



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



Comune di Bologna



PUMS BOLOGNA METROPOLITANA

M2 C2 Investimento 4.2 "Sviluppo trasporto rapido di massa"

RTI Progettisti:



STUDIO MATTIOLI  
Ambiente · Ingegneria · Energia



## PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

### STUDI SPECIALISTICI AMBIENTE Relazione Tecnica Piano di gestione dei materiali

COMUNE DI BOLOGNA  
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE  
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO  
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ing. Barbara Baraldi  
arch. Virginia Borrello  
ing. Giulio Cimbali  
geom. Agnese Fero  
ing. Stefania Guadagnini  
geom. Luciano Notte  
ing. Lisa Ombra  
ing. Marco Pesare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA  
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO  
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO  
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO  
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE  
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI  
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI  
ING. ANGELA TORTORELLA

AMBIENTE  
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA  
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA  
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER  
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI  
ING. SIMONE VILLA

STUDI TRASPORTISTICI  
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI  
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA  
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO  
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO  
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA  
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA  
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI  
ING. SALVATORE GIUA

COMMESSA	FASE	LOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE	
B381	C	D	X00	AMB	GET	RT	01	A	-	B381C-D-X00-AMB-GET-RT-01-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Ago. 2023	PRIMA EMISSIONE	COSTA	MATTIOLI	S. CAMINITI
B					
C					
D					

## Indice

---

1. PREMESSA .....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO.....	5
3.1 DEFINIZIONE DEL TRACCIATO .....	5
3.2 CANTIERIZZAZIONE.....	7
3.2.1 ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI .....	8
3.2.2 MACROCANTIERI.....	9
3.2.3 MICROCANTIERI .....	9
4. INDAGINI AMBIENTALI.....	10
4.1 PROCEDURA DI CAMPIONAMENTO.....	10
4.2 SCREENING ANALITICO .....	11
5. GESTIONE MATERIALI .....	12
5.1 VOLUMETRIE ATTESE .....	13
5.2 OPERAZIONI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE .....	15
5.3 AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEO .....	15
5.4 VERIFICHE ANALITICHE DA EFFETTUARE IN CORSO D'OPERA .....	16
5.5 MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO DEI MATERIALI.....	17
5.6 CAVE E DISCARICHE .....	18
5.7 TRACCIABILITÀ .....	18
6. GESTIONE RIFIUTI .....	20
7. ALLEGATI.....	22

## 1. PREMESSA

---

Il presente documento costituisce il Piano di Gestione dei Materiali che verranno gestiti nel corso del progetto della “Seconda linea Tramviaria di Bologna (Tratto nord linea verde)”.

Il progetto in esame prevede la realizzazione del tratto nord della Linea Verde, dal capolinea su Via dei Mille al capolinea Nord di Corticella, lungo poco più di 6,70 km, e si sviluppa quasi interamente sull’asse sud-nord costituito da via Indipendenza, via Matteotti, via Corticella, via Bentini, per poi deviare leggermente e percorrere via S. Anna, via Byron e via Shakespeare per il tratto finale

Il piano è finalizzato alla descrizione delle modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dai lavori sopra menzionati, nelle fasi di produzione, caratterizzazione e trasporto, i flussi previsti per i materiali di scavo, nonché gli elementi che consentiranno di gestire il processo di tracciabilità dei materiali e di tutto quanto previsto dal DPR 120/2017.

Il progetto in esame è stato sottoposto a verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) e, con Determinazione Num. 6531 del 27/03/2023 della Regione Emilia Romagna, è stato escluso, ai sensi dell’art. 11, comma 1 della L.R. 4/2018, dall’ulteriore procedura di VIA.

Da un punto di vista dei volumi scavati, il progetto rientra nei cantieri di grandi dimensioni (> 6000 m<sup>3</sup>) non sottoposti a VIA e AIA e, pertanto, la gestione delle terre identificate come sottoprodotto avverrà ai sensi di quanto previsto dall’art. 22 del DPR 120/17 con le modalità descritte nell’art. 21.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si riporta, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, l'elenco delle principali disposizioni normative in materia:

- D.P.R. 13 giugno 2017 n° 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Regolamento (UE) n. 1357/2014 della Commissione, del 18 dicembre 2014, che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive Testo rilevante ai fini del SEE;
- Decreto Legislativo 03/12/2010 n° 205 "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive";
- D.M. 27/09/2010 “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005”;
- Decreto Legislativo 29/06/2010 n° 128 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”;
- Decreto Legislativo 16/01/2008 n° 4 “Ulteriori disposizioni integrative e correttive del Decreto Legislativo 22/01/2004 n°152, recante norme in materia ambientale”;
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 “Norme in materia ambientale”. Il D. Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 05/02/1997 n° 22 relativamente ai rifiuti;
- D.M. Ambiente 05/04/2006 n° 186, decreto di modifica del Decreto Ministeriale 05/02/98 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del Decreto Legislativo 05/02/97 n° 22”;
- Decreto Legislativo 13/01/2003 n° 36 “Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;

- 
- Decreto Ministeriale 05/02/98 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del Decreto Legislativo 05/02/97 n° 22”.

### 3. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

#### 3.1 DEFINIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato della Linea Verde, dal capolinea su Via dei Mille al capolinea Nord di Corticella, lungo poco più di 6.70 km, e si sviluppa quasi interamente sull'asse sud-nord costituito da via Indipendenza, via Matteotti, via Corticella, via Bentini, per poi deviare leggermente e percorrere via S. Anna, via Byron e via Shakespeare per il tratto finale.

Lungo il tracciato, oltre ai suddetti capolinea, sono collocate 15 fermate, di cui 3 in comune con la realizzanda Linea Rossa

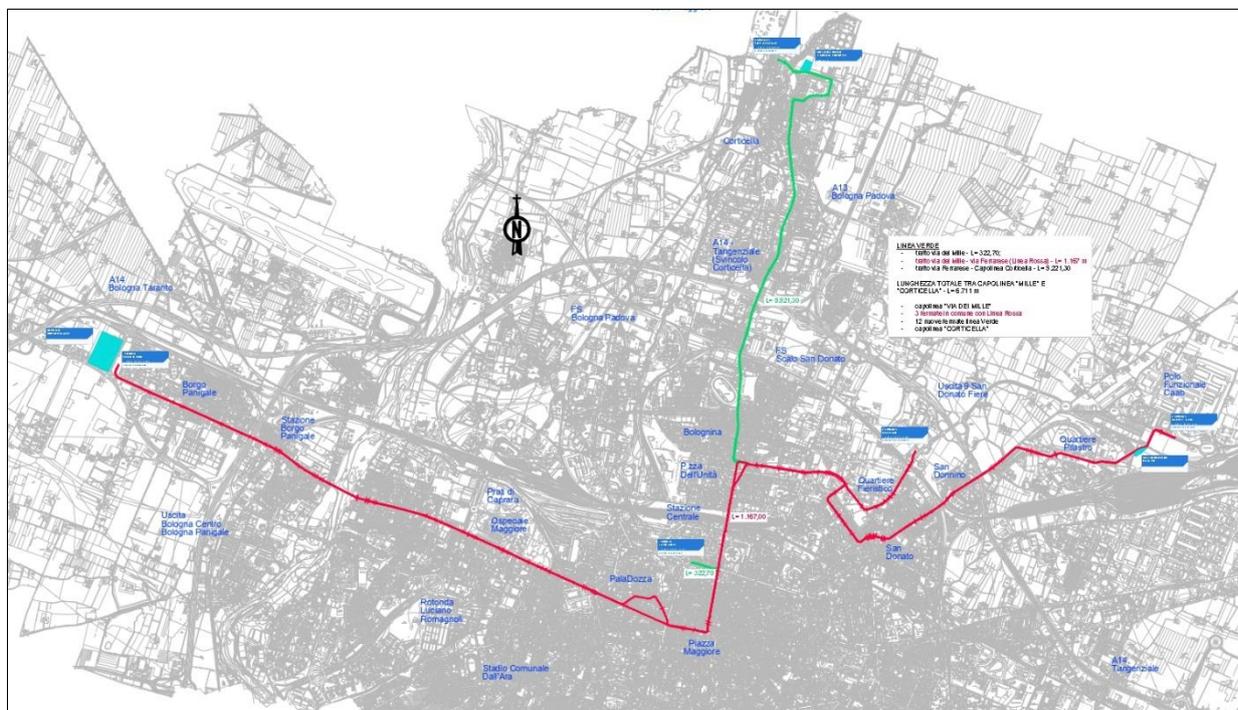


Figura 3-1 –Planimetria generale Linea rossa + Tratta nord Linea verde

Entrando nel dettaglio, i primi 320 m ca. si sviluppano lungo via dei Mille, da Piazza dei Martiri fino all'intersezione con via Indipendenza, e sono di nuova realizzazione.

All'intersezione con quest'ultima importante arteria, una doppia comunicazione semplice (una per ogni binario) permette alla linea Verde di "confluire" sulla Linea Rossa: in sostanza le vetture destinate al servizio della Verde percorreranno in entrambe le direzioni i binari della linea Rossa. Questa configurazione viene mantenuta fino a P.zza dell'Unità (per uno sviluppo di ca. 1,17 km.), raggiunta la quale il tracciato piega prima sulla sinistra per poi imboccare a nord via Corticella e svilupparsi nel quadrante nord della città di Bologna fino al capolinea di Corticella per ulteriori 5,22 km.

All'intersezione tra via Bentini e via S. Anna, il tracciato devia verso Est per percorrere quest'ultima strada fino all'intersezione con via Byron: qui svolta sulla sinistra verso nord fino all'intersezione con via Shakespeare.

Il tratto adesso descritto, compreso tra le fermate Gorky e Shakespeare, per una lunghezza di ca. 900 m, non presenta linea di contatto per la circolazione dei mezzi tranviari (tratta Catenary free): tale soluzione, resa possibile dalle caratteristiche delle nuove vetture che circoleranno sulla rete Bolognese dotate di sistemi a batterie, permetterà di eliminare linea e soprattutto pali di sostegno lungo in tratto di viabilità esistente lungo la quale in tram cirolerà in promiscuo con le vetture private.

Nel tratto finale di via Shakespeare, all'intersezione con via Bentini, è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria che permetterà anche l'accesso al nuovo polo di interscambio modale collocato a nord di via Shakespeare, nell'area interclusa tra la viabilità a sud, il centro sportivo a est e il canale Navile a ovest.

In tale area è prevista la realizzazione di un parcheggio multipiano fuori terra per i mezzi privati su gomma, un capolinea a raso per i mezzi pubblici extraurbani che provengono da nord dall'area di Castel maggiore, e sul lato destro, un area di ricovero notturno per i mezzi tranviari, equivalente a quanto previsto per l'area ricovero "Pilastro" della linea Rossa, con 4 binari per permettere di attestare la sera le prime vetture che inizieranno il servizio nelle prime ore della giornata successiva.

Infine, il tracciato termina con l'attraversamento del canale Navile grazie alla realizzazione di un nuovo ponte collocato a sud di quello esistente, lungo 59 m e ad esclusivo utilizzo delle vetture tranviarie: attraverso questa nuova infrastruttura la linea raggiungerà in nuovo capolinea nord "Corticella", collocato in corrispondenza del piazzale della omonima stazione ferroviaria SFM.

Lungo il tracciato da Piazza dell'Unità al Capolinea Corticella sono ubicate 12 fermate, ad un interasse medio di 500 m, tranne che nel tratto di attraversamento dello svincolo della tangenziale di Bologna lungo via Corticella che rende impossibile la collocazione di fermate nel rispetto della distanza sopra riportata.

Come ultima annotazione, va ricordato che il capolinea di via dei Mille diventerà, quando la seconda linea sarà completata con il suo ramo sud, una semplice fermata intermedia dell'itinerario più lungo che collegherà il capolinea nord di Corticella/Castel Maggiore con il futuro capolinea da posizionare nel quadrante sud-ovest della città, punto terminale della seconda linea.

### 3.2 CANTIERIZZAZIONE

Nel progetto della cantierizzazione (vedasi elaborati progettuali specifici di riferimento) sono state valutate ed individuate le fasi esecutive dell'opera tenendo conto dei seguenti aspetti:

- attenzione agli inconvenienti riguardanti la penalizzazione del traffico esistente, in base al quale nella successiva fase progettuale dovrà essere redatto un apposito calendario dei lavori da rendere noto ai cittadini, per consentire la pianificazione del traffico gommato;
- individuazione delle aree di cantiere definita sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, dell'esame dei collegamenti con la viabilità esistente e dell'accesso all'area logistica;
- utilizzo per la realizzazione dell'opera della sola viabilità esistente, escludendo l'apertura di nuove piste.

### 3.2.1 ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI

Affinché la cantierizzazione non abbia un impatto eccessivamente negativo sullo svolgimento delle attività presenti lungo le aree di cantiere e sugli elevati flussi di traffico, sia pedonale che veicolare, le lavorazioni saranno eseguite per fasi, sia in senso trasversale che in senso longitudinale, avendo l'accortezza di individuare percorsi viabilistici alternativi per sopperire alla chiusura delle aree interessate dalle lavorazioni.

Le principali ipotesi prese in considerazione per la progettazione definitiva delle cantierizzazioni sono le seguenti:

- l'organizzazione dei cantieri in "aree di lavoro" differenziate per minimizzare l'impatto con il contesto di intervento;
- la previsione di aree di cantiere da adibire a deposito materiale, installazione baracche, parcheggio mezzi, ecc.

Durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener conto dei seguenti condizionamenti:

- garantire gli accessi ai passi carrai;
- garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- garantire alla viabilità trasversale al tracciato della linea tranviaria (le zone di lavoro dovranno essere interrotte in corrispondenza delle intersezioni laterali; il periodo di blocco di tali intersezioni dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);
- garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;
- evitare la sovrapposizione di cantieri di natura diversa da quelli strettamente legati alla realizzazione della tranvia;
- organizzare, per quanto possibile, i diversi lotti in modo da avanzare secondo una logica di apertura e chiusura di piccoli cantieri anziché di apertura di grossi cantieri che coprano un'unica vasta zona;

- garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
- predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc... (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

### 3.2.2 MACROCANTIERI

La cantierizzazione della linea tranviaria di Bologna in base al tessuto urbano presente è stata concepita individuando 11 macrocantieri.

### 3.2.3 MICROCANTIERI

Visto i vicoli viabilistici presenti che determinano l'impossibilità di effettuare i lavori contemporaneamente e vista la necessità di minimizzare l'impatto con il contesto di intervento alcuni macrocantieri saranno divisi in aree di lavoro più piccole in cui le lavorazioni dovranno avvenire per fasi in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale.

Per questi ed ulteriori aspetti di dettaglio si rimanda agli elaborati specifici di cantierizzazione facenti parte del presente progetto definitivo.

## 4. INDAGINI AMBIENTALI

Alla data di emissione del presente elaborato, le indagini non sono state ancora effettuate e pertanto i risultati saranno presentati non appena disponibili.

Nei paragrafi che seguono sono in ogni caso descritte le modalità di esecuzione delle attività di campionamento e verifica analitica della qualità dei terreni di scavo che saranno gestiti nell'ambito dei lavori in progetto.

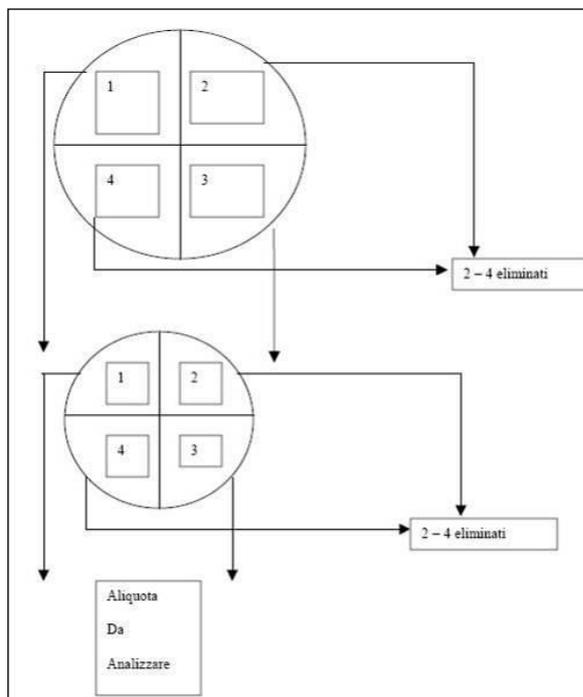
### 4.1 PROCEDURA DI CAMPIONAMENTO

Per ciascun punto di indagine, saranno prelevati campioni di terreno secondo lo schema che segue:

- n. 1 campione nelle aree con scavi fino alla profondità massima di 2,00 m da p.c.;
- n. 3 campioni di terreno (superficiale, intermedio e fondo scavo) per aree con profondità di scavo maggiori.

Il campionamento sarà effettuato secondo quanto previsto dalla Norma UNI 10802:2013 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi – campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

Per la formazione dei campioni saranno prelevati più "incrementi" del materiale di risulta, ovvero campioni singoli, con identico volume che sono stati miscelati tra loro, al fine di ottenere un campione composito (o campione primario).



La formazione del campione sarà eseguita su di un telo impermeabile (es. polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche fisico-chimiche del materiale.

Si procederà poi ad una riduzione dimensionale sui campioni compositi tramite il metodo della quartatura, in modo da fornire un campione da analizzare rappresentativo dell'intero volume investigato. Il materiale sarà distribuito fino a formare una "torta" di altezza pari a circa un quarto del raggio della stessa, poi suddivisa in quattro parti uguali e di contenuto omogeneo; il materiale di due quarti opposti sarà scartato, mentre i due quarti rimanenti saranno mescolati e ridistribuiti a creare una nuova torta di spessore simile alla precedente. Tali suddivisioni saranno quindi ripetute nella prima quartatura per un numero di volte utile a pervenire alle aliquote previste per l'analisi, secondo lo schema riportato nella figura sopra.

Le attrezzature di prelievo (spatole e palette in acciaio inox) saranno decontaminate mediante lavaggio con acqua deionizzata e asciugate con panni monouso e la porzione di campione di interesse sarà raccolta in appositi contenitori a bocca larga muniti di tappo a vite con battente di materiale inerte indossando guanti in lattice monouso. Sui contenitori sarà applicata un'etichetta contenente la denominazione di campione, del punto di prelievo e la data.

## 4.2 SCREENING ANALITICO

Sui campioni di terreno prelevati saranno eseguite le analisi chimiche di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri della Tabella 1 Allegato 5 Parte IV Titolo V del D. Lgs. 152/06 e tab. 4.1 del DPR 120/2017 al fine di verificarne la conformità ai limiti di cui alla Colonna A (Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e B (Siti ad uso commerciale, industriale e artigianale):

- Metalli (Arsenico; Cadmio; Cobalto; Nichel; Piombo; Rame; Zinco; Mercurio; Cromo totale; Cromo esavalente);
- BTEX;
- IPA;
- Idrocarburi pesanti (C>12);

- Amianto.

I risultati delle analisi chimiche saranno confrontati con i valori limite dell'Allegato 5 parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/06, Tabella 1, Colonna A "Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale" e colonna B "Siti ad uso commerciale, industriale e artigianale". Le determinazioni analitiche dei campioni di terreno saranno eseguite sulla frazione passante al vaglio dei 2 mm. La concentrazione del parametro sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Per valutare l'eventuale cedibilità dei contaminanti da parte delle terre e rocce da scavo, si procederà inoltre all'esecuzione delle analisi del test cessione per la determinazione della concentrazione di eventuali contaminanti nell'eluato. Il test di cessione sarà eseguito secondo la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2 e ai sensi dell'allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i.. Nel caso in cui si verificassero dei superamenti rispetto ai limiti di norma, si procederà secondo quanto previsto dalla parte IV del D. Lgs. 152/06.

Le analisi chimiche saranno svolte da laboratorio con accreditamento ACCREDIA ed operante in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

## 5. GESTIONE MATERIALI

Il presente piano ha come obiettivo primario il massimo riutilizzo del materiale scavato: nello svolgimento delle attività realizzative, pertanto, l'operato sarà improntato al principio di favorire il più possibile il recupero/riutilizzo dei materiali di risulta rispetto alla relativa gestione come rifiuti presso impianti di recupero/discarica.

Il recupero dei materiali provenienti dagli scavi ed il loro riutilizzo consente infatti una riduzione della fornitura da cava e/o fonti esterne con evidenti benefici in termini ambientali ed economici: si evidenziano tra i più rilevanti la riduzione dei traffici dei mezzi d'opera da e per i siti di approvvigionamento e la conseguente riduzione di emissioni, i minori rischi in termini di sicurezza stradale legati alla circolazione di mezzi pesanti su viabilità ordinaria, e, in generale, il minor consumo di risorse naturali.

I materiali gestiti all'interno del presente documento sono essenzialmente relativi a:

- scotico terreno vegetale;
- terreno proveniente da scavi;
- materiali derivanti da demolizione della pavimentazione, demolizioni fabbricati e cls;
- approvvigionamenti di materiali inerti per la realizzazione di rilevati, di misto cementato, misto stabilizzato, conglomerati bituminosi.

## 5.1 VOLUMETRIE ATTESE

Nella tabella che segue si riportano le volumetrie attese e il relativo bilancio dei materiali:

	Descrizione	Quantità (mc)
	<b>Scavi:</b>	
A	Scotico terreno vegetale	29.418,00
B	Terreno proveniente da scavi:	
	Sottopasso ferrarese	38.763,00
	Sottopasso Corticella	1.216,00
	SSE11-12	371,00
	Sottovia passante	57.067,00
	Nuovo ponte Navile	1.200,00
	Nodo di interscambio e rimessa Corticella	6.700,00
	Rampa da nuovo ponte a Capolinea	8.064,00
	Pensiline	630,00
	Sede tranviaria	33.391,00
	Marciapiedi	3.324,00
	Sedi stradali	35.901,00
	Sottoservizi	18.154,00
A+B=C	Totale	<b>204.781,00</b>
	<b>Riutilizzi:</b>	
	Rinterro scavi	5.000,00
	Terreno vegetale per opere di mitigazione a verde	22.435,00
	Rilevato	3.600,00
D	Totale	<b>31.035,00</b>
C-D	Bilancio materiali da scavo	<b>173.746,00</b>
	<b>Fabbisogno</b>	
	Misto granulare stabilizzato	15.389,00
	Conglomerati bituminosi	
	Conglomerato bituminoso-base	5.128,00

	Descrizione	Quantità (mc)
	Conglomerato bituminoso -binder	3.590,10
E	Conglomerato bituminoso - strato di usura	1.538,90
	<b>Gestione rifiuti:</b>	
F	Materiali derivanti da demolizione pavimentazione	16.512,00
	Materiali derivanti da demolizione fabbricati esistenti	8.750,00
	Demolizioni cls	612,00

Dall'esame della tabella sopra riportata, si stima una produzione di ca. 205.000 mc di terre e rocce da scavo (incluso terreno vegetale), che saranno parzialmente riutilizzate (ca. 31.000 mc) all'interno del cantiere per rinterri e opere di mitigazione a verde.

I terreni in esubero saranno gestiti in qualità di sottoprodotto per rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, ecc. ai sensi della normativa vigente (DPR 120/2017) o, in alternativa, nel caso in cui non siano rispettate le condizioni, come rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e pertanto conferiti presso impianti di recupero autorizzati, al fine di evitare lo smaltimento in discarica.

Si stima inoltre una produzione di ca. 25.800 mc di materiali derivanti dalle demolizioni di: pavimentazione, fabbricati e cls esistenti, che saranno gestiti in qualità di rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e conferiti presso impianti di recupero autorizzati al fine di evitare lo smaltimento in discarica.

Se, sulla base delle verifiche analitiche e merceologiche dei materiali da gestire come rifiuto ricorreranno le condizioni di cui al Decreto 27 settembre 2022, n. 152 e se, inoltre, il produttore dell'aggregato recuperato sarà dotato di un sistema per il controllo di accettazione dei rifiuti atto a verificare che gli stessi corrispondano alle caratteristiche previste dallo stesso regolamento, si applicherà quanto disciplinato dalla citata normativa.

Il fabbisogno di materiali necessari per la realizzazione della sede tranviaria, del sottopasso e delle opere accessorie è stimato in ca. 15.000,00 mc di misto granulare e in ca. 10.000,00 di conglomerati bituminosi, che saranno approvvigionati da fonti esterne.

## 5.2 OPERAZIONI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Di seguito si indicano le operazioni di normale pratica industriale che potranno essere impiegate sui materiali di risulta degli scavi:

- la selezione granulometrica, con l'eventuale eliminazione degli elementi/materiali antropici, mediante impiego di macchinari composti dai seguenti elementi: tramoggia di carico; gruppo di vagliatura; nastri trasportatori;
- la riduzione volumetrica mediante macinazione con utilizzo di macchinari composti dai seguenti elementi: tramoggia di carico; gruppo di frantumazione; nastri trasportatori;
- stabilizzazione a calce o altra forma idoneamente sperimentata per conferire ai materiali da scavo le caratteristiche geotecniche necessarie per il loro riutilizzo.

Il trattamento a calce consiste nel miscelare una terra con calce e acqua in quantità tali da modificarne, attraverso reazioni chimico-fisiche, le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. I principali aspetti positivi legati al trattamento a calce delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico dell'eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

## 5.3 AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEO

Nella cantierizzazione della linea tranviaria di Bologna si prevede la predisposizione di apposite aree sia con funzione logistica che per lo stoccaggio provvisorio di medio-lungo termine dei materiali e terre, nonché per il ricovero dei mezzi d'opera.

In queste aree saranno allestiti i principali servizi di base, quali servizi igienici e sanitari, spogliatoi, infermeria, parcheggi, baracche di cantiere e officina.

La realizzazione di tali aree comporta una rapida predisposizione delle stesse mediante lavorazioni che implicano la sola regolarizzazione delle superfici, non dovrebbero pertanto essere necessarie opere provvisorie di particolare impegno e/o difficoltà.

Le aree di stoccaggio saranno preparate e livellate in modo da facilitare lo scarico, il carico e l'ispezione dei materiali. La pavimentazione sarà realizzata con pietrisco stabilizzato di cava; tra il terreno e la pavimentazione verrà montato uno strato di geotessile non tessuto di separazione, al fine di ristabilizzare la superficie vergine del terreno alla fine della lavorazione.

Per i mezzi meccanici presenti, verranno realizzate delle piazzole di sosta specifiche con pavimentazione impermeabile al fine di scongiurare la caduta di grassi o oli idrocarburi sul terreno e quindi la filtrazione nelle acque di falda.

Si prevedono inoltre varie aree di stoccaggio materiale provvisorio in piccole zone presso i cantieri di linea dove poter stoccare materiale di immediato utilizzo.

In merito alle aree di deposito temporaneo, visto il contesto cittadino in cui si inserisce l'opera e le ridotte superfici a disposizione, in via generale si prevede che i materiali saranno caricati direttamente sui mezzi e conferiti presso gli impianti di recupero individuati.

Eventuali aree di deposito possono essere individuate localmente, ad esempio per il cantiere del sottopasso della Tangenziale potrà essere utilizzata l'area del Parcheggio Bastianelli, in quanto ubicata nelle vicinanze del cantiere stesso.

#### 5.4 VERIFICHE ANALITICHE DA EFFETTUARE IN CORSO D'OPERA

In funzione delle risultanze della campagna di indagine ambientale da effettuarsi e di cui al par. 0, in fase di realizzazione dell'opera sarà valutata l'opportunità di eseguire ulteriori analisi di caratterizzazione del materiale scavato con lo scopo di confermare i dati rilevati nel corso della suddetta campagna di indagine ed eventualmente approfondire situazioni di dettaglio.

Il materiale derivante dagli scavi sarà caratterizzato presso le aree di deposito attrezzate, al fine di valutarne la conformità al riutilizzo. La caratterizzazione avverrà per cumuli di volume pari a 5.000 mc.

Le modalità di campionamento ed analisi da adottare per tali materiali sono quelle previste dal D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e/o dalla norma UNI 10802:2013 “Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi – campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati” e si esplicheranno nelle seguenti fasi:

- prelievo di terreno dal cumulo in vari punti dello stesso, per ottenere un campione omogeneo e rappresentativo;
- vagliatura del campione mediante utilizzo di setaccio manuale a maglia pari a 2 cm;
- prelievo di n. 1 aliquota da destinare al laboratorio chimico di analisi (qualora richiesto dall’Ente di controllo potranno essere prelevate ulteriori aliquote per l’effettuazione di verifiche analitiche di controllo).

Sui campioni di terreno prelevati saranno ricercati i seguenti parametri, di cui alla Tabella 1, Allegato 5 Parte IV Titolo V del D. Lgs. 152/06 e Tabella 4.1, Allegato 4 del DPR 120/2017:

- Metalli (Arsenico; Cadmio; Cobalto; Nichel; Piombo; Rame; Zinco; Mercurio; Cromo totale; Cromo esavalente);
- BTEX;
- IPA;
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Amianto.

## 5.5 MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO DEI MATERIALI

Il materiale scavato sarà movimentato mediante l’utilizzo di escavatori e/o pale meccaniche, caricato sui mezzi e trasportato presso le apposite aree di stoccaggio, in attesa di venire successivamente caratterizzato e riutilizzato all’interno del cantiere e/o all’esterno dello stesso e/o ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06.

Come indicato negli elaborati di cantierizzazione, per la realizzazione dell’opera si utilizzerà la sola viabilità esistente, senza l’apertura di nuove piste.

## 5.6 CAVE E DISCARICHE

Gli interventi in progetto verranno realizzati sia mediante il riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi, che mediante materiale approvvigionato dall'esterno. In quest'ottica sono stati individuati in un apposito elaborato i principali siti di cava e discarica presenti sul territorio bolognese individuando la distanza dalle tre principali aree fisse di cantiere e con funzioni di stoccaggio materiali, in modo da ottimizzare gli spostamenti necessari. Di seguito si riporta stralcio della tavola progettuale, a cui si rimanda per maggiore dettaglio.

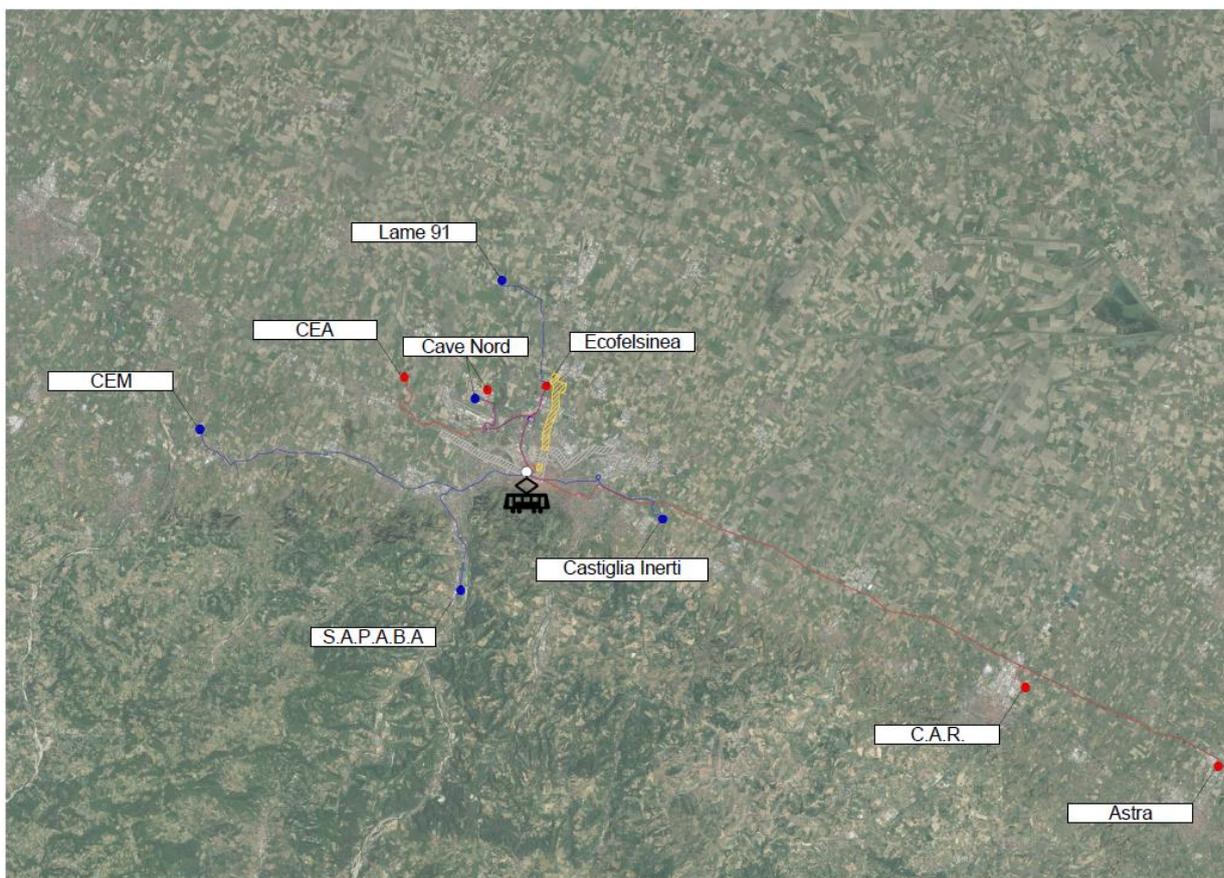


Figura 5-1 Percorsi cave e discariche

## 5.7 TRACCIABILITÀ

Al fine di garantire la tracciabilità dei materiali scavati, sarà predisposto un documento di trasporto (DDT o "Scheda di trasporto") dove saranno indicate almeno le seguenti informazioni:

- Dati del committente;

- Causale del trasporto;
- Dati anagrafici della ditta che effettua il trasporto;
- Cantiere di origine;
- Cantiere di destinazione;
- Tipologia di merce trasportata;
- Targa automezzo;
- Dati identificativi del trasporto (peso/volume presunto).

Il DDT, dunque, accompagnerà gli automezzi dal sito di produzione, ai siti di stoccaggio e da qui ai siti di utilizzo.

In Allegato 1 si riporta il modulo tipo per il trasporto (DDT) predisposto secondo il modello di cui all'All. 7 del D.P.R. 120/17.

Inoltre, come già indicato al par. 5.3, presso le aree di stoccaggio temporaneo, i materiali saranno differenziati in diversi settori sulla base delle risultanze delle analisi chimiche di laboratorio, secondo la conformità dei valori di CSC per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale oppure per siti ad uso commerciale e industriale (Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/2006).

I diversi settori di accumulo del materiale caratterizzato saranno contrassegnati da specifica cartellonistica identificativa.

Sarà inoltre tenuto un registro di tracciabilità delle terre che riporti le seguenti informazioni minime:

- data movimentazione;
- volume/peso;
- cantiere di provenienza;
- area di stoccaggio;
- data di utilizzo;
- cantiere di riutilizzo;

- riferimento analisi di laboratorio;
- eventuali note.

Al fine di rendere più chiare e fruibili le informazioni relative alle varie attività svolte durante le lavorazioni e riguardanti la gestione delle terre scavate, verranno prodotti dei report periodici contenenti informazioni quali:

- volumi scavati;
- volumi di materiali destinati alle attività in sito;
- operazioni di normale pratica industriale eseguite;
- campionamenti eseguiti;
- ecc.

## 6. GESTIONE RIFIUTI

Tutti i rifiuti prodotti nel corso dell'intervento in oggetto saranno gestiti nel pieno rispetto della normativa in materia di recupero/smaltimento dei rifiuti, ai sensi di quanto disciplinato dalla parte IV del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

I rifiuti prodotti in cantiere, destinati sia ad operazioni di recupero che ad operazioni di smaltimento, potranno essere raggruppati in cumuli omogenei per tipologia ed identificati da cartello indicante il codice CER in depositi temporanei rispettando i dettami dell'articolo 185bis del D. Lgs. 152/06 e nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) i rifiuti contenenti gli inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) 850/2004, e successive modificazioni, saranno depositati nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio e l'imballaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e gestiti conformemente al suddetto regolamento;
- b) i rifiuti saranno raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti: con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10

metri cubi di rifiuti pericolosi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non avrà durata superiore ad un anno;

- c) i rifiuti sono raggruppati per categorie omogenee, nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;
- d) saranno rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose.

La corretta gestione dei rifiuti (pericolosi e non) avverrà applicando la procedura operativa che si può riassumere nelle attività di:

- individuazione dei codici CER e definizione delle modalità di raccolta;
- identificazione per ogni rifiuto delle aree di deposito temporaneo e/o scarrabili appositamente predisposti e/o contenitori;
- definizione delle modalità di trasporto, recupero e/o smaltimento ed identificazione dei soggetti addetti a tali attività.

I rifiuti saranno trasportati da soggetti autorizzati ed iscritti all'Albo Gestori Ambientali come previsto da normativa e le autorizzazioni saranno verificate preventivamente al trasporto. Al momento del carico verrà verificata la rispondenza della targa con quanto riportato in autorizzazione. Ogni trasporto verrà accompagnato da FIR – Formulario identificazione rifiuti.

Preliminarmente a qualsiasi smaltimento di materiale all'esterno del cantiere, saranno comunicati i riferimenti e le autorizzazioni dei siti di recupero/smaltimento, così da permettere alla Direzione Lavori e alla Committenza qualsiasi controllo preventivo di competenza.

Sui materiali gestiti in regime di rifiuto saranno eseguite le seguenti tipologie di analisi:

- caratterizzazione analitica sul tal quale ai fini dell'attribuzione del codice CER e test di cessione ai sensi del D.M. 05/02/1998 e s.m.i.i. e/o del D.M. 27/09/2010 e s.m.i. per l'ammissibilità dei materiali rispettivamente presso impianti di recupero o discarica.

In funzione del CER attribuito e dell'esito del test di cessione sarà possibile conferire i rifiuti presso:

- impianti di recupero per rifiuti non pericolosi art. 214-216 D. Lgs.152/06 e s.m.i.i. (ove rispettati i limiti di concentrazione nell'eluato previsti da D.M. 5/2/1998 e s.m.i.i.);
- impianti di recupero per rifiuti non pericolosi art. 208 D. Lgs. 152/06 e s.m.i.i. (anche in caso di superamento dei limiti di concentrazione nell'eluato previsti da DM 5/2/1998 e s.m.i.i. ove l'autorizzazione lo preveda esplicitamente);
- discariche per rifiuti inerti (ove rispettati i limiti di Tab. 2 D.M. 27/09/10 e s.m.i. di limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti inerti);
- discariche per rifiuti non pericolosi (ove rispettati i limiti di Tab. 5a D.M. 27/09/10 e s.m.i. di limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi);
- discariche per rifiuti pericolosi (ove rispettati i limiti di Tab. 6 D.M. 27/09/10 e s.m.i. di limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi).

## 7. ALLEGATI

Allegato 1 - Tipologico DDT

## ALLEGATO 1 – TIPOLOGICO DDT

**DOCUMENTO DI TRASPORTO**  
(articolo 6, DPR n.120 del 13 giugno 2017)

Per ogni automezzo che trasporta terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotto da un sito di produzione verso un sito di destinazione o di deposito intermedio previsti dal piano di utilizzo o dalla dichiarazione di cui all'articolo 21, è compilato il seguente modulo.

**Sezione A: anagrafica del sito di produzione**

Sito di produzione:			
	Comune	CAP	Provincia
Via		Numero	
Riferimenti catastali (Foglio, particelle, sub particelle...)			
Estremi del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21	Data e numero di protocollo		
Durata del piano/tempo previsto di utilizzo			

**Sezione B: anagrafica del sito di destinazione o del sito di deposito intermedio**

1)

Sito di destinazione o deposito intermedio:			
	Comune	CAP	Provincia
Via		Numero	
Riferimenti catastali (Foglio, particelle, sub particelle...)			

C.F.																	
Comune											CAP			Provincia			
Via											Numero						
Telefono						e-mail											

*Sezione D: condizioni di trasporto*

Targa automezzo	
Tipologia del materiale	
Quantità trasportata	
Numero di viaggi	
Data e ora di carico	
Data e ora di arrivo	

Data,      /      /     

Firma dell'esecutore o del produttore

\_\_\_\_\_

*(per esteso e leggibile)*

Firma del responsabile del  
Sito di destinazione

\_\_\_\_\_

*(per esteso e leggibile)*