



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)



Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 – Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



Cantierizzazione

Relazione di cantierizzazione

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

GEOM. AGNESE FERRO

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastruttura Tranviaria)
Ing. Jeremie Weiss (Impianti Tecnologici)
Ing. Maurizio Falzea (Progettazione Funzionale Depositi)
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Elettro-ferroviari)
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)
Ing. Francesco Azzarone (Impianti Meccanici)
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)
Ing. Boris. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	SF	OPC	RT001	A	—	B381-SF-OPC-RT001A.pdf

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Dic. 2018	EMISSIONE	ASTORINO	SALVO	CAMINITI S.
1					
2					

Sommario

PREMESSA.....	2
1. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
2. ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI.....	6
2.1 ASPETTI GENERALI	6
2.2 MACROCANTIERI	8
2.3 MICROCANTIERI.....	10
2.4 FASI PRINCIPALI DI CANTIERE.....	16
2.4.1 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA CENTRALE	16
2.4.2 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA LATERALE.....	19
2.4.3 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA PROMISCUA.....	21
2.5 AREE LOGISTICHE E STOCCAGGIO MATERIALI.....	23
2.6 TIPOLOGIE DI RECINZIONI DI CANTIERE	24
3. ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AL CANTIERE	27
3.1 GESTIONE MATERIALI DI RISULTA	27
3.2 TRASPORTO DEI MATERIALI	28
3.2.1 DISTURBI INDOTTI DALLE ATTIVITÀ DI TRASPORTO DEI MATERIALI	29
3.3 CONTENIMENTO DEL RUMORE E DELLE VIBRAZIONI DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE .	32
3.3.1 CONTROLLI PREVENTIVI E IN CORSO D'OPERA	32
3.3.2 REGOLE DI COMPORTAMENTO	33
3.3.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE RUMORE E VIBRAZIONE.....	34

PREMESSA

Scopo del presente documento è illustrare le scelte operate nell'ambito della progettazione preliminare circa la cantierizzazione delle opere inerenti la realizzazione della nuova linea tramviaria nel comune di Bologna dal Deposito in via Persicetana – fino ai capolinea di Viale Europa e viale Giuseppe Fanin.

Nel progetto della cantierizzazione sono state valutate la tipologia del tessuto urbano, la sua funzione territoriale e soprattutto le interferenze con la viabilità esistente e con l'ambiente attraversato, con particolare attenzione agli insediamenti ed alle attività presenti.

Nell'ambito di tale progetto, sono state quindi individuate le fasi esecutive dell'opera tenendo conto dei seguenti input esecutivi:

- 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;

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'oggetto del presente appalto è la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) della prima linea tranviaria di Bologna (Linea Rossa), il cui percorso trae origine dal capolinea ovest situato a Borgo Panigale e si sviluppa lungo l'asse delle vie Marco Emilio Lepido e Aurelio Saffi fino al centro storico di Bologna; da qui prosegue verso nord in direzione della Stazione Bologna Centrale FS, del "Fiera District", del quartiere Pilastro, per giungere all'altro capolinea nei pressi del Polo Funzionale CAAB.

Il tracciato, lungo poco più di 15 km, a doppio binario, inizia a Borgo Panigale, nei pressi della connessione di Via Marco Emilio Lepido con la S.P. 568 "Persicetana" e si sviluppa quindi lungo un percorso sostanzialmente rettilineo su Via M.E. Lepido, Via Emilia Ponente, Via Aurelio Saffi ed un primo tratto di via San Felice.

Da via San Felice a Piazza XX Settembre si propongono due alternative di tracciato che investono il passaggio nella zona più centrale della città.

Alternativa 1: La ridotta sezione stradale di Via San Felice obbliga a proseguire disponendo i due binari su tracciati diversi, in dir. Est ancora su Via San Felice e in direzione opposta prima su Via delle Lame e poi su di Via Riva di Reno.

Quindi i due binari si ricongiungono e proseguono su via Ugo Bassi, fino a portarsi, con una curva a sinistra di 90° nei pressi di Piazza del Nettuno, su via Indipendenza, che viene percorsa interamente fino oltre Piazza XX Settembre.

Alternativa 2: questa seconda alternativa si sviluppa su Via Guglielmo Marconi, Via Giovanni Amendola e Viale Pietro Pietramellara.

Il binario dir. Est svolta a sinistra su Via G. Marconi alla fine di Via San Felice, mentre quello in dir. Ovest lascia Via G. Marconi svoltando a destra su Via Riva di Reno per percorrerla fino allo sbocco su Via San Felice.

Superata viale Pietramellara, il tracciato prosegue su Via Giacomo Matteotti, sovrapassando il fascio ferroviario nei pressi della stazione centrale, fino a raggiungere Piazza dell'Unità, svoltare a destra su Via della Liberazione e procedere poi su Viale Aldo Moro.

Da qui sono state ipotizzate due alternative di tracciato per raggiungere via San Donato, che si ricongiungono poco prima del sottopasso ferroviario della linea di cintura.

Alternativa 1: con l'intento di incrementare l'area di abitato servita senza invadere Piazza G. Spadolini, in corrispondenza dell'ingresso del Polo fieristico su Viale A. Moro, il tracciato viene fatto deviare sulla destra, lungo via Serena per raggiungere l'ampio Viale della Repubblica e procedere su tale arteria fino a svoltare a sinistra su Via San Donato.

Alternativa 2: nell'alternativa 2 invece il tracciato prosegue lungo viale Aldo Moro per poi girare sulla sinistra e occupare Viale delle Fiere in corrispondenza della rotatoria collocata all'intersezione delle suddette strade con via Garavaglia.

Dopo un primo tratto lungo viale della fiera di ca. 400 m, il tracciato devia sulla destra per occupare Via Edoardo Ferravilla al termine della quale, con una svolta a sinistra si immette su Via San Donato riprendendo il tracciato dell'alternativa "1" poco prima dei sottopassi in corrispondenza della linea ferroviaria.

Superata questa interferenza, il tracciato si sviluppa lungo via S. Donato, oltrepassando lo svincolo con la Tangenziale, in direzione nord.

Per raggiungere il capolinea est, sono previste le ultime due alternative di tracciato: la prima opta per un percorso che dall'intersezione con via Pirandello entra all'interno della zona del quartiere Pilastro; l'altra che rasenta a nord l'agglomerato abitativo fino a via Giuseppe Fanin.

Alternativa 1: in questa alternativa il tracciato lascia Via San Donato all'altezza di Via Luigi Pirandello, per percorrere un tratto di tale strada e quindi seguire il percorso più appropriato nelle strade del quartiere (Via Casini, via Frati, via Sighinolfi), raggiungere Via Larga e, percorrendo quest'ultima e via Arriguzzi, riconnettersi a Viale G. Fanin e raggiungere il capolinea.

Alternativa 2: il tracciato prosegue su viale della Fiera fino alla Rotonda Luchino Visconti, per poi inserirsi nei Viali Tito Carnacini e Giuseppe Fanin.



Comune di Bologna

Qui si ricongiungono i tracciati previsti in entrambe le soluzioni fino al capolinea ubicato prima della Rotonda Giuseppe A. Torri, in area antistante il Polo Funzionale CAAB.

2. ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI

2.1 ASPETTI GENERALI

Per l'esecuzione delle opere in oggetto va precisato che saranno presenti vincoli soprattutto a livello viabilistico che non consentiranno interventi contemporanei. Inoltre, alcune lavorazioni dovranno avvenire necessariamente in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale, ponendo quindi dei precisi vincoli nella sequenza delle attività.

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 andranno 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 che comunque dovranno essere prese in considerazione per la progettazione 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.

Nell'organizzazione di dettaglio dei cantieri e durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener presente i 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.).

2.2 MACROCANTIERI

La cantierizzazione della linea tranviaria di Bologna in base al tessuto urbano presente è stata concepita individuando 13 macrocantieri per alcuni dei quali sono state individuate diverse alternative come previsto nel progetto generale.

I macrocantieri individuati sono:

- Macrocantiere A deposito-rimessaggio in Via Persicetana;
- Macrocantiere B il quale si sviluppa presso Via Persicetana, Via Marco Emilio Lepido, e parte di Via Emilia Ponente fino all'incrocio con via del Triumvirato (imbocco di Ponte Lungo);
- Macrocantiere C su Via Emilia Ponente da Ponte Lungo fino all'incrocio con via Sandro Pertini;
- Macrocantiere D su Via Emilia Ponente da via Sandro Pertini a Piazza Porta San Felice;
- Macrocantiere E che si estende su Via San Felice, e su via Riva di Reno fino all'incrocio con via delle Lame;
- Macrocantiere F_A su via delle Lame, Via Ugo Bassi, Via Indipendenza;
- Macrocantiere F_B su via Riva di Reno, Via Marconi, Rotonda Martiri 43-45, via Giovanni Amendola, Via Pietramellata;
- Macrocantiere G che si estende su via Giacomo Matteotti, Via G.Mazza, Via Ferrarese, Via della Liberazione, Viale Aldo Moro fino all'incrocio con Via Serena;
- Macrocantiere H in viale Aldo Moro dall'incrocio con via Serena, Via della Fiera, Capolinea di Viale Europa;
- Macrocantiere I_A via Serena, via della Repubblica, via san Donato fino all'incrocio con Via Edoardo Ferravilla;
- Macrocantiere I_B dall'incrocio via Michelino con viale della Fiera e via Edoardo Ferravilla con Via San Donato;
- Macrocantiere I_C Viale della Fiera, Via Ferruccio Caravaglia, Piazza Spadolini, Via San Donato fino all'incrocio con Via Edoardo Ferravilla;
- Macrocantiere L Via San Donato dall'Incrocio con via Edoardo Ferravilla all'incrocio con via Luigi Pirandello;



- Macrocantiere M_A via Luigi Pirandello, via Tommaso Casini, Via Ludovico Prati, via Lino Sighinolfi, Via Arduino Arguzzi;
- Macrocantiere M_B su via San Donato dall'incrocio con Via Luigi Pirandello, Viale Tito Carnacini, Viale Giuseppe Fanin fino all'incrocio con Via Arduino Arguzzi;
- Macrocantieri N che si estende su Viale Giuseppe Fanin dall'incrocio con Via Arduino Arguzzi al Capolinea;
- Macrocantiere O sottopasso carrabile a cavallo tra Via Marco Emilio Lepido e viale Alcide De Gasperi.

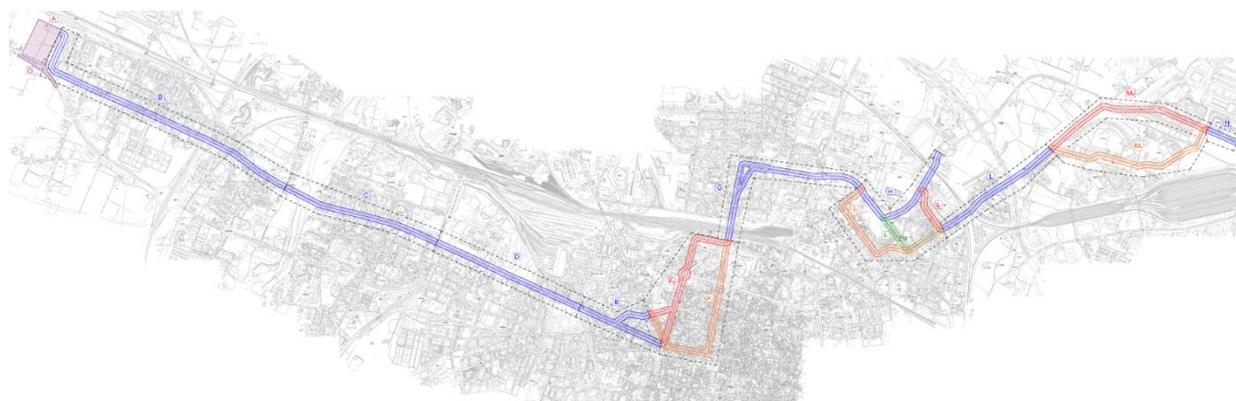


Figura 1 – Corografia macrocantieri

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 sopra citati sono stati divisi in aree di lavoro più piccole in cui le lavorazioni dovranno avvenire per fasi in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale.

Nel dettaglio il Macro cantiere B è stato suddiviso nei cantieri:

- B1 di circa 356 m;
- B2 di circa 813 m;
- B3 di circa 528 m;
- B4 di circa 660 m;
- B5 di circa 620 m.

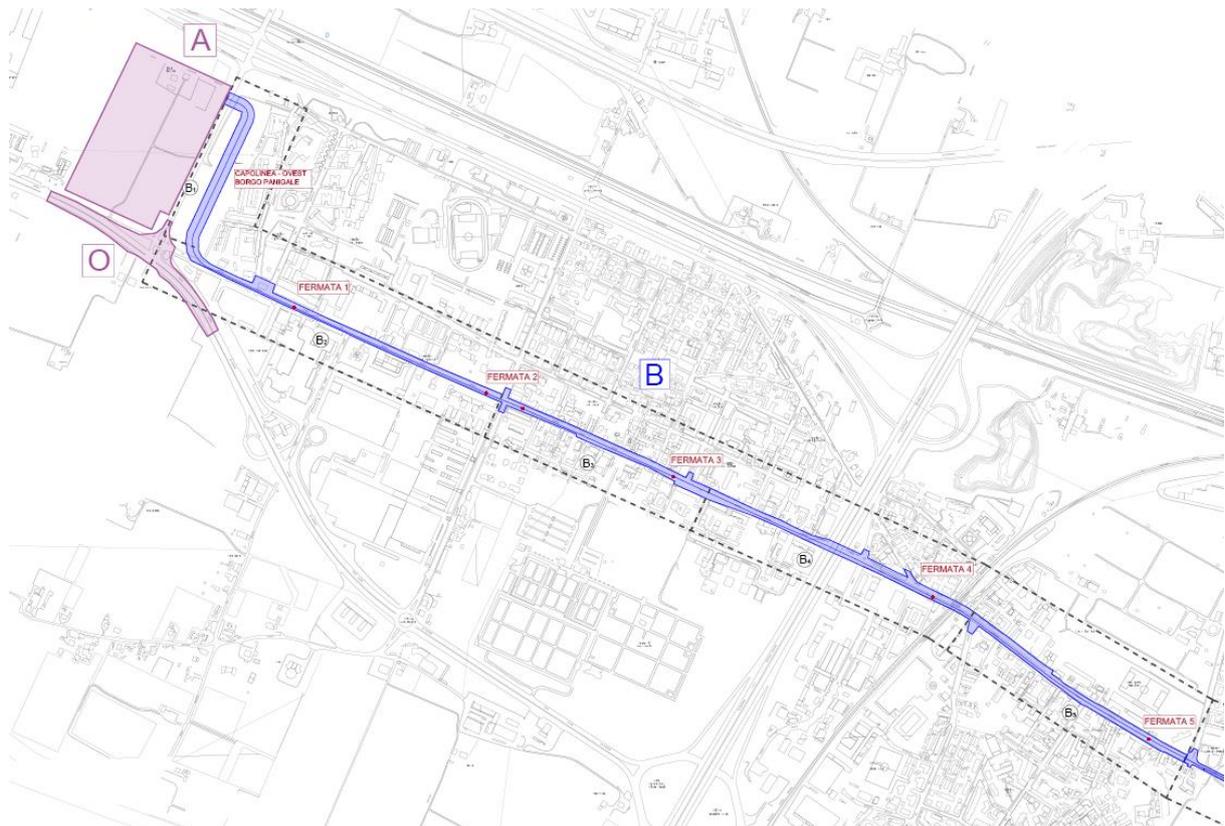


Figura 2 – Cantieri A, B e O

Il Macrocantiere C è stato suddiviso nei cantieri:

- C1 di circa 414 m;
- C2 di circa 480 m;
- C3 di circa 300 m;
- C4 di circa 417 m.

Il Macrocantiere D è stato suddiviso nei cantieri:

- D1 di circa 390 m;
- D2 di circa 640 m;
- D3 di circa 536 m.

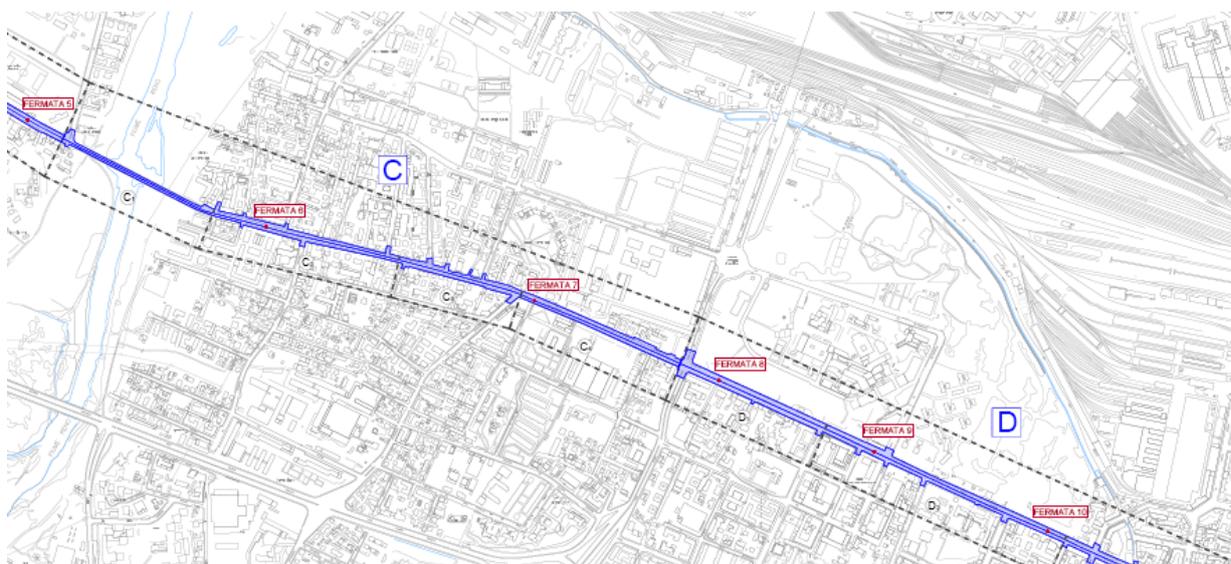


Figura 3 - Cantieri C e D

Il Macrocantiere E è stato suddiviso nei cantieri:

- E1 di circa 360 m;
- E2 di circa 410 m;
- E3 di circa 520 m.

Il Macrocantiere F_A è stato suddiviso nei cantieri:



- F1_A di circa 340 m;
- F2_A di circa 500 m;
- F3_A di circa 500 m;
- F4_A di circa 580 m;

Il Macrocantiere F_B è stato suddiviso nei cantieri:

- F1_B di circa 232 m;
- F2_B di circa 350 m;
- F3_B di circa 308 m;
- F4_B di circa 460 m;
- F5_B di circa 316 m;

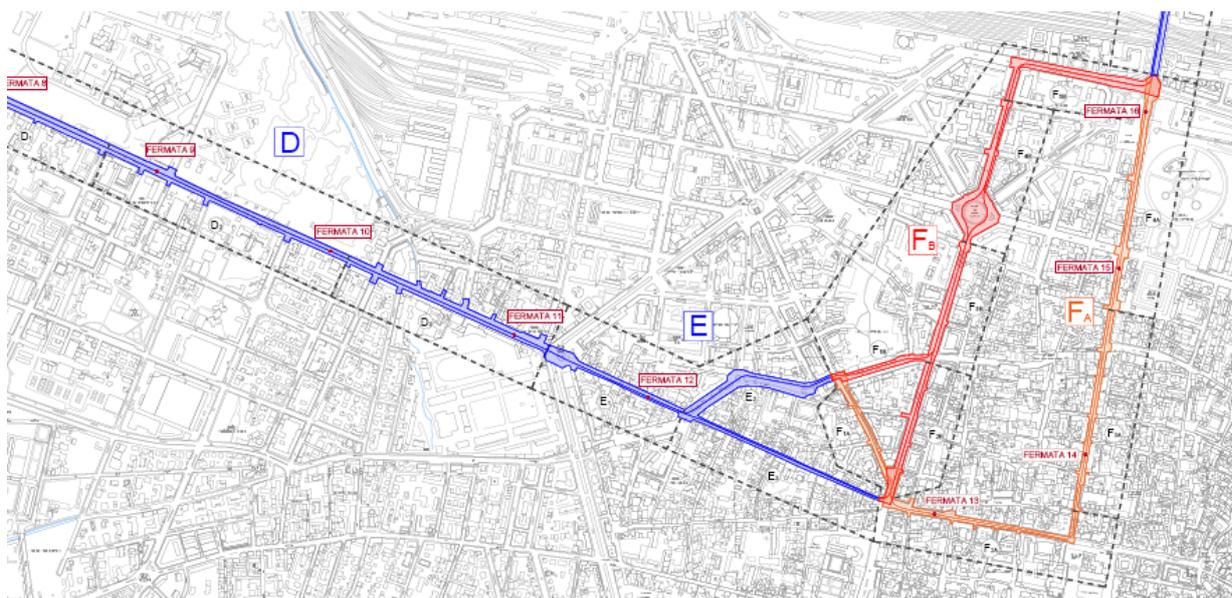


Figura 4 - Cantieri D, E, F_A e F_B

Il Macrocantiere G è stato suddiviso nei cantieri:

- G1 di circa 442 m;
- G2 di circa 480 m;



- G3 di circa 350 m;
- G4 di circa 534 m;
- G5 di circa 600 m.

Il Macro cantiere H è stato suddiviso nei cantieri:

- H1 di circa 350 m;
- H2 di circa 460 m;
- H3 di circa 440 m.

Il Macro cantiere I_A è stato suddiviso nei cantieri:

- I1_A di circa 580 m;
- I2_A di circa 610 m;
- I3_A di circa 380 m.

Il Macro cantiere I_B è stato suddiviso nei cantieri:

- I1_B di circa 164 m;
- I2_B di circa 280 m.

Il Macro cantiere I_C è stato suddiviso nei cantieri:

- I1_C di circa 436 m;
- I2_C di circa 380 m.

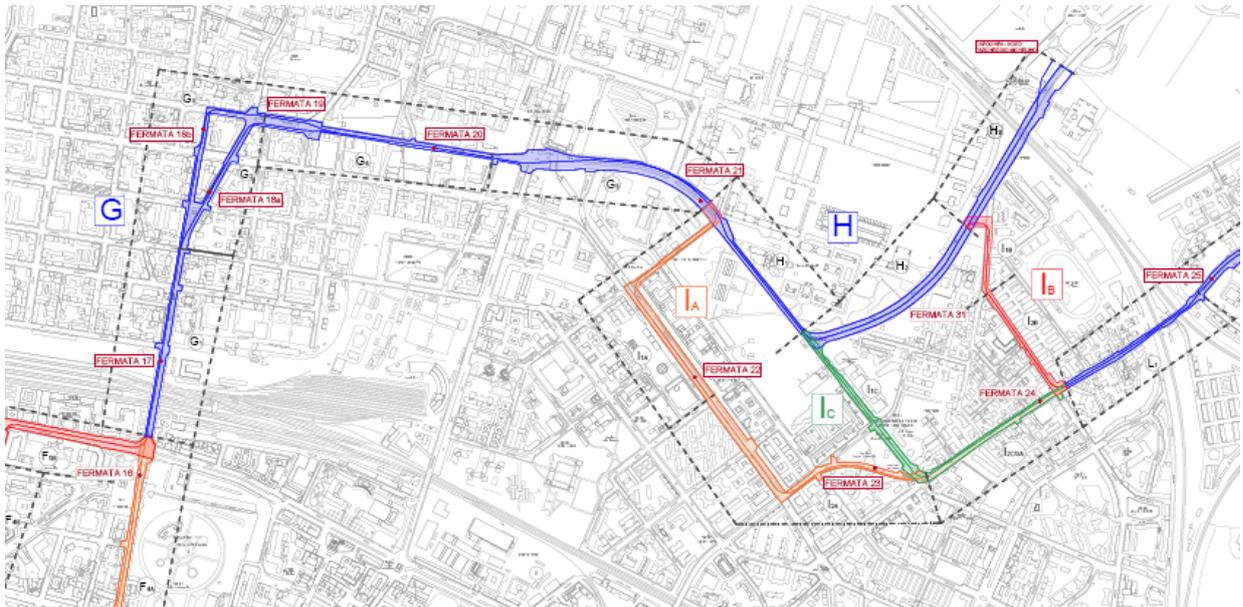


Figura 5 - Cantieri G, H, IA, IB e IC

Il Macrocantiere L è stato suddiviso nei cantieri:

- L1 di circa 400 m;
- L2 di circa 320 m;
- L3 di circa 270 m;
- L4 di circa 389 m;

Il Macrocantiere M_A è stato suddiviso nei cantieri:

- M1_A di circa 384 m;
- M2_A di circa 550 m;
- M3_A di circa 460 m;
- M4_A di circa 410 m;

Il Macrocantiere M_B è stato suddiviso nei cantieri:

- M1_B di circa 720 m;
- M2_B di circa 510 m;



- M3_B di circa 530 m;

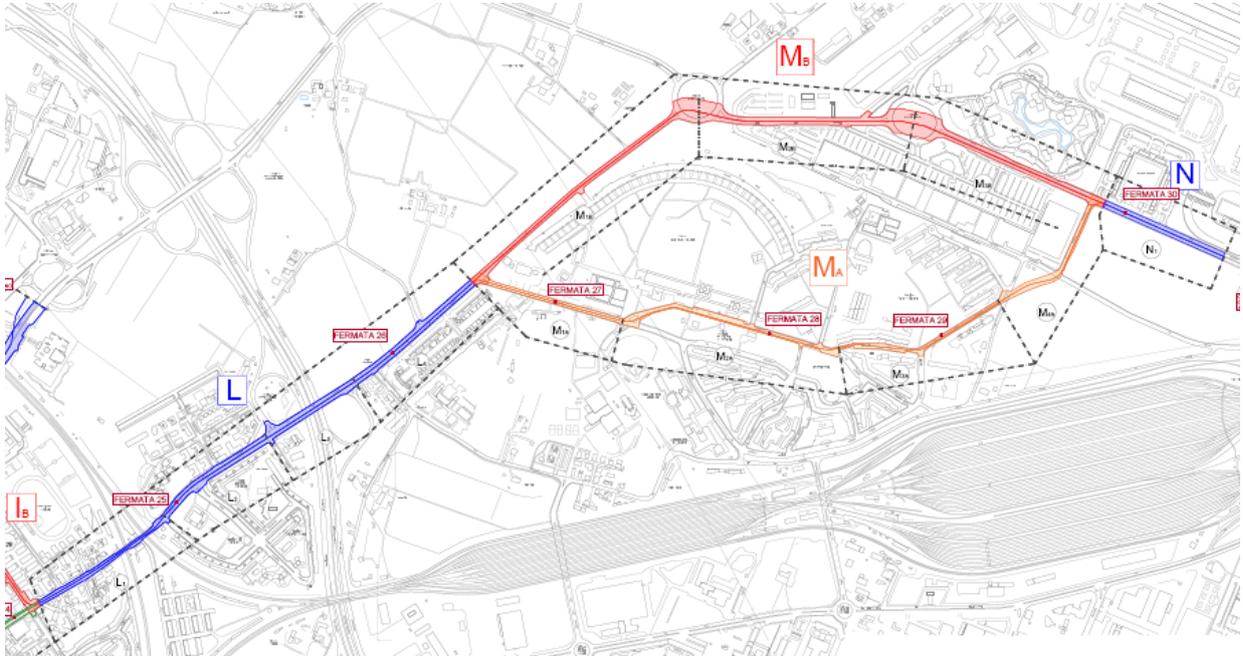


Figura 6 - Cantieri L, M_A, M_B e N

2.4 FASI PRINCIPALI DI CANTIERE

Lo svolgimento del cantiere di linea tranviaria dovrà seguire le seguenti fasi principali:

- spostamento sottoservizi interferenti;
- sede tranviaria e armamento;
- sistemazioni urbanistiche;
- finitura sede tranviaria;
- linea di contatto e impianti;
- collegamenti di linea;

Le fasi sopracitate si realizzeranno come evidenziato nelle planimetrie e sezioni dei cantieri tipologici di linea. Sono stati analizzati tre cantieri tipologici:

- sede centrale;
- sede laterale;
- sede promiscua.

2.4.1 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA CENTRALE

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria centrale è stato analizzato il caso del cantiere in via Emilia Ponente.

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 4. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità prossima allo stesso.

Si prevede di mantenere per tutte le fasi di cantiere almeno 2 corsie veicolari, 1 per ogni senso di marcia.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si avrà lo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria e si comincerà a realizzare una prima parte di sistemazioni urbanistiche di progetto.



Figura 7 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 1

Nella “Fase 2” si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si avrà lo spostamento della seconda parte dei sottoservizi e si continuerà la realizzare delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

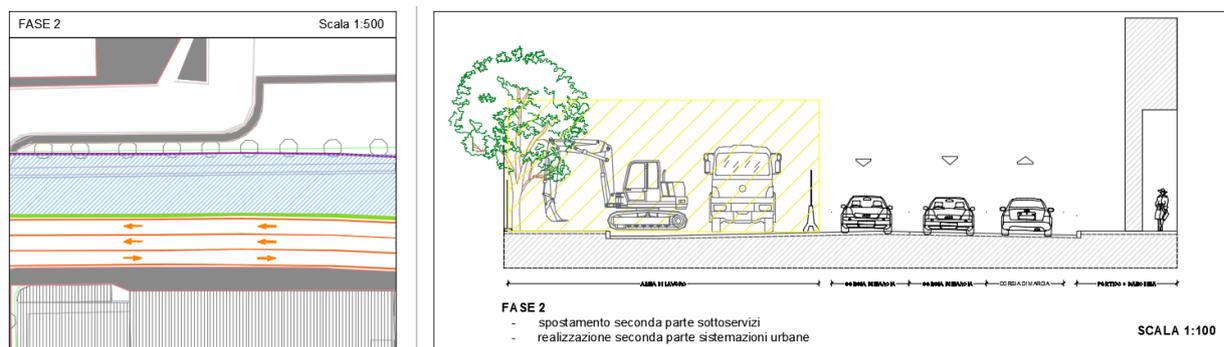


Figura 8 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 2

Nella “Fase 3” si prevede un cantiere al centro del viale dove si avrà il completamento dello spostamento dei sottoservizi, si realizzerà la sede, si poserà l’armamento e proseguirà la realizzare delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

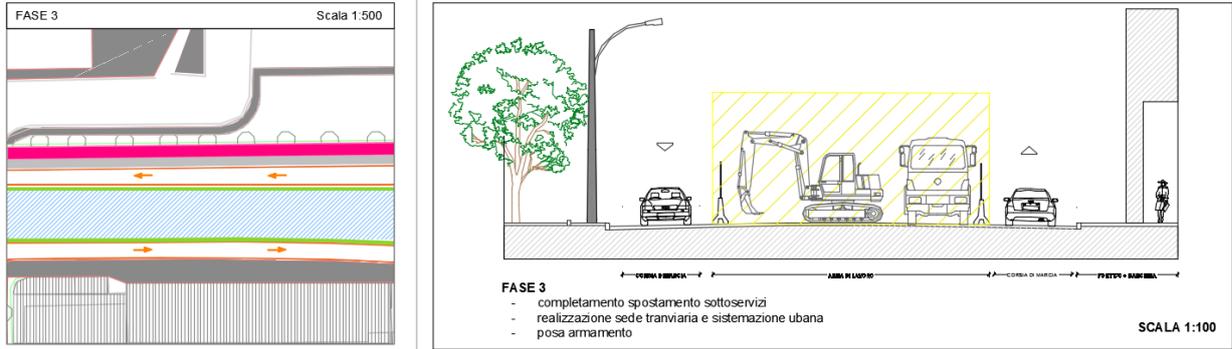


Figura 9 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 3

Nella “Fase 4” si prevede il restringimento del cantiere centrale si realizzerà la finitura di sede si eseguirà la posa degli impianti e della trazione elettrica oltre al completamento delle sistemazioni urbanistiche.

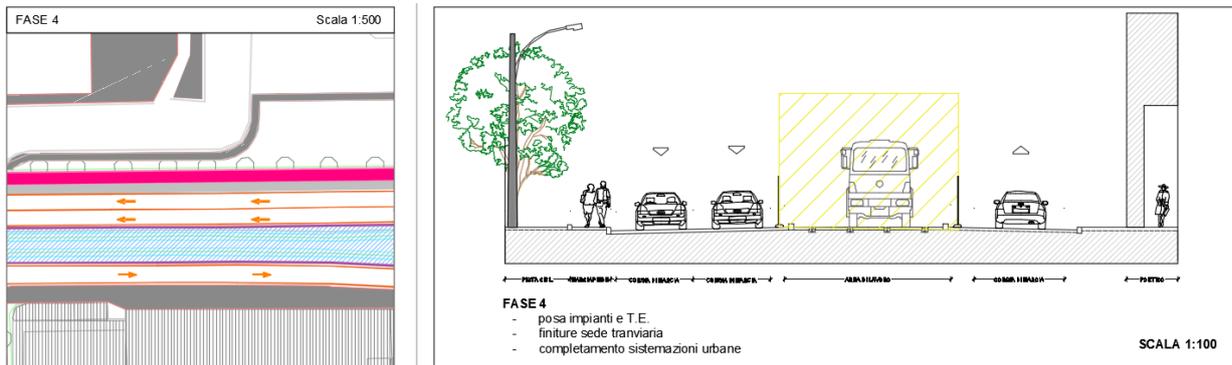


Figura 10 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 4

2.4.2 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA LATERALE

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria laterale è stato analizzato il caso del cantiere in via della Liberazione.

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 3. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità prossima allo stesso.

Si prevede di mantenere per tutte le fasi di cantiere una corsia veicolare in direzione centro città. Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si procederà perlopiù allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria.

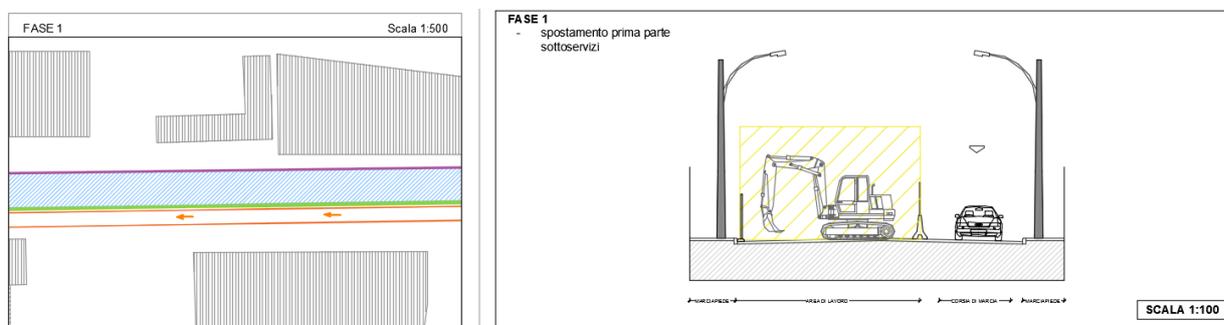


Figura 11 - Tipologico cantiere con sede laterale Fase 1

Nella "Fase 2" si prevede un ribaltamento del cantiere lato binario destro dove si avrà il completamento dallo spostamento dei sottoservizi, la realizzazione della sede, di parte delle sistemazioni urbane e la posa dell'armamento tranviario.

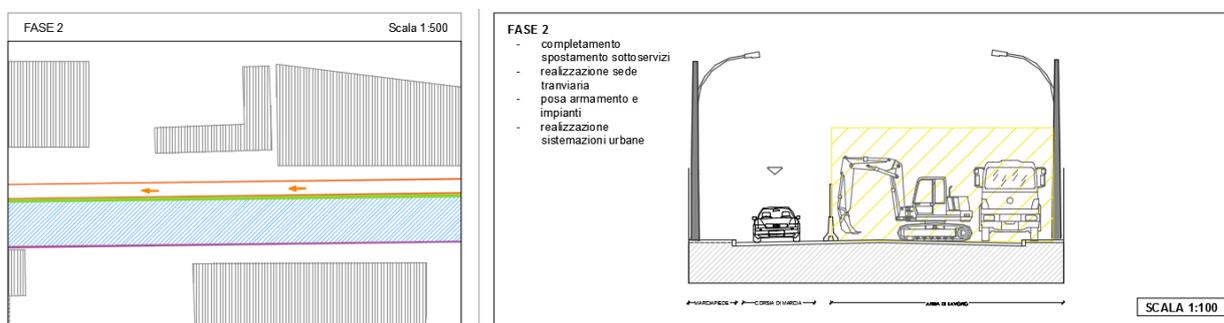


Figura 12 - Tipologico cantiere con sede laterale Fase 2



Nella "Fase 3" si prevede un restringimento del cantiere lato binario destro dove si avrà il completamento delle finiture di sede la posa degli impianti e della trazione Elettrica. Nella stessa fase lato binario sinistro sarà allestito in prossimità del marciapiede un piccolo cantiere per il completamento delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

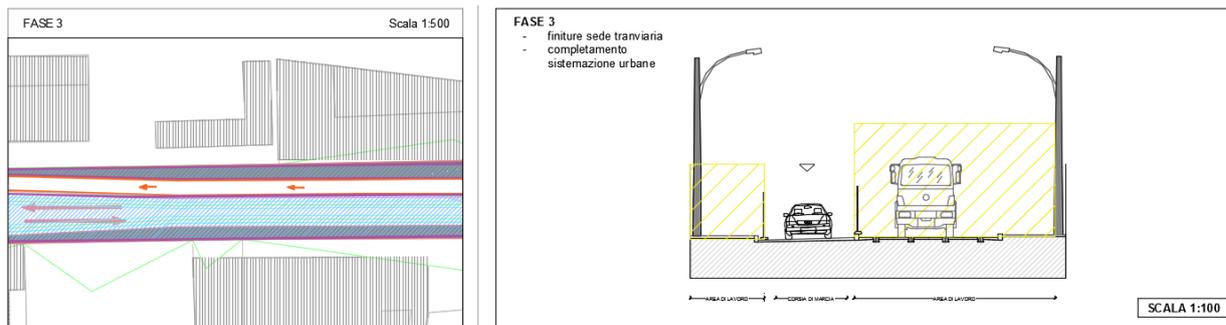


Figura 13 - Tipologico cantiere con sede laterale Fase 3

2.4.3 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA PROMISCUA

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria promiscua è stato analizzato il caso del cantiere in via Ugo Bassi.

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 3. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità adiacente allo stesso.

Si prevede di mantenere per le prime 2 fasi di cantiere 1 corsia veicolare direzione Borgo Panigale-centro città. Per l'ultima fase si prevede la chiusura della strada interessata dai lavori vista l'impossibilità di realizzare la sede senza interruzione del traffico veicolare.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si procederà perlopiù allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti.

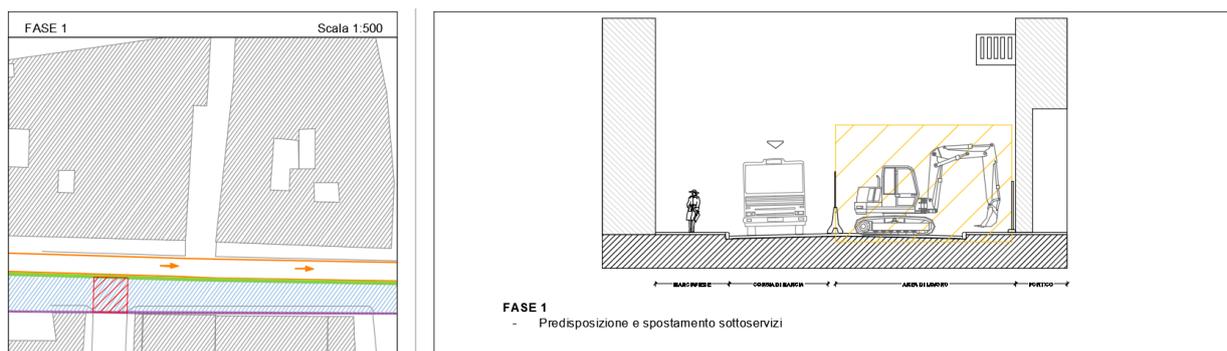


Figura 14 - Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 1

Nella "Fase 2" si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si procederà perlopiù allo spostamento della seconda parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria.

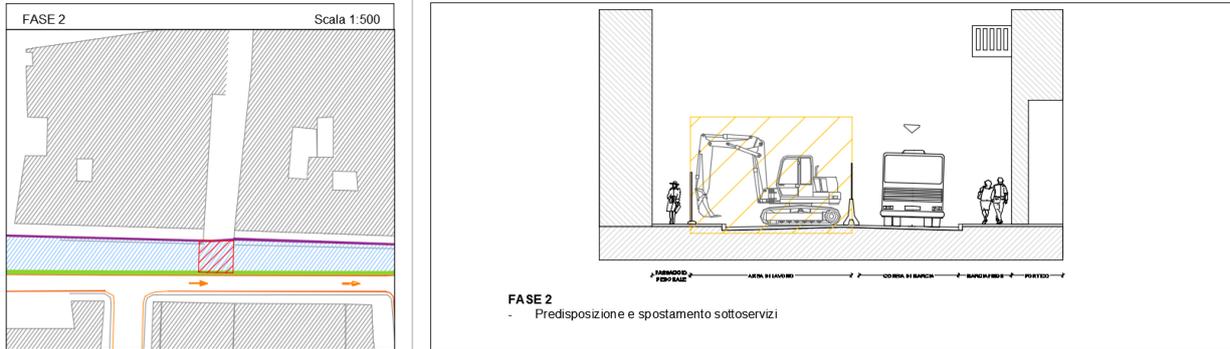


Figura 15 - Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 2

Nella "Fase 3" si prevede un cantiere su tutta la sede stradale dove si procederà al completamento dello spostamento dei sottoservizi, alla realizzazione della sede tranviaria alla posa dell' armamento e alla realizzazione delle sistemazioni urbane di progetto.

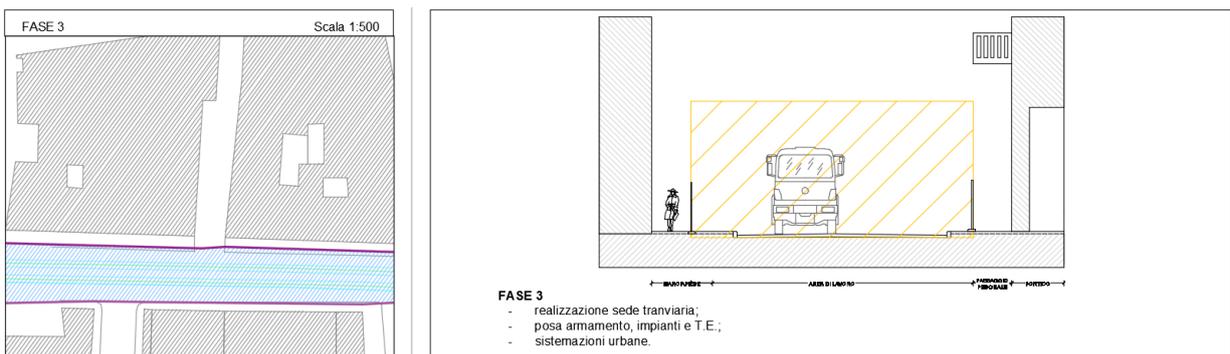


Figura 16 - Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 3

2.5 AREE LOGISTICHE E STOCCAGGIO MATERIALI

Nella cantierizzazione della nuova 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, nonché per il ricovero dei mezzi d'opera.

Tali aree sono state individuate presso l'area di cantiere del futuro Deposito-Rimessaggio cantiere e presso il cantiere N futuro capolinea.

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 provvisoriale 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.

2.6 TIPOLOGIE DI RECINZIONI DI CANTIERE

Per la delimitazione delle aree di lavoro sono state individuate 4 tipologie di recinzioni di cantiere:

- Tipo A recinzione costituita da pannelli di griglia metallica tipo "orso grill" montata su New-Jersey in c.c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo. Tale recinzione delimita il cantiere nei tratti in cui lo stesso si sviluppi lungo ad una strada con traffico veicolare durante le fasi di cantiere in cui sono presenti scavi e dislivelli. L'altezza totale della recinzione è di circa 310 cm. Tale tipologia sarà completata con l'applicazione lato interno con un telo in HDPE il quale avrà la duplice funzione e di oscurare il cantiere e smorzare le emissioni di polveri ed eventuali onde acustiche.

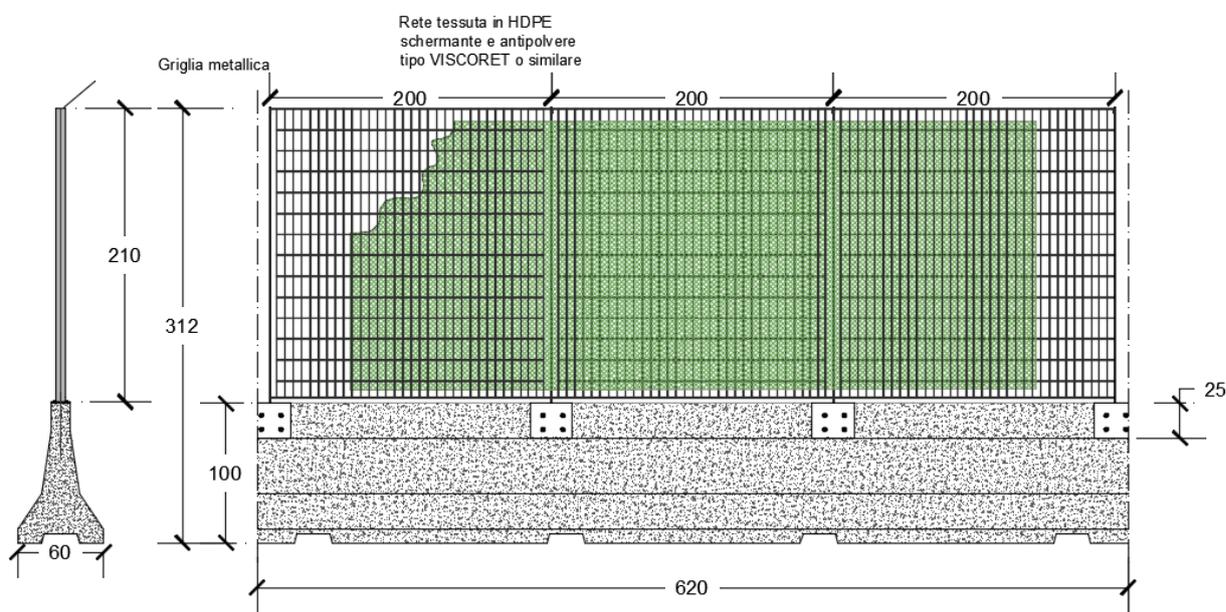


Figura 17 – Recinzione tipo A

- Tipo B recinzione che sarà costituita da pannelli fonoassorbenti, con spessore complessivo sull'ordine di 10 cm. Tali pannellature saranno sostenute da strutture in acciaio zincato idoneamente dimensionata per sorreggere eventuali casuali urti e le sollecitazioni meccaniche dovute ad agenti atmosferici. Questa recinzione, di altezza variabile a seconda delle necessità di abbattimento del rumore, potrà essere montata su New-Jersey in c.c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo, a seconda che

il cantiere si sviluppi lungo ad una strada con traffico veicolare o in alternativa con traffico pedonale.

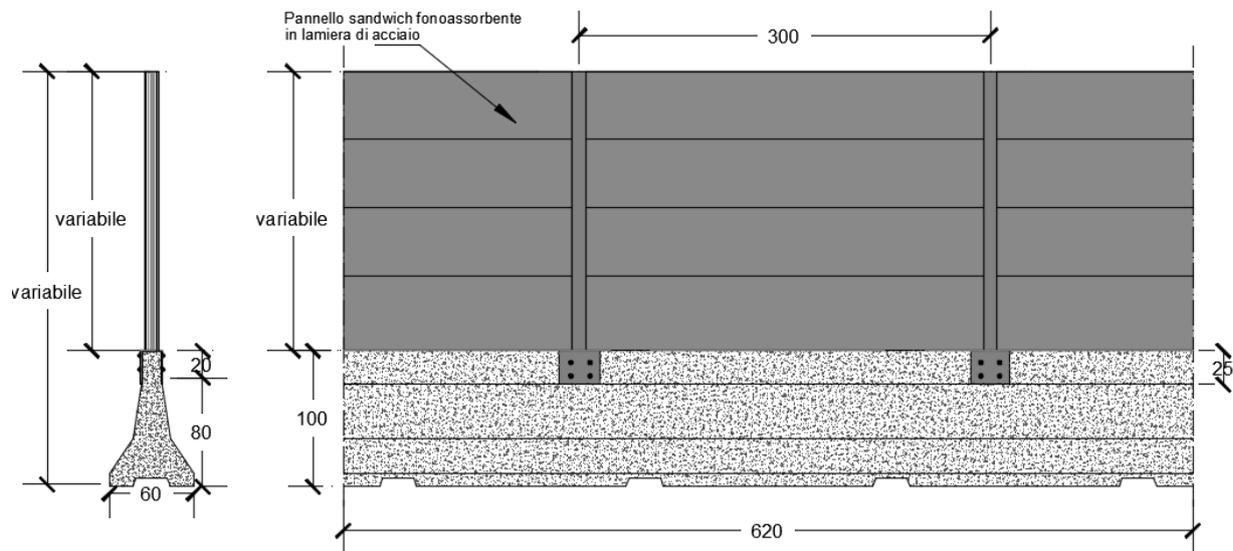


Figura 18 – Recinzione tipo B

- Tipo C recinzione costituita da pannelli in legno montati su New-Jersey in c.c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo. Recinzione da utilizzare per la delimitazione di aree logistiche e stoccaggi materiali nel quale si richieda un minimo contenimento del rumore.

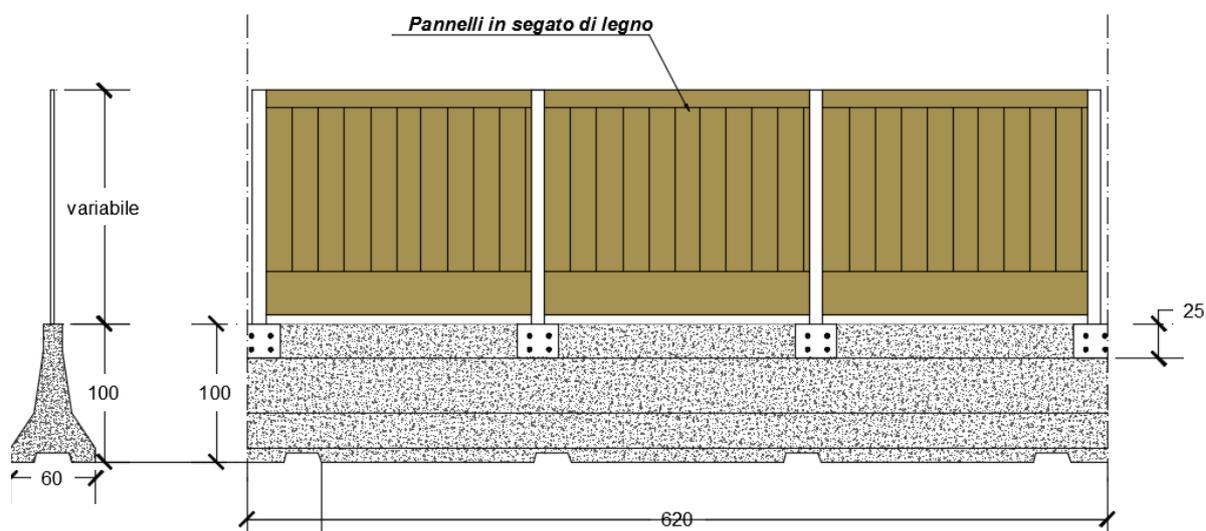


Figura 19 – Recinzione tipo C

- Tipo D recinzione costituita da pannelli di griglia metallica costituita da rete elettrosaldata riquadrata da tubolari in acciaio del diametro di 4 cm tutto zincato a caldo, montata su piantane appoggiate sul terreno. Tale recinzione delimita il cantiere nei tratti in cui il cantiere deve possedere un fronte mobile senza particolari necessità di protezione dell'area di cantiere. L'altezza totale della recinzione è di circa 200 cm. Tale tipologia sarà completata con l'applicazione lato interno con un telo in HDPE il quale avrà la duplice funzione e di oscurare il cantiere e smorzare le emissioni di polveri ed eventuali onde acustiche.

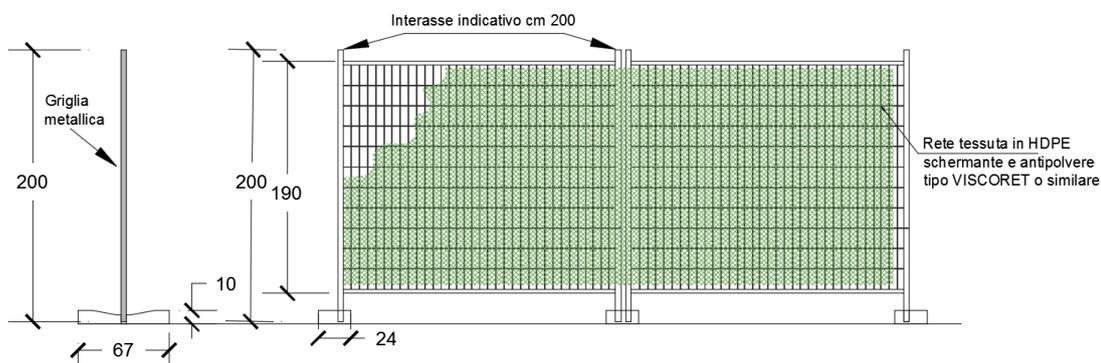


Figura 20 – Recinzione tipo D

3. ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AL CANTIERE

Si riporta di seguito gli aspetti ambientali legati alla realizzazione dei cantieri e gli indirizzi e gli accorgimenti volti a garantire una corretta tutela dello stesso.

Le indicazioni di seguito riportate riguardano le seguenti tematiche:

- Gestione materiali di risulta;
- Trasporto dei materiali;
- Contenimento rumore e vibrazioni durante le fasi di cantiere.

3.1 GESTIONE MATERIALI DI RISULTA

In conformità alla vigente normativa sui materiali di risulta (terre e rocce da scavo) e in seguito alle analisi chimiche effettuate sui campioni dei terreni che saranno oggetto di scavo nel presente cantiere, l'Appaltatore gestirà i materiali di risulta dagli scavi secondo diversi scenari:

- Conferimento presso Centro Autorizzato;
- Recupero Rifiuti;
- Reimpiego diretto nel medesimo sito di escavazione;
- Reimpiego come sottoprodotto presentando un "Piano di Utilizzo".

Nel caso in cui si preveda il conferimento a un Centro Autorizzato, sarà necessario:

- Individuare un Centro Autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo;
- Individuare l'eventuale deposito temporaneo presso il cantiere;
- Effettuare il trasporto con ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali;
- Emettere il formulario di identificazione per il trasporto;

Gli interventi previsti in progetto verranno realizzati utilizzando sia materiale proveniente dagli scavi, sia materiale selezionato proveniente da cave di prestito.

In quest'ottica sono stati individuati in un apposito elaborato i principali siti di cava e discarica presenti sul territorio bolognese individuando la distanza dal cantiere in modo da ottimizzare gli spostamenti necessari.

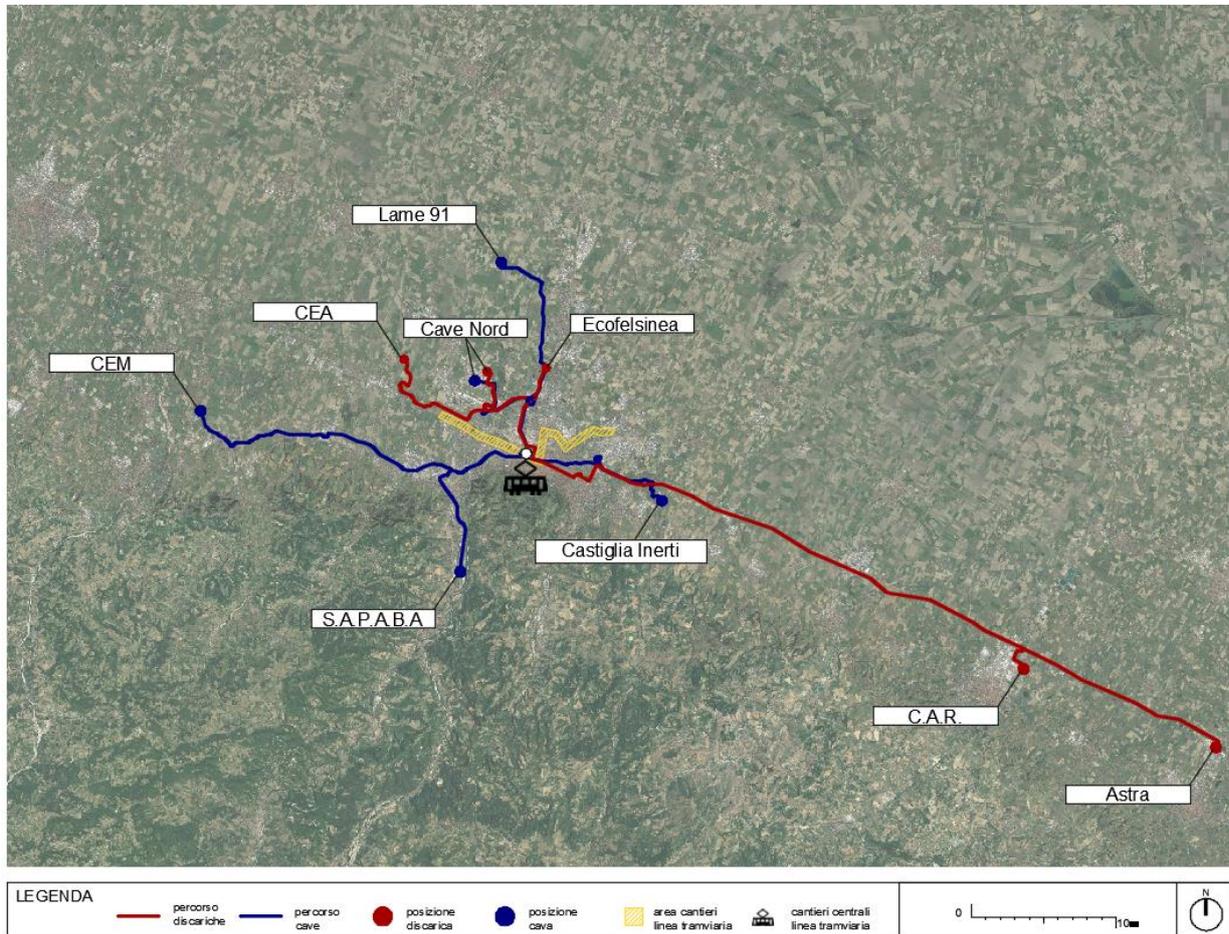


Figura 21 – Percorsi cave e discariche

3.2 TRASPORTO DEI MATERIALI

Questa sezione ripercorre alcune problematiche ed inconvenienti che potrebbero verificarsi a seguito dell'impiego di un elevato numero di mezzi di trasporto nell'ambito del territorio interessato dalla realizzazione dell'opera.

Vengono individuate alcune azioni di prevenzione, di tutela e di mitigazione a salvaguardia dei diversi sistemi presenti sul territorio (antropico, fisico, naturalistico) a seguito degli impatti generati dal trasporto dei materiali.

Si tratta in generale di indirizzi e accorgimenti volti a garantire una corretta tutela dell'ambiente, dei quali il responsabile delle attività di trasporto dei materiali dovrà tener conto nelle scelte operative.

3.2.1 DISTURBI INDOTTI DALLE ATTIVITÀ DI TRASPORTO DEI MATERIALI

I principali effetti e disturbi indotti dal trasporto dei materiali possono riassumersi in tre fenomeni principali: la generazione di traffico indotto, le emissioni di inquinanti in atmosfera (polveri e gas combustibili) e le emissioni sonore e vibrazionali prodotte dai mezzi in transito.

Gli aspetti da considerare per definire le azioni di mitigazione degli impatti durante il trasporto dei materiali sono di diversa natura e contemplano:

- norme di sicurezza per il personale;
- verifica dello stato di manutenzione dei mezzi;
- verifiche interferenza con la viabilità;
- verifica esistenza di percorsi storici, siti archeologici, insediamenti ad elevata sensibilità;
- scelta delle alternative di percorrenza dei mezzi;
- verifica di contemporaneità con attività di altre opere/interventi;
- scelta degli orari di lavoro;
- regolamentazione e controllo del traffico;
- segnaletica di percorrenza dei mezzi di trasporto nei punti critici per il traffico;
- accorgimenti per limitare le emissioni acustiche;
- accorgimenti per limitare le emissioni di polveri;
- accorgimenti per limitare le dispersioni liquide inquinanti;

Gli accorgimenti di prevenzione e di mitigazione da prevedere per ridurre i disturbi indotti dalle attività di trasporto dei materiali sono riportati di seguito.

Per quanto riguarda **Norme di sicurezza per il personale occorre:**

- Assicurazione per il personale;
- Dotazione di attrezzature di lavoro: devono soddisfare alle disposizioni legislative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e salute dei lavoratori;
- Adozione dei dispositivi di protezione individuale.

Mezzi di trasporto

- Verifica dello stato di manutenzione dei mezzi;
- Stato di usura delle gomme;
- Controllo fanaleria.

Traffico e viabilità

- Individuazione delle interferenze con la viabilità locale;
- Individuare i punti critici per la circolazione viaria;
- Verificare il flusso del traffico esistente;
- Verifica di interferenze con percorsi storici, siti archeologici, aree naturalistiche;
- Studio delle alternative di percorrenza;
- Previsione di adeguata segnaletica in punti critici (accesso al cantiere, vicinanza scuole, ospedali, centri abitati, attraversamenti pedonali, ecc.);
- Prevedere adeguato sistema di vigilanza a supporto della regolamentazione del traffico (vigili, segnaletica semaforica, ecc);
- Verifica di eventuali lavori contemporanei che implicano l'utilizzo di stessi percorsi stradali;
- Prevedere il transito dei trasporti eccezionali durante le ore di minor traffico e con al scorta;

Orari di lavoro

La movimentazione dei mezzi deve svolgersi principalmente nelle ore diurne, e deve tener conto della presenza di zone sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura, ecc, astenendosi dal percorrere tali zone negli orari di ingresso/uscita dei suddetti edifici.

Accorgimenti per limitare le emissioni acustiche

- Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- Studio della disposizione temporale delle attività;
- Scelta e stato dei pneumatici;
- Utilizzo di schermi acustici mobili.

Accorgimenti per limitare le emissioni di polveri e di gas di scarico

- Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- Studio della disposizione temporale delle attività;
- Umidificare le piste sterrate ed i cumuli di materiale quando necessario;
- Utilizzo di telonatura dei mezzi sui percorsi effettuati in autostrada;
- Spegnerne i motori durante le soste prolungate in prossimità di zone abitate o di aree sensibili;
- Lavaggio gomme all'uscita del cantiere se c'è innesto su viabilità stradale asfaltata o pavimentata.

Accorgimenti per limitare le dispersioni liquide inquinanti

- Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- Raccolta e adeguato conferimento allo smaltimento dei rifiuti generati dall'utilizzo dei mezzi (oli esausti, sversamenti accidentali di liquidi inquinanti, batterie, ecc.).

3.3 CONTENIMENTO DEL RUMORE E DELLE VIBRAZIONI DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE

Le normali operazioni di lavoro nei cantieri e sul fronte di avanzamento della linea tranviaria possono generare problemi di interazione ed inquinamento dell'ambiente circostante.

Per far fronte ai problemi di rumore e vibrazione occorre:

- effettuare controlli preventivi e in corso d'opera;
- seguire regole di comportamento;
- attuare interventi di mitigazione;

3.3.1 CONTROLLI PREVENTIVI E IN CORSO D'OPERA

Per far fronte alle problematiche sopra riportate occorre eseguire dei controlli sia in fase preventiva che durante la fase costruttiva considerando le attività effettivamente svolte in cantiere.

Tali verifiche dovranno comprendere il controllo delle caratteristiche generali e dei dati di gestione nonché della struttura e delle attività svolte in fase costruttiva.

Tale controllo dovrà essere previsto anche per l'ambiente esterno ai cantieri e al fronte di lavoro attraverso il controllo della destinazione dei ricettori identificati come ricettori di attenzione.

Al fine di facilitare le suddette verifiche durante le attività di costruzione potranno essere predisposte delle apposite schede di controllo (check list) relativamente alle attività di cantiere e al fronte di avanzamento. Queste dovranno contenere un elenco di dati/parametri da controllare durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera.

La situazione ambientale è influenzata durante la fase di costruzione da numerosi parametri (numero e tipologia di mezzi, durata attività, risorse impiegate, ecc.). Queste schede dovranno tenerne conto individuando quelli più significativi da tenere sotto controllo per mantenere una visione completa e aggiornata della situazione ambientale nei dintorni delle aree di lavoro.

3.3.2 REGOLE DI COMPORTAMENTO

Nel seguito si suggeriscono alcune regole di buon comportamento che si potrebbero adottare al fine di ridurre l'emissione sonora e vibrazionale del cantiere:

- attrezzature e mezzi dovranno essere utilizzati secondo le istruzioni del costruttore; facendo attenzione a eliminare attriti attraverso operazioni di lubrificazione, sostituire i pezzi usurati e che lascino giochi, serrare le giunzioni, porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive, verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- cercare di evitare l'uso prolungato dei clacson almeno in corrispondenza di ricettori sensibili;
- i materiali, quando praticabile, dovranno essere sollevati e non trascinati, appoggiati e non lasciati cadere da altezze eccessive;
- evitare di effettuare trasporti di materiale o comunque carichi potenzialmente rumorosi senza fissarli e/o isolarli adeguatamente;
- evitare frenate ed accelerazioni brusche;
- evitare di scaricare e caricare materiali pesanti in maniera violenta;
- si suggerisce, per i mezzi di trasporto, di cambiare le marce in corrispondenza del numero corretto dei giri del motore;
- si segnala che esistono, inoltre, articoli contenuti nel "Nuovo Codice della Strada" che dettano norme comportamentali generali da rispettare durante la circolazione e che potrebbero costituire un ulteriore riferimento;
- in particolare, gli artt. 155 – "Limitazione dei rumori" e 156 – "Uso dei dispositivi di segnalazione acustica" stabiliscono:

3.3.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE RUMORE E VIBRAZIONE

Qualora il rispetto delle regole di comportamento e gli accorgimenti sopra elencati non riuscissero a far rientrare i valori di rumore e vibrazione, provocate dalle lavorazioni in essere sul confine del cantiere, all' interno dei limiti prestabiliti:

- occorrerà sostituire la recinzione di cantiere con una adeguata del tipo fonoassorbente tipo B (per limitare il rumore prodotto);
- interrompere le attività maggiormente impattanti e eseguire le stesse in orari più consoni e non contemporaneamente;
- trovare mezzi e metodologie differenti per eseguire le stesse lavorazioni in modo da impattare meno sull'ambiente circostante.