Figura 5 – Inquadramento Aerofotogrammetrico di SUO-NL-002 rispetto all'interconnessione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 24 di 45



**Figura 6 - Ubicazione della stazione di monitoraggio**

#### 4.2.1. *Distribuzione, descrizione sintetica e classificazione*

In base all'indagine cartografica, il sito ricade pienamente nell'unità cartografica UO225, la quale è rappresentata principalmente (copertura 80%) da Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi. In generale questi suoli sono localizzati sui terrazzi che si ergono tra i fiumi Orba, Lemme e Scrivia, in provincia di Alessandria. Si tratta quindi di suoli sviluppatasi sugli antichi depositi alluvionali, i quali, essendo protetti dai fenomeni erosivi, hanno potuto sviluppare un avanzato grado di pedogenesi. La litologia prevalente è costituita da limi. L'uso del suolo è prettamente agricolo (soprattutto cerealicoltura es. mais, sorgo), tuttavia, in corrispondenza dei centri abitati (es. Novi Ligure e Serravalle Scrivia), gli insediamenti urbani ed industriali hanno occupato parzialmente queste superfici.

Per quanto concerne le proprietà dei suoli, essi presentano un grado di pedogenesi piuttosto elevata, con tessiture prevalentemente da franco limose a franco argillose. A causa dell'elevato contenuto di limi e argille e dell'elevata densità degli orizzonti minerali profondi, caratterizzati anche dalla presenza di abbondanti noduli di Ferro e Manganese, la profondità utile per le radici è limitata a 90 cm. Inoltre tali caratteri determinano una moderata disponibilità di ossigeno e una bassa



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 25 di 45</p>

permeabilità, la quale si traduce in un drenaggio mediocre, tale da causare frequenti episodi di ristagno idrico.

Per quanto concerne il profilo, il *topsoil*, costituito dall' orizzonte superficiale (Ap), è fortemente interessato dalle lavorazioni agricole e si presenta di colore bruno olivastro con tessitura franco limosa e basso contenuto di scheletro. La reazione del suolo è subacida e non è presente carbonato di calcio. Il subsoil invece presenta colore prevalente bruno giallastro, tessitura franco limosa/franco argillosa e basso contenuto di scheletro. La reazione del suolo è neutra e non è presente carbonato di calcio.

Dal punto di vista diagnostico sono stati individuati due orizzonti principali: l'epipedon ochrico e l'orizzonte argillico. In generale la sequenza tipica degli orizzonti è Ap-Ec-Bt. A partire dagli orizzonti eluviali (E) sono presenti concrezioni di ferro e manganese che aumentano notevolmente negli orizzonti argillici (Bt).

Da un punto di vista tassonomico i suoli di questa unità sono stati classificati come Typic Haplustalf, fine-loamy, mixed, nonacid, mesic, secondo la USDA Soil Taxonomy ( Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi secondo la legenda della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000), caratterizzati da regime di umidità Ustico e regime di temperatura Mesico.

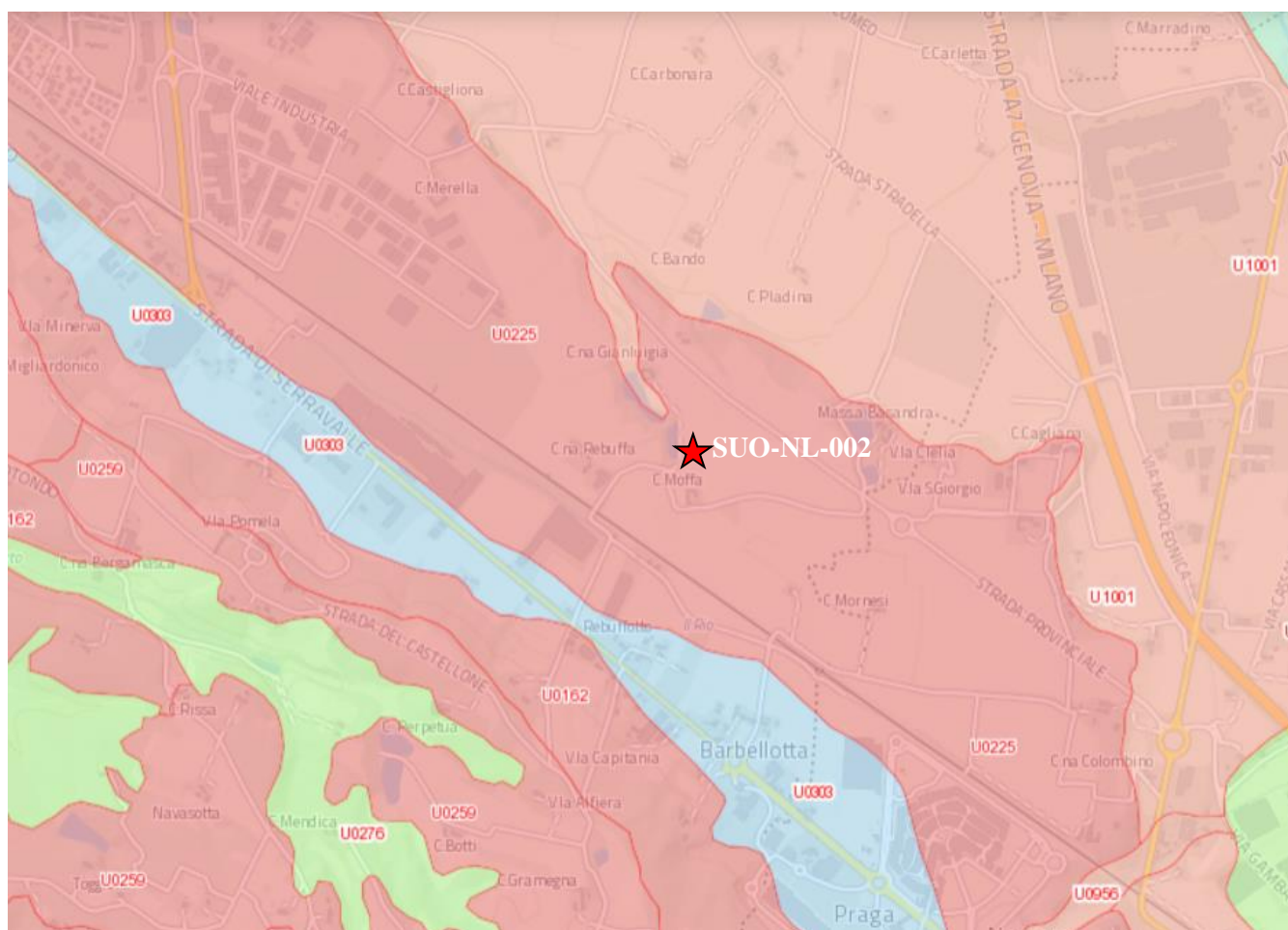
#### 4.2.2. *Caratteri specifici, capacità d'uso e gestione*

L'elevato contenuto di limo e argilla, nonché l'elevata densità degli orizzonti minerali e la presenza di concrezioni e noduli di ferro e manganese negli orizzonti profondi, rende questi suoli non particolarmente semplici da gestire. L'effetto combinato di tutti questi fattori determina una moderata disponibilità d'ossigeno ed una capacità in acqua disponibile (AWC) di circa 295 mm. Il rischio di incrostamento superficiale è forte, mentre il rischio di deficit idrico è moderato. A causa della tessitura prevalentemente franco limosa/argillosa, la lavorabilità e la percorribilità sono moderate e i tempi di attesa per le lavorazioni a seguito delle precipitazioni è lungo, proprio a causa della bassa permeabilità e dei conseguenti fenomeni di ristagno. La capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali e profonde è moderatamente alta ed il potenziale di adsorbimento, grazie all'elevato contenuto di argille è alto. L'attitudine allo spandimento dei liquami è moderato.

Per quanto riguarda la capacità d'uso, questi suoli rientrano in terza classe, sottoclasse s1. Nello specifico i suoli di terza classe sono "suoli con alcune limitazioni, che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie" (Costantini *et al.*, 2006; IPLA, 2010); la sottoclasse s1 indica invece il fattore limitante, che, nello specifico di questi suoli, è costituito dalla limitata profondità utile per gli apparati radicali.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 26 di 45

Da un punto di vista gestionale, la reazione subacida/neutra unita al buon contenuto di argilla, determina una buona fertilità agrochimica, tuttavia sono presenti alcune limitazioni fisiche dovute alla tessitura fine che riduce il periodo utile per le lavorazioni. Inoltre, l'elevata densità degli orizzonti profondi e i frequenti episodi di ristagno idrico, consentono solo determinati tipi di colture. L'utilizzo consigliato, nonché più diffuso, è la coltivazione di cereali, tuttavia è possibile anche la foraggicoltura e l'allevamento bovino da carne.



**Figura 7 - Estratto della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 e ubicazione del sito di monitoraggio**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 27 di 45

**Tabella 10 - Parametri fisico-chimici - informazioni generali**

Designazione orizzonte	Ap	Ec
Limiti di passaggio	0-40	40-55
Tessitura	FL	FL/LA
Consistenza	cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico	cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico
Umidità	elevata	elevata
Concrezioni e noduli	presenza	presenza
Fenditure	no	no
Colore allo stato umido	2,5y 5/3	2,5y 6/4
Struttura	grumosa/granulare	poliedrica angolare fine di grado debole
Porosità	macropori < 0,1 % con dimensioni medie 1-5 mm	macropori 0,1-0,4 % con dimensioni medie 1-5 mm
Contenuto in scheletro	basso	basso
Efflorescenze saline	no	no
Ph	7,5	7,6

**Tabella 11 - Parametri chimici - informazioni generali**

	Ap	AB	Bt
pH in H <sub>2</sub> O	7.5	7.6	7.8
Sabbia grossolana %	14.2	14.8	19.3
Sabbia fine %	25.2	28.2	23.4
Sabbia molto fine %	-	-	-
Limo grossolano %	20.9	19.2	9.0
Limo fine %	24.8	24.1	18.1
Argilla %	14.9	13.7	30.2
CaCO <sub>3</sub> %	.0	.0	.0
C organico %	0.77	0.89	0.35
N %	0.10	0.13	0.11
C/N	7.7	6.9	3.2
Sostanza organica %	1.32	1.53	0.60
C.S.C. meq/100g	9.6	10.2	-
Ca meq/100g	7.1	6.9	-
Mg meq/100g	0.6	0.8	-
K meq/100g	0.3	1.0	-
Na meq/100g	-	-	-
Fosforo assimilabile	40	-	-
Saturazione basica %	83	85	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam	Foglio 28 di 45

**Tabella 12 - Parametri chimici (analisi di laboratorio)**

Parametro	Unità di misura	Valore
residuo a 105°C	%	73,0
frazione setacciata a 2 mm	%	98
pH	pH	8,3
capacità di scambio cationico	meq/100g	<0,100
capacità di scambio cationico	meq/100g	39,0
- azoto assimilabile	mg/Kg	3,10
azoto totale kjeldahl	mg/Kg	180
azoto ammoniacale come NH4	mg/Kg	43
azoto nitrico come N	mg/Kg	3,10
FOC	% P	1,70

Di seguito vengono riportati in un'unica tabella i risultati delle analisi chimiche condotte su campioni di suolo prelevati dall'orizzonte Ap. Nessun parametro preso in considerazione (concentrazione composti inorganici, benzene, IPA, composti fenolici, fitofarmaci, idrocarburi, PCB) risulta superare i limiti imposti dal D. Lgs. 152 del 2006 per i siti destinati ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

**Tabella 13 - Analisi per quantificazione inquinanti**

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAII. 5 Tab.1/A e s.m.i
cianuri liberi	mg/Kg	<0,078	1
fluoruri	mg/Kg	2,20	100
fosforo assimilabile	mg/Kg	10,0	
arsenico	mg/Kg	9,0	20
cadmio	mg/Kg	0,250	2
cromo totale	mg/Kg	95	150
mercurio	mg/Kg	0,084	1
nichel	mg/Kg	60	120
piombo	mg/Kg	31,0	100
cromo (VI)	mg/Kg	0,260	2
- PCB	mg/Kg	<0,0025	0,06
aroclor 1016	mg/Kg	<0,00210	
aroclor 1221	mg/Kg	<0,00220	
aroclor 1232	mg/Kg	<0,00220	
aroclor 1242	mg/Kg	<0,0025	
aroclor 1248	mg/Kg	<0,00210	
aroclor 1254	mg/Kg	<0,00095	
aroclor 1260	mg/Kg	<0,00099	
idrocarburi leggeri (C6-C10)	mg/Kg	<0,230	

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAII. 5 Tab.1/A e s.m.i
idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg	<1,00	
benzene	mg/Kg	<0,00320	0,1
- metilfenolo (o,m,p) (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	mg/Kg	<0,01	0,1
2,4,6-triclorofenolo	mg/Kg	<0,0033	0,01
2,4-diclorofenolo	mg/Kg	<0,0050	0,5
2-clorofenolo	mg/Kg	<0,0038	0,5
2-metilfenolo	mg/Kg	<0,00280	
3-metilfenolo	mg/Kg	<0,00270	
4-metilfenolo	mg/Kg	<0,0051	
fenolo	mg/Kg	<0,0052	1
pentaclorofenolo	mg/Kg	<0,00052	0,01
- sommatoria policiclici aromatici (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	mg/Kg	0,064	10
benzo[a]antracene	mg/Kg	0,0120	0,5
benzo[a]pirene	mg/Kg	0,0130	0,1
benzo[b]fluorantene	mg/Kg	0,0085	0,5
benzo[g,h,i]perilene	mg/Kg	0,0071	0,1
benzo[k]fluorantene	mg/Kg	0,0063	0,5
crisene	mg/Kg	0,0110	5
dibenzo[a,e]pirene	mg/Kg	0,00110	0,1
dibenzo[a,h]antracene	mg/Kg	0,00280	0,1
dibenzo[a,h]pirene	mg/Kg	0,00170	0,1
dibenzo[a,i]pirene	mg/Kg	0,00170	0,1
dibenzo[a,l]pirene	mg/Kg	0,00140	0,1
indeno[1,2,3-cd]pirene	mg/Kg	0,0066	0,1
pirene	mg/Kg	0,018	5
atrazina	mg/Kg	<0,000320	0,01
- DDD (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,0004	0,01
- DDE (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00025	0,01
- DDT (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00043	0,01
2,4-DDD	mg/Kg	<0,00039	
2,4-DDE	mg/Kg	<0,000230	
2,4-DDT	mg/Kg	<0,00035	
4,4-DDD	mg/Kg	<0,00040	
4,4-DDE	mg/Kg	<0,000250	
4,4-DDT	mg/Kg	<0,00043	
a-HCH	mg/Kg	<0,00046	0,01
alaclor	mg/Kg	<0,00047	0,01
aldrin	mg/Kg	<0,00047	0,01
b-HCH	mg/Kg	<0,00051	0,01
dieldrin	mg/Kg	<0,00043	0,01
endrin	mg/Kg	<0,000330	0,01
g-HCH lindano	mg/Kg	<0,00042	0,01
- clordano (cis+trans)	mg/Kg	<0,00031	0,01
cis-clordano	mg/Kg	<0,000240	
trans-clordano	mg/Kg	<0,000310	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 30 di 45

### Tabella 14 - Risultati test tossicità

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAll. 5 Tab.1/A e s.m.i
test di germinazione ed allungamento radicale con specie indicatrice <i>Lepidium sativum</i> L.	lg %	64	
saggio di tossicità acuta con <i>Vibrio fischeri</i> : Inibizione % 15'	l %	0	

Per quanto concerne il test di germinazione, la scala di riferimento presa in considerazione per la valutazione dell'IG% è la seguente: IG%<30: alta tossicità del suolo; IG% 30-70: da moderata a bassa tossicità del suolo; IG% 70-100: assenza di effetti (tossici o biostimolativi); IG%>100: suolo con capacità di biostimolazione. Nel caso in esame si ha probabilmente una bassa tossicità del suolo.

Per quanto riguarda l'inibizione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* i risultati confermano assenza di tossicità.



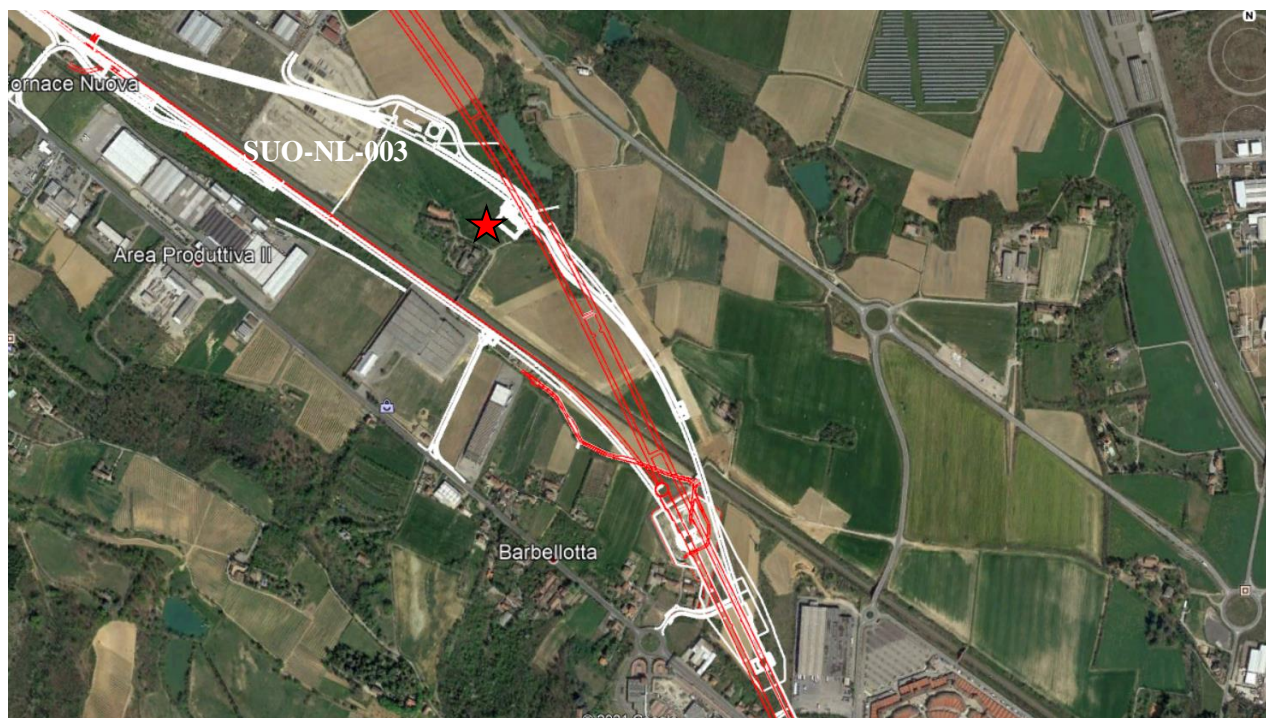
Figura 8 - Trivella e carota di suolo estratta dal sito SUO-NL-002

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 31 di 45

### 4.3. SUO-NL-003

Il sito è ubicato tra Cascina Moffa e Cascina Rebuffa, nel Comune di Novi Ligure; è situato a 218 m s.l.m., su terreno pianeggiante ed ospita una formazione prativa (arrenatereto). Nelle vicinanze sono presenti filari alberati e formazioni arboree che costeggiano il perimetro dei laghetti di cava.

Sebbene il sito si trovi ancora all'interno dell'UO225, esso è ubicato in prossimità dell'intersezione con un'altra unità (UO1001). Il sondaggio ha evidenziato la presenza di suoli dal colore tipicamente rossastro, ben diversi dai suoli individuati nei punti SUO-NL-001 e SUO-NL-002. Le trivellate hanno evidenziato la presenza di orizzonti Ap e AB, quest'ultimo caratterizzato da una colorazione tendente al rossastro. Intorno ai 40/50 cm l'approfondimento della trivella non è stato più possibile a causa dell'aumento della densità e dello scheletro. Sebbene non completamente investigato, è stato possibile comunque raggiungere l'inizio di un orizzonte Bt, caratterizzato da colorazioni spiccatamente rossastre e da un elevato contenuto di scheletro piuttosto alterato. Di fatto, sulla base del sondaggio di campo, è possibile affermare che i suoli del sito SUO-NL-003 rientrano piuttosto bene nei suoli zonalni tipici dell'unità UO1001 (Alfisuoli di pianura ghiaiosi secondo la Carta dei Suoli della Regione Piemonte). Le trivellate hanno globalmente confermato i caratteri tipici di questi suoli e non sono state rilevate differenze rilevanti rispetto al pedon rappresentativo, se non qualche leggera variazione nella potenza degli orizzonti Ap e AB.



**Figura 9 – Inquadramento Aerofotogrammetrico di SUO-NL-003 rispetto all'interconnessione**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 32 di 45

#### 4.3.1. *Distribuzione, descrizione sintetica e classificazione*

L'indagine cartografica ha evidenziato che il punto di SUO-NL-003 si trova all'intersezione con un'altra unità, nello specifico la UO1001, la quale è rappresentata (70%) da Alfisuoli di pianura ghiaiosi dal caratteristico colore rossastro, secondo la Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000. Questi suoli sono diffusi nella pianura denominata Fraschetta, che si estende nella provincia di Alessandria tra gli abitati di Serravalle Scrivia (AL), Mandrogne (AL) e Spinetta Marengo (AL). La pianura è costituita da un ampio ed antico conoide pianeggiante, costituito da sedimenti alluvionali depositati in tempi remoti dal torrente Scrivia. I sedimenti sono costituiti principalmente da ghiaie e ciottoli calcarei, originatisi dalla disgregazione fisica delle rocce dei rilievi montuosi appenninici. I processi pedogenetici hanno agito per molto tempo, dando origine ad Alfisuoli piuttosto evoluti dal caratteristico colore rossastro. Il colore è dovuto principalmente all'ossidazione del ferro presente nel materiale parentale di origine che si accumula progressivamente all'interno del profilo con l'avanzare dei processi pedogenetici. Proprio per effetto della pedogenesi avanzata gli orizzonti superficiali e la terra fine sono completamente decarbonatati. Nonostante la presenza di argille, la fertilità del suolo è solo bassa/moderata per effetto di una bassa capacità di scambio cationico. Il fattore limitante in questi suoli è rappresentato dalla presenza di ghiaie inalterate o poco alterate ad una profondità di circa 60/80 cm. La disponibilità di ossigeno e il drenaggio sono buoni.

Da un punto di vista morfologico/descrittivo questi suoli presentano un *topsoil* di colore bruno con tessitura franca o franco limosa e reazione subalcalina, mentre il *subsoil* presenta un colore rosso giallastro con tessitura franco argillosa e reazione subalcalina. Negli orizzonti minerali profondi sono visibili le pellicole di argilla illuviale. Infine è presente un orizzonte C di colore bruno giallastro e tessitura sabbioso-franca, costituito dal materiale parentale calcareo con presenza di concrezioni carbonatiche. In generale lo scheletro è moderato negli orizzonti più superficiali e diventa progressivamente più abbondante con la profondità.

Dal punto di vista diagnostico sono stati individuati due orizzonti principali: un epipedon ochrico ed uno argillico. La sequenza tipica degli orizzonti è Ap-Bt-Ck e il suolo è stato classificato Calcic Haploxeralf, loamy-skeletal over sandy-skeletal, mixed, nonacid, mesic, secondo la USDA Soil Taxonomy, corrispondente agli Alfisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over) secondo la legenda della Carta dei Suoli. I suoli presentano regime di umidità Xerico e regime di temperatura Mesico.

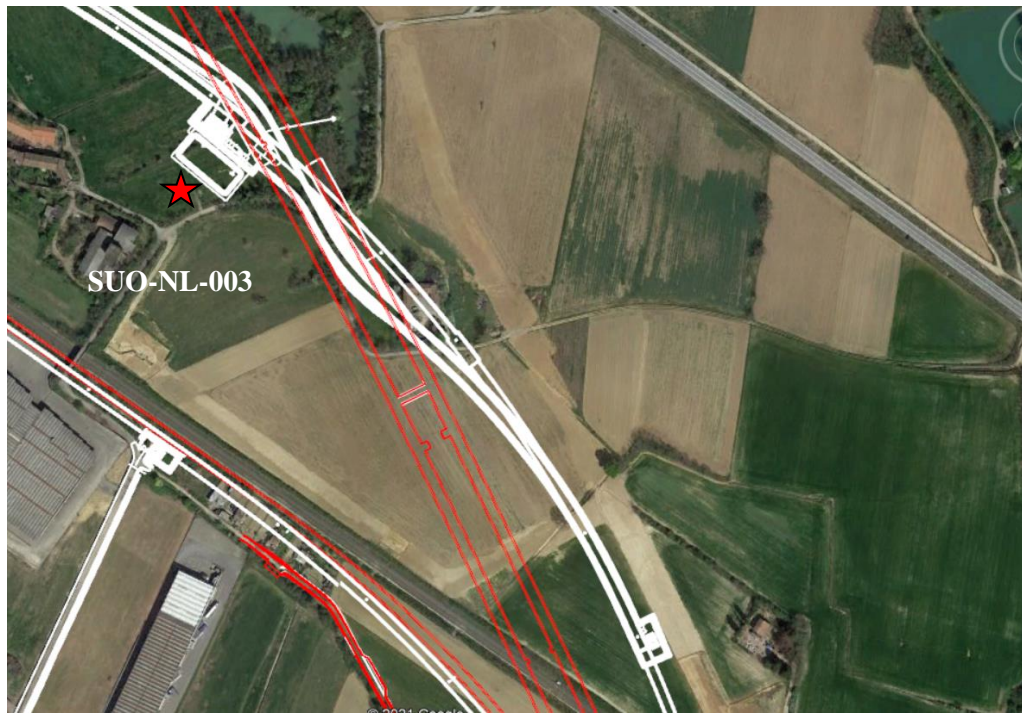


GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 33 di 45

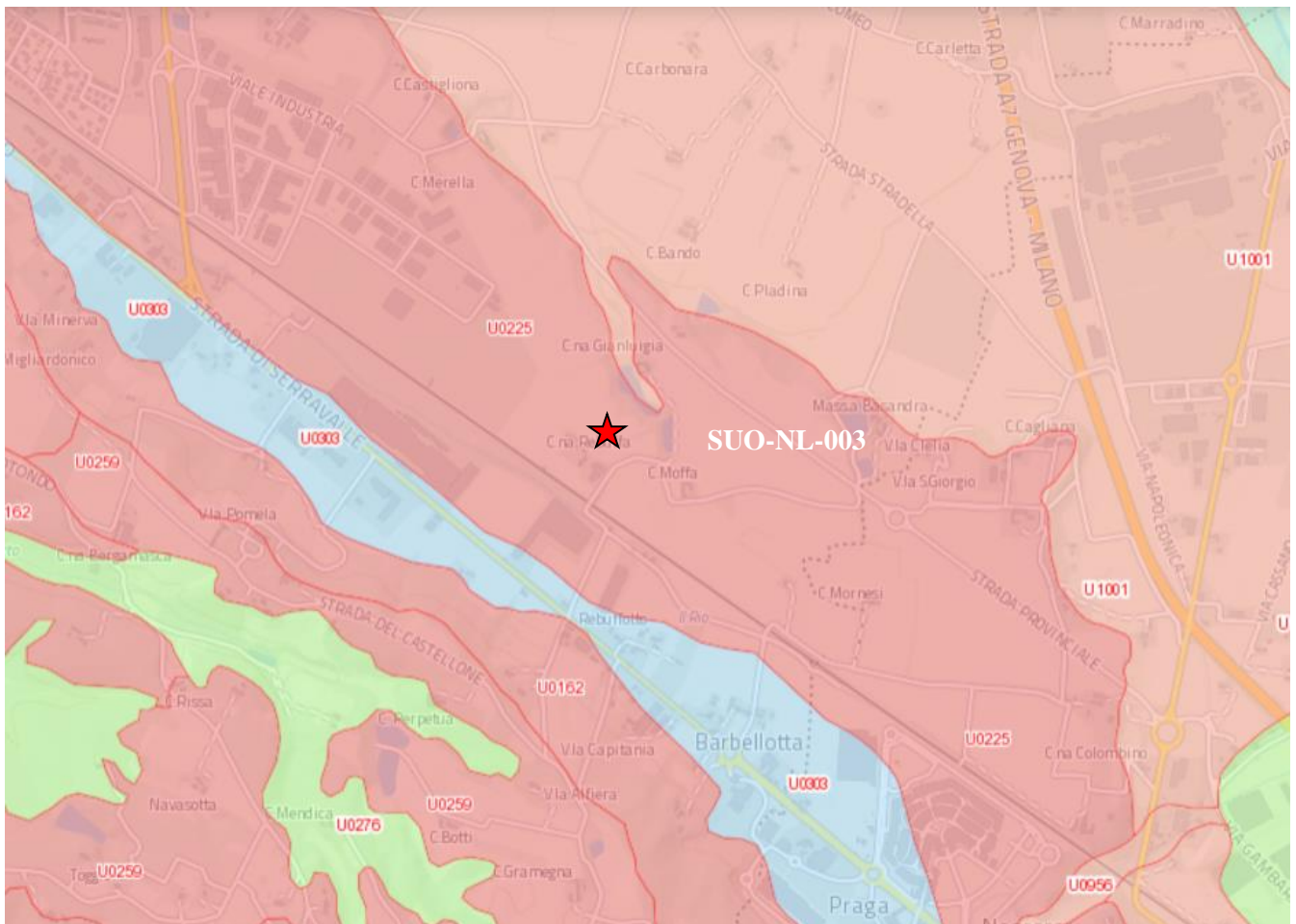
#### 4.3.2. *Caratteri specifici, capacità d'uso e gestione*

Nonostante l'elevato contenuto di argilla, l'abbondante scheletro, la densità non troppo elevata e la presenza dell'orizzonte Ck a profondità non elevate, determinano una buona disponibilità di ossigeno ed una buona permeabilità. La capacità in acqua disponibile è pari a 110 mm e il rischio di incrostamento superficiale è forte. Per effetto del buon drenaggio il rischio di deficit idrico per le colture è elevato, mentre il tempo di attesa per le lavorazioni a seguito delle precipitazioni è breve; la lavorabilità e la percorribilità sono moderate. I suoli presentano una capacità protettiva nei confronti delle acque di superficie moderatamente alta ed un basso potenziale di adsorbimento, mentre la capacità protettiva nei confronti delle acque profonde è moderatamente bassa ma con un alto potenziale di adsorbimento. L'attitudine allo spandimento liquami è bassa. Per quanto riguarda la capacità d'uso i suoli rientrano nella terza classe, ovvero "suoli con alcune limitazioni, che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie" (Costantini *et al.*, 2006; IPLA, 2010) e sottoclasse s1 per via delle limitazioni all'approfondimento radicale.

Dal punto di vista gestionale questi suoli sono idonei alla coltivazione di frumento ed orzo, mentre il mais necessita di abbondanti irrigazioni a causa del drenaggio abbastanza elevato. La presenza dell'orizzonte Ck, costituito da ciottoli, rende l'attitudine allo spandimento dei liquami bassa, proprio a causa del pericolo di infiltrazione dei liquami in falda. Questi suoli si prestano anche alla coltivazione di specie arboree a patto che non siano particolarmente esigenti dal punto di vista idrico.



**Figura 10 - Ubicazione della stazione di monitoraggio**



**Figura 11 - Estratto della Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 e ubicazione del sito di monitoraggio**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 36 di 45

**Tabella 15 - Parametri fisico-chimici - informazioni generali**

Designazione orizzonte	Ap	Ec
Limiti di passaggio	0-30	30-50
Tessitura	franca	
Consistenza	cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico	cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; non calcareo
Umidità	Elevata	Elevata
Concrezioni e noduli	presenti	presenti
Fenditure	assenti	assenti
Colore allo stato umido	7,5yr 4/4	7,5yr 4/4
Struttura	forma subarrotondata	poliedrica subangolare media di grado moderato
Porosità	-	-
Contenuto in scheletro	8%	8%
Efflorescenze saline	assenti	assenti
Ph	7.5	7.6

**Tabella 16 - Parametri chimici - informazioni generali**

	Ap	AB	Bt
pH in H2O	7.5	7.6	7.8
Sabbia grossolana %	14.2	14.8	19.3
Sabbia fine %	25.2	28.2	23.4
Sabbia molto fine %	-	-	-
Limo grossolano %	20.9	19.2	9.0
Limo fine %	24.8	24.1	18.1
Argilla %	14.9	13.7	30.2
CaCO3 %	.0	.0	.0
C organico %	0.77	0.89	0.35
N %	0.10	0.13	0.11
C/N	7.7	6.9	3.2
Sostanza organica %	1.32	1.53	0.60
C.S.C. meq/100g	9.6	10.2	-
Ca meq/100g	7.1	6.9	-
Mg meq/100g	0.6	0.8	-
K meq/100g	0.3	1.0	-
Na meq/100g	-	-	-
Fosforo assimilabile	40	-	-
Saturazione basica %	83	85	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam		Foglio 37 di 45

**Tabella 17 - Parametri chimici (analisi di laboratorio)**

Parametro	Unità di misura	Valore
residuo a 105°C	%	76,0
frazione setacciata a 2 mm	%	98
pH	pH	8,1
capacità di scambio cationico	meq/100g	<0,100
capacità di scambio cationico	meq/100g	37,0
azoto assimilabile	mg/Kg	0,90
azoto totale kjeldahl	mg/Kg	84
azoto ammoniacale come NH <sub>4</sub>	mg/Kg	<37
azoto nitrico come N	mg/Kg	0,90
FOC	% P	0,96

Di seguito vengono riportati in un'unica tabella i risultati delle analisi chimiche condotte su campioni di suolo prelevati dall'orizzonte Ap. Nessun parametro preso in considerazione (concentrazione composti inorganici, benzene, IPA, composti fenolici, fitofarmaci, idrocarburi, PCB) risulta superare i limiti imposti dal D. Lgs. 152 del 2006 per i siti destinati ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

**Tabella 18 - Analisi per quantificazione inquinanti**

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAII. 5 Tab.1/A e s.m.i
cianuri liberi	mg/Kg	<0,074	1
fluoruri	mg/Kg	4,00	100
fosforo assimilabile	mg/Kg	32,0	
arsenico	mg/Kg	12,0	20
cadmio	mg/Kg	0,180	2
cromo totale	mg/Kg	110	150
mercurio	mg/Kg	0,069	1
nicel	mg/Kg	64	120
piombo	mg/Kg	25,0	100
cromo (VI)	mg/Kg	0,320	2
- PCB	mg/Kg	<0,0028	0,06
aroclor 1016	mg/Kg	<0,0023	
aroclor 1221	mg/Kg	<0,0024	
aroclor 1232	mg/Kg	<0,0024	
aroclor 1242	mg/Kg	<0,0028	
aroclor 1248	mg/Kg	<0,0023	
aroclor 1254	mg/Kg	<0,00100	
aroclor 1260	mg/Kg	<0,00110	
idrocarburi leggeri (C6-C10)	mg/Kg	<0,240	
idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg	<0,84	
benzene	mg/Kg	<0,00330	0,1

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAII. 5 Tab.1/A e s.m.i
- metilfenolo (o,m,p) (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	mg/Kg	<0,01	0,1
2,4,6-triclorofenolo	mg/Kg	<0,0037	0,01
2,4-diclorofenolo	mg/Kg	<0,0055	0,5
2-clorofenolo	mg/Kg	<0,0041	0,5
2-metilfenolo	mg/Kg	<0,00300	
3-metilfenolo	mg/Kg	<0,00290	
4-metilfenolo	mg/Kg	<0,0056	
fenolo	mg/Kg	<0,0057	1
pentaclorofenolo	mg/Kg	<0,00057	0,01
- sommatore policiclici aromatici (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	mg/Kg	0,100	10
benzo[a]antracene	mg/Kg	0,019	0,5
benzo[a]pirene	mg/Kg	0,022	0,1
benzo[b]fluorantene	mg/Kg	0,0130	0,5
benzo[g,h,i]perilene	mg/Kg	0,0100	0,1
benzo[k]fluorantene	mg/Kg	0,0120	0,5
crisene	mg/Kg	0,019	5
dibenzo[a,e]pirene	mg/Kg	0,00200	0,1
dibenzo[a,h]antracene	mg/Kg	0,00270	0,1
dibenzo[a,h]pirene	mg/Kg	0,00230	0,1
dibenzo[a,i]pirene	mg/Kg	0,00240	0,1
dibenzo[a,l]pirene	mg/Kg	0,00240	0,1
indeno[1,2,3-cd]pirene	mg/Kg	0,0095	0,1
pirene	mg/Kg	0,030	5
atrazina	mg/Kg	<0,00035	0,01
- DDD (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00044	0,01
- DDE (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00027	0,01
- DDT (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg	<0,00047	0,01
2,4-DDD	mg/Kg	<0,00042	
2,4-DDE	mg/Kg	<0,000260	
2,4-DDT	mg/Kg	<0,00038	
4,4-DDD	mg/Kg	<0,00044	
4,4-DDE	mg/Kg	<0,000270	
4,4-DDT	mg/Kg	<0,00047	
a-HCH	mg/Kg	<0,00050	0,01
alaclor	mg/Kg	<0,00052	0,01
aldrin	mg/Kg	<0,00051	0,01
b-HCH	mg/Kg	<0,00056	0,01
dieldrin	mg/Kg	<0,00048	0,01
endrin	mg/Kg	<0,00036	0,01
g-HCH lindano	mg/Kg	<0,00046	0,01
- clordano (cis+trans)	mg/Kg	<0,00034	0,01
cis-clordano	mg/Kg	<0,000260	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 39 di 45</span>

**Tabella 19 - Risultati test tossicità**

Parametro	Unità di misura	Valore	D.Lgs.152/06 P.IV-T.VAll. 5 Tab.1/A e s.m.i
test di germinazione ed allungamento radicale con specie indicatrice <i>Lepidium sativum</i> L.	lg %	90	
saggio di tossicità acuta con <i>Vibrio fischeri</i> : Inibizione % 15'	l %	0	

Per quanto concerne il test di germinazione, la scala di riferimento presa in considerazione per la valutazione dell'IG% è la seguente: IG%<30: alta tossicità del suolo; IG% 30-70: da moderata a bassa tossicità del suolo; IG% 70-100: assenza di effetti (tossici o biostimolativi); IG%>100: suolo con capacità di biostimolazione. Nel caso in esame vi è assenza di tossicità del suolo.

Per quanto riguarda l'inibizione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* i risultati confermano assenza di tossicità.



**Figura 12 - Scavo manuale nel sito SUO-NL-003**



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 41 di 45</p>

## 5. CONCLUSIONI

La reazione del suolo, espressa dal pH (logaritmo negativo in base 10 della concentrazione in moli L<sup>-1</sup> di ioni H<sup>+</sup> presenti nella fase liquida ottenuta dall'agitazione del suolo in acqua o soluzione salina), risulta essere moderatamente alcalina (ISPRA, 2010) in tutti e tre i campioni di *topsoil* analizzati. In generale i valori ottimali di pH sono quelli compresi tra 6 e 7,5, in quanto garantiscono le condizioni ottimali per la crescita vegetale. In suoli troppo alcalini potrebbe verificarsi carenza di alcuni microelementi, quali ferro zinco e rame (Celi e Bonifacio, 2016), viceversa in suoli acidi vi sarà ridotta disponibilità di azoto, fosforo e potassio (Giardini, 2004) ed elevato il rischio di tossicità da alluminio (Celi e Bonifacio, 2016).

Per quanto concerne la capacità di scambio cationico (CSC), essa è considerata uno dei parametri più importanti per indicare la qualità e la produttività dei suoli, rappresentando quindi uno degli indicatori chiave per la valutazione della fertilità. La CSC dipende soprattutto dal contenuto di sostanza organica e dalla presenza di minerali argillosi in funzione del pH. In base ai risultati delle analisi il *topsoil* dei tre siti oggetto di indagine risulta avere una CSC piuttosto elevata (ISPRA, 2010).

Il *topsoil* dei siti oggetto di indagine risulta avere una dotazione di carbonio organico da media (sito SUO-NL-003) a elevata (SUO-NL-001 e SUO-NL-002) (ISPRA, 2010).

In generale, dal punto di vista dei macronutrienti, i suoli indagati risultano avere una dotazione di azoto totale da media a buona (ARPAV, 2007), di questa tuttavia solamente una frazione esigua risulta essere effettivamente disponibile, probabilmente a causa dei tassi di mineralizzazione non elevati dovuti alle basse temperature del periodo e alle condizioni di saturazione idrica. Diversamente il fosforo assimilabile presenta una maggiore variabilità tra siti, risultando essere scarso nel sito SUO-NL-002, buono nel sito SUO-NL-001 ed elevato nel sito SUO-NL-003 (ARPAV, 2007).

Per quanto riguarda i carbonati totali, anche in questo caso, in base ai risultati, si sottolinea una certa variabilità tra siti: il *topsoil* dei siti SUO-NL-001 e SUO-NL-002 risulta essere da molto a moderatamente calcareo, mentre il *topsoil* del sito SUO-NL-003 risulta essere apparentemente privo di carbonati (ARPAV, 2007).

Per quanto concerne il contenuto di metalli pesanti, i suoli oggetto di indagine risultano essere tutti al di sotto dei limiti massimi previsti dalla legge. Altresì il contenuto di PCB, aromatici volatili, composti fenolici, IPA, pesticidi azotati e clorurati risulta essere al di sotto dei limiti massimi previsti dalla legge in tutti i *topsoil* dei siti indagati.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam
	Foglio 42 di 45

## 5.1. Cenni sulla gestione del suolo in corso e post operam

### 5.1.1. Il suolo obiettivo

Nell'ambito del ripristino, l'obiettivo primario è quello di ottenere un suolo quanto più simile alla situazione originaria o che risponda alle esigenze di utilizzo dell'area e che sia in grado di svilupparsi attraverso i processi della pedogenesi. Ovviamente, date le caratteristiche peculiari dei suoli indagati (Alfisuoli antichi) e l'estrema lunghezza dei processi pedogenetici intercorsi (diverse migliaia di anni), non sarà possibile riprodurre la naturale complicazione degli orizzonti, pertanto si dovrà cercare di emulare gli orizzonti principali, avendo particolare cura nella ricostituzione di quelli superficiali (Ap). In generale sarà necessario tentare di riprodurre i principali orizzonti attraverso uno schema semplificato a due o anche tre "pseudo - orizzonti", assegnando loro funzioni di nutrizione (orizzonte A), serbatoio idrico (orizzonte B) e drenaggio e ancoraggio (orizzonte C) (ISPRA 2010; Meloni *et al.*, 2019). Il primo strato presenta in genere una profondità approssimativa di circa 20-30 cm e corrisponde agli orizzonti più importanti per lo sviluppo degli apparati radicali e per l'attività biologica. Per un suolo profondo un metro si possono considerare, ad esempio, due strati: uno che va dalla superficie fino a 30 cm ed uno da 30 fino a 100 (ISPRA, 2010). Le caratteristiche del suolo ricostituito dovranno, in linea di massima, tendere nel tempo a quelle del suolo obiettivo, almeno per quanto concerne i caratteri fondamentali quali reazione del suolo, sostanza organica, etc. Data la difficoltà nel ripristinare suoli con caratteri simili a quelli preesistenti, saranno necessari interventi correttivi con materiali organici e minerali, in modo da raggiungere i livelli minimi previsti (Meloni *et al.*, 2019).

### 5.1.2. Gestione del suolo in corso d'opera

Al fine di raggiungere gli obiettivi di ripristino previsti dal progetto, è di fondamentale importanza attuare tutte le procedure idonee alla protezione e conservazione del suolo esistente nel corso dell'opera. Di seguito si riportano brevemente le buone pratiche per una corretta gestione del suolo in corso d'opera (Meloni *et al.*, 2019):

- data la natura argillosa dei suoli in oggetto, si consiglia di valutare con attenzione le condizioni di umidità del suolo durante l'esecuzione dei lavori, al fine di non degradarne eccessivamente la struttura e le caratteristiche idrologiche;

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p> <p style="text-align: right;">Foglio 43 di 45</p>

- separare e stoccare gli orizzonti superficiali (orizzonti A generalmente corrispondenti ai primi 20-30 cm), dagli orizzonti minerali sottostanti (orizzonti B e/o C a profondità > di 30 cm); se presenti, separare anche i materiali vegetali superficiali più o meno decomposti (lettiera) dal *topsoil*. I materiali vegetali con diametro > di 30 cm vanno anch'essi separati;
- per lo stoccaggio realizzare cumuli distinti (in funzione del materiale, ovvero lettiera, *topsoil*, strati minerali, materiale vegetale di grosse dimensioni) di forma trapezoidale di altezza non superiore ai 1,5-2,5 m d'altezza, rispettando l'angolo di deposito naturale del materiale e tenendo conto della granulometria e del rischio di compattamento;
- preservare la fertilità del suolo seminando specie leguminose con possibilità di effettuare inerbimento in caso di interventi di lunga durata; ove non sia possibile o conveniente l'inerbimento, è opportuno proteggere i cumuli con materiale geotessile al fine di limitare le perdite di fertilità, l'erosione e l'invasione di specie indesiderate; lo stoccaggio dovrebbe durare preferibilmente meno di 6 mesi, max 1 anno; per stoccaggi > di 6 mesi e con cumuli di altezza superiore ad 1,5 m si consiglia di apportare compost per ripristinare la struttura del suolo e le popolazioni di organismi.

### 5.1.3. Gestione del suolo post-operam

La capacità di utilizzo delle aree e la loro funzionalità dovranno corrispondere alla situazione *ante-operam*. Fondamentale per un corretto ripristino è la posa del suolo, posto che questo sia stato adeguatamente trattato e conservato in fase di corso d'opera. Si ricorda che gli orizzonti più superficiali, in questo caso rappresentati dagli orizzonti Ap, presentano le condizioni ottimali per l'insediamento delle specie autoctone nel caso di riutilizzo di materiale vegetale locale, ma anche per la germinazione delle specie commerciali. Di seguito si riportano alcune procedure per la corretta posa del suolo (Meloni *et al.*, 2019):

- creazione di uno strato drenante di base utilizzando la frazione più grossolana, eventualmente utilizzando lo scheletro;
- distribuzione della frazione minerale più fine o superficiale con eventuale interrimento dei sassi o utilizzo della frantumatrice;
- distribuzione del *topsoil*: posa del *topsoil* conservato o di eventuale «terreno vegetale alloctono», le cui caratteristiche devono essere opportunamente verificate (assenza di scheletro grossolano, tessitura franca, pH compreso tra 5,5 e 7, sostanza organica >1,5%,  $8 < C/N < 15$ , assenza di elementi tossici) (Rivella *et al.* 2006). La quantità di *topsoil* (accantonato o alloctono) da distribuire deve essere compresa tra 10 e 30;

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam</p>	<p>Foglio 44 di 45</p>

- aratura incrociata: fino ad una profondità di almeno 30 cm, per incorporare il «terreno vegetale» (*topsoil* locale o alloctono) con quello dissodato in loco (generalmente orizzonti minerali B e/o C);
- eventuale letamazione o concimazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A3-101-A00 Suolo – Ante Operam <span style="float: right;">Foglio 45 di 45</span>

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ARPAV, 2007. L'interpretazione delle analisi del terreno. [http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/linterpretazione-delle-analisi-del-terreno/at\\_download/file](http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/linterpretazione-delle-analisi-del-terreno/at_download/file).
- Giardini, L., 2004. Agronomia Generale ambientale e aziendale. Patròn Editore, Bologna.
- ISPRA, 2010. Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture. <http://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.2-suoli.pdf>.
- Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50,000. <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/agroambiente-meteo-suoli/geoportale-piemonte-carte-dei-suoli-dei-paesaggi-atlante-dei-terreni>
- Costantini E.A., 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification). In: Costantini, E.A.C. (Ed.), Metodi di valutazione dei suoli e delle terre, Cantagalli, Siena, pp. 53 – 62.
- Costantini, E.A.C., 2007. Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici. CRA\_ABP, Firenze, Italia. <http://abp.entecra.it/soilmaps/en/downloads.html>
- IPLA, 2010. Manuale operativo per la valutazione della capacità d'uso su scala aziendale. [http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2010/07/attach/dgr\\_13271\\_040\\_08022010\\_a1.pdf](http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2010/07/attach/dgr_13271_040_08022010_a1.pdf).
- ISPRA, 2010. Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture. <http://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.2-suoli.pdf>.
- Meloni, F., Lonati, M., Martelletti, S., Pintaldi, E., Ravetto Enri, S., Freppaz, M., 2019. Manuale per il restauro ecologico di aree pianiziali interessate da infrastrutture lineari <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/foreste/imprese-operatori/manuale-per-restauro-ecologico-aree-pianiziali-interessate-infrastrutture-lineari>
- Muñoz Rojas, M., Erickson, T.E., Dixon, K.W., Merritt, D.J, 2016. Soil quality indicators to assess functionality of restored soils in degraded semiarid ecosystems. Restoration Ecology 24: S43 – S52. DOI:10.1111/rec.12368.
- Rivella, E., De Antonis, L., Molinari, VM., 2006. Le tecniche e i materiali di base. In: Socco C., Rivella, E., Maffiotti, A., (a cura di), Edilizia per l'ambiente: spazi della mobilità urbana, giardini parchi e verde urbano, Utet, Torino, 2006, pp. 187-201.