



AUTORITA' PORTUALE DELLA SPEZIA
Via del Molo, 1
19126 La Spezia SP

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ing. Franco Pomo

A.T.I. IMPRESE

CAPOGRUPPO - MANDATARIA



40026 Imola (BO)
Via Molino Rosso, 3
www.cir-ambiente.it

Tel. +39 0542 6214 11
Fax +39 0542 6214 28
cirambiente@cirambiente.it

MANDANTE



19121 La Spezia
Salita Vanicella
www.carloagnese.com

Tel. +39 018 7770 030
Fax +39 018 7770 042
carloagnese@carloagnese.com

Dott. Ing. TOMMASO TASSI
p. 2671
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Venezia

A.T.I. PROGETTISTI



30035 Mirano (VE)
Viale Belvedere, 8/10
www.fm-ingegneria.com

Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
barrierespezia@fm-ingegneria.com



31027 Spresiano (TV)
Via Tiepolo, 8
www.gtgeo.it

Tel. +39 0422 8870 31
Fax +39 0422 8895 89
info@gtgeo.it

PROGETTO

**RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE ARCHITETTONICA
DELL'INTERFACCIA PORTO CITTA' DELLA SPEZIA**

**INTERVENTO DI PROTEZIONE ANTIFONICA E RELATIVO
INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO LUNGO
VIALE SAN BARTOLOMEO**

EMISSIONE

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO

PARTE GENERALE
Relazione Generale

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1	30/06/2017	1166_PE-G-002_1.doc	Aggiornamento elaborato	L. Masiero	T. Tassi
2	16/02/2018	1166_PE-G-002_2.doc	Riscontro lettera AP no.1653 del 01/02/2018	L. Masiero	T. Tassi
3					
4					
5					

ELABORATO N.

PE-G-002

DATA: 30/06/2017	SCALA:	FILE: - 1166_PE-G-002_0.doc	J.N. 1166
PROGETTO L. Masiero	DISEGNO L. Masiero	VERIFICA L. Masiero	APPROVAZIONE T. Tassi

1	PREMESSA	2
2	INDAGINI E RILIEVI.....	3
2.1	RILIEVI TOPOGRAFICI.....	3
2.2	INDAGINI GEOTECNICHE.....	3
2.2.1	INDAGINI PREGRESSE	3
2.2.2	INDAGINI INTEGRATIVE	4
2.3	INDAGINI STRUTTURALI	5
2.3.1	CAMPAGNA INDAGINI.....	6
3	OPERE DI PROGETTO	7
3.1	INGEGNERIZZAZIONE DELLA SEZIONE TIPOLOGICA AMBITO 1A.....	10
3.2	INCREMENTO DEL PASSO DEI MONTANTI	11
3.3	ELEMENTI SOGGETTI A DANNEGGIAMENTO E DEGRADO AMBITO 1A.....	14
3.4	QUALITÀ DEI MATERIALI.....	14
3.5	MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITO 1A	16
3.5.1	MIGLIORIE DI TIPO MORFOLOGICO	16
3.5.2	MIGLIORIE DELL'ASSETTO PERCETTIVO, SCENICO E PANORAMICO.....	16
3.5.3	MIGLIORIE DI CARATTERI TIPOLOGICI, MATERICI, COLORISTICI E COSTRUTTIVI.....	16
3.5.4	MIGLIORIE DELLA COMPAGINE VEGETALE	17
3.5.5	MIGLIORIE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA, IDRAULICA E DELL'EQUILIBRIO IDROGEOLOGICO	18
3.6	MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITI 1B E 2	19
3.7	STUDIO ACUSTICO.....	21
4	ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE	25
4.1	AREE DI CANTIERE E DELIMITAZIONI.....	25
4.1.1	AMBITO PROGETTUALE 1A	25
4.1.2	AMBITO PROGETTUALE 1B	25
4.1.3	AMBITO PROGETTUALE 2.....	25
4.1.4	DELIMITAZIONI	26
4.2	AREA LOGISTICA SERVIZI LOGISTICI ED IGIENICO – ASSISTENZIALI.....	26
4.3	DISLOCAZIONE DELLE ZONE DI CARICO E SCARICO	27
4.4	PROGRAMMA DEI LAVORI	28
5	DOCUMENTI DEL PROGETTO ESECUTIVO	29
5.1	ELENCO ELABORATI	29

1 PREMESSA

La presente Relazione Generale ha la finalità di illustrare il quadro complessivo delle scelte progettuali afferente agli interventi di protezione antifonica da attuarsi lungo viale San Bartolomeo, nel tratto di viabilità urbana al confine con il comparto centrale del porto commerciale della Spezia.

Dopo una breve presentazione dell'ambito di progetto, vengono illustrate le soluzioni progettuali proposte dall'ATI CIR-CARLO AGNESE in sede di gara e sviluppate dallo studio F&M Ingegneria in sede di progettazione esecutiva.

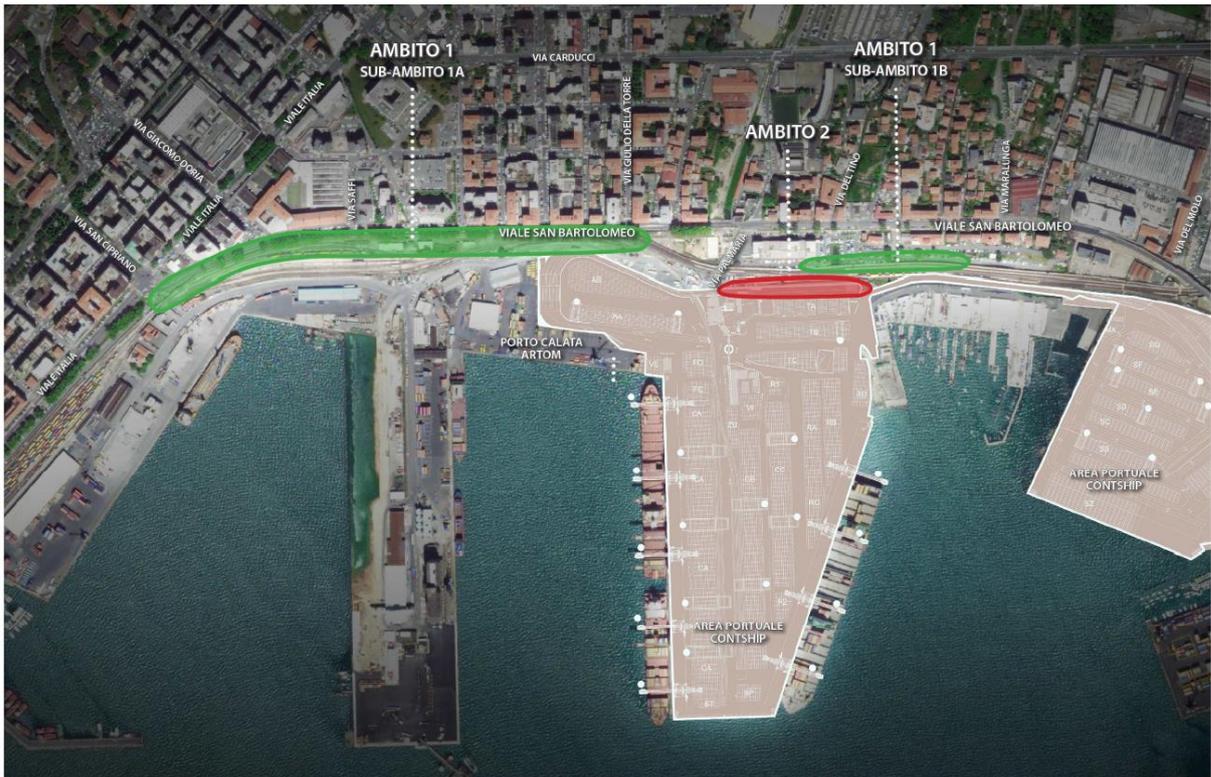


Figura 1 –Inquadramento a scala urbana degli ambiti di intervento.

2 INDAGINI E RILIEVI

Contestualmente all'avvio del progetto esecutivo sono state eseguite gli opportuni rilievi ed eseguite indagini integrative di dettaglio atte a verificare le caratteristiche dei materiali delle opere d'arte esistenti e determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione lungo gli ambiti 1A e 1B.

2.1 RILIEVI TOPOGRAFICI

Il rilievo plano-altimetrico dell'area è stato realizzato dall'impresa CARLO AGNESE Spa nei mesi di aprile/maggio 2017.

Il rilievo è stato eseguito utilizzando la seguente strumentazione:

- stazione totale Leica TPS 1002

Per poter procedere alle attività di rilevazione, è stata realizzata una poligonale suddivisa nelle varie tratte d'intervento e i dati acquisiti, sono stati riportati su file AutoCAD al fine della restituzione grafica del rilievo.

Il rilievo effettuato è stato successivamente sovrapposto al rilievo realizzato per il progetto definitivo posto a base di gara.

Altresì sono state eseguite verifiche puntuali tramite misurazioni manuali con cordella metrica dei vari elementi costituenti i manufatti rilevati onde verificare la corrispondenza con quanto rilevato.

Le risultanze delle attività di rilievo sono riportate negli elaborati grafici PE-G-102÷106.

La restituzione del rilievo ha evidenziato, in prossimità delle aree urbane oggetto d'intervento, la presenza dei seguenti servizi e sottoservizi:

- linea di illuminazione pubblica
- linea di alimentazione della filovia
- linee Enel
- linea Gas
- rete di raccolta acque meteoriche
- impianti antiintrusione
- cartelli pubblicitari, ecc.

In sede di progettazione esecutiva sono state eseguite le opportune richieste agli Enti di riferimento (Enel, TIM, ACAM, ...) e gli opportuni approfondimenti in campo da parte dell'ATI imprese, sia mediante specifiche verifiche in situ sia presso gli enti gestori di servizi e sottoservizi, che hanno portato all'individuazione dei sottoservizi riportati nell'elaborato grafico PE-G-107.

Per quanto riguarda gli impianti speciali presenti sulla recinzione portuale lato ferrovia, quali ad esempio il sistema antiintrusione, le fibre ottiche e la linea di alimentazione, come previsto nel progetto definitivo a base di gara, prima dell'inizio dei lavori è previsto il loro ripristino da ditte specializzate nell'ambito di altro appalto.

2.2 INDAGINI GEOTECNICHE

Per la valutazione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ai risultati delle indagini pregresse eseguite nell'area di intervento nel 2000, 2001 e 2008 e ai risultati della campagna di indagini integrative richieste dagli scriventi, eseguite nel mese di giugno 2017.

2.2.1 INDAGINI PREGRESSE

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni si è fatto riferimento alla "Relazione geologico-tecnica eseguita per la realizzazione di due edifici in località La Spezia zona retroportuale" del giugno 2001, riguardante la costruzione di due palazzine uffici nella zona antistante il terminal LSCT. La campagna di indagini, condotta dalla ditta Ferrari De Nobili S.r.l. di La Spezia nel maggio 2001, ha previsto l'esecuzione di n.4 sondaggi a

carotaggio continuo (S1÷S4) spinti a 30÷35 m di profondità dal piano campagna esistente (alla +2 m l.m.m.).

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche tipo SPT (*Standard Penetration Test*) e prove di consistenza con pocket penetrometer. Sono stati inoltre prelevati campioni di terreno indisturbati sottoposti in laboratorio a prove di classificazione (peso di volume, analisi granulometriche, limiti di Atterberg, contenuto naturale d'acqua), prove di taglio diretto e prove di consolidazione edometrica.

Nell'ambito della costruzione dei due edifici, è stata inoltre eseguita una prova di pompaggio all'interno di un pozzo per determinare la permeabilità dei primi metri di terreno.

Si hanno inoltre a disposizione i risultati delle indagini integrative per la realizzazione del nuovo fabbricato da realizzare nella zona retroportuale nei pressi dell'entrata del terminal LSCT. La campagna di indagini, condotta dalla ditta Ferrari De Nobili S.r.l. nell'ottobre-novembre 2008, ha previsto l'esecuzione di n.2 sondaggi a carotaggio continuo (SA, SB) spinti a 23÷24 m di profondità dal piano campagna esistente (circa +1 m l.m.m.) e n.2 prove penetrometriche statiche (PP1, PP2) tipo CPT (*Cone Penetration Test*) spinte a -16 m da p.c..

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove tipo SPT, prove di consistenza con pocket penetrometer e prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile. Sono stati inoltre prelevati campioni di terreno indisturbati sottoposti in laboratorio a prove di classificazione (peso di volume, analisi granulometriche, limiti di Atterberg, contenuto naturale d'acqua), prove di taglio diretto e prove di consolidazione edometrica.

Le suddette indagini sono state eseguite nell'area compresa tra il termine dell'ambito 1A e l'inizio dell'ambito 1B.

Nel novembre-dicembre 2000 è stata condotta una campagna di indagini nell'ambito del progetto del corpo stradale ferroviario e del fabbricato tecnologico connessi con il nuovo fascio merci di La Spezia Marittima, da parte della Soiltest S.r.l. di Arezzo e dalla Ferrari De Nobili S.r.l. La campagna ha previsto complessivamente n.5 sondaggi a carotaggio continuo e n.5 prove CPT lungo l'intero tratto di intervento.

Ai fini del presente progetto, sono stati in particolare considerati i risultati delle indagini più vicine agli ambiti 1B-2: n.2 sondaggi a carotaggio continuo (S3, S5) spinti a -35 m dal p.c. (+1.5÷+2 m l.m.m.) e n.2 prove penetrometriche statiche (CPTEU4, CPTE5) spinte a -22÷-30 m.

Si riporta in seguito la planimetria delle indagini pregresse.

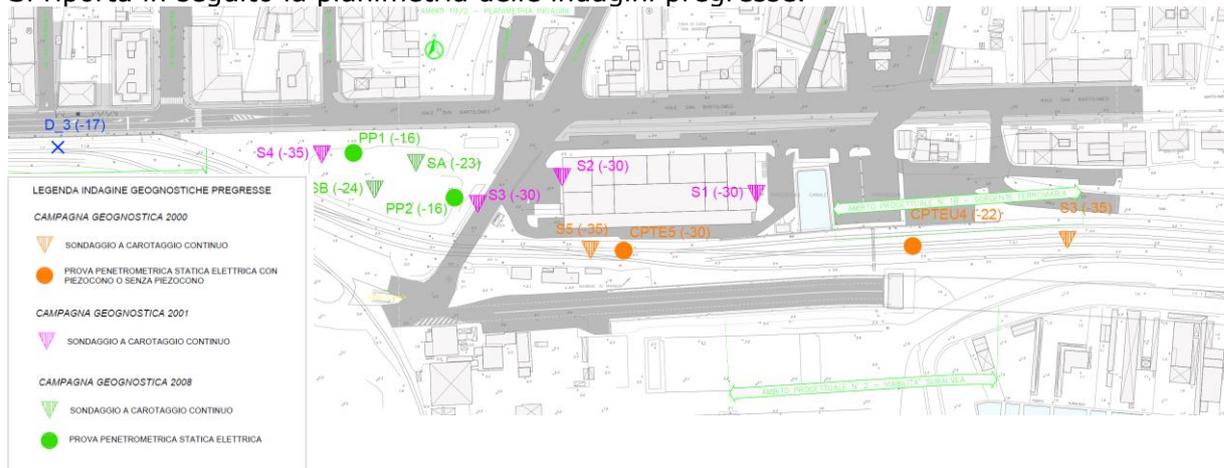


Figura 2 – Planimetria indagini geognostiche pregresse 2000, 2001, 2008.

2.2.2 INDAGINI INTEGRATIVE

Ai fini di una più completa caratterizzazione dei terreni dal punto di vista geotecnico è stata predisposta una campagna geognostica integrativa eseguita nel giugno 2017 dalla ditta GAIA Servizi S.n.c. di San Giuliano Terme (PI). La campagna ha previsto l'esecuzione di n.1 prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU-P1) spinta a -30 m

dal p.c. attuale (circa +1 m l.m.m.) e n.3 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*) spinte a 16÷20 m di profondità.

Si riporta in seguito la planimetria delle indagini integrative, distribuite lungo l'ambito di intervento 1A.



Figura 3 – Planimetria indagini geognostiche integrative giugno 2017.

2.3 INDAGINI STRUTTURALI

Per operare su una struttura esistente, la normativa vigente esige la conoscenza strutturale dell'opera oggetto di intervento, conseguibile secondo diversi livelli di approfondimento, in funzione dell'accuratezza delle operazioni di rilievo, dell'analisi storica e delle indagini sperimentali. Tali operazioni interessano tutta o parte della costruzione a seconda dell'ampiezza e della rilevanza dell'intervento previsto.

La valutazione della sicurezza dell'esistente è affetta normalmente da un grado di incertezza, che nel caso degli edifici esistenti deriva dal fatto che le caratteristiche meccaniche sono stabilite a priori e non possono essere considerate dati progettuali. Perciò si rende necessaria la fase delle indagini sperimentali condotte dal laboratorio *P&P Consulting Engineers – P&P LMC* per definire le proprietà meccaniche dei materiali e per caratterizzare gli elementi che compongono il sistema, in modo da eseguire una corretta verifica globale nei confronti dei meccanismi di collasso. Quanto specificato viene eseguito nel rispetto del capitolo C8.5.3 e dell'Appendice C8A.1 – "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni":

Da ultimo, per poter effettuare le verifiche di sicurezza è necessario raggiungere un determinato "livello di conoscenza". In funzione del tipo e del numero di analisi, la normativa vigente prevede tre livelli di conoscenza (LC1 limitata, LC2 adeguata e LC3 accurata), cui corrisponde un fattore di confidenza (FC) da intendersi come coefficiente di sicurezza che riduce le resistenze medie dei materiali rilevate con le prove di laboratorio ed in sito.

Sono state attuate le seguenti analisi e rilievi:

- Rilievo visivo (sopralluogo);
- Rilievo geometrico (ottenuto dagli elaborati del Progetto Definitivo e validato da rilievi in sito);
- Caratterizzazione meccanica degli elementi, i cui risultati sono riportati nel paragrafo seguente (ricavati mediante relazioni specialistiche).

Le informazioni ricavate e di seguito riportate sono sufficienti per eseguire una verifica considerando il livello di conoscenza massimo LC3 con relativo fattore di confidenza $FC=1.00$ nel rispetto di quanto indicato nel paragrafo C8A della *Circolare Applicativa 2-2009 n.617* relativa al D.M. 14.01.2008.

Il livello di conoscenza raggiunto corrisponde a LC3, per il quale si riportano le tabelle estratte dalla circolare applicativa:

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3	completo	Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

2.3.1 CAMPAGNA INDAGINI

Le indagini sono state commissionate alla P&P Consulting Engineers di Seriate (BG) dalla Ferrari De Nobili s.r.l. di La Spezia e sono state condotte nell'ambito di una singola campagna di indagini in campo in data 17 ÷ 19 maggio 2017. Le indagini diagnostiche sono state condotte alla presenza e sotto la supervisione del Dott. Geol. Iacopo De Nobili della Ferrari De Nobili s.r.l. che ha coordinato le attività in sito.

Le indagini condotte sono consistite in:

- Carotaggio di diametro 60/80 mm su elementi strutturali inclusa misura della profondità di carbonatazione con soluzione a contrasto, determinazione della concentrazione di cloruri, preparazione del campione e prova di compressione sul campione estratto presso Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 (no.11).
- Indagini SonReb (combinazione delle indagini ultrasonica e sclerometrica nella medesima porzione di struttura) per caratterizzazione del calcestruzzo ed eventuale estensione dei risultati delle prove di compressione (no.9).
- Prelievo di barre di armatura da elementi strutturali incluso prove di trazione e piegamento sul campione estratto presso Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 (no.9).
- Prove non distruttive con durometro su barre di armatura previa messa a nudo della barra per la determinazione delle caratteristiche meccaniche a partire dalla durezza del materiale (no.12).
- Rilievo dell'armatura mediante indagine magnetometrica con pacometro. Restituzione della geometria e disposizione dei ferri e stima dello spessore del copriferro. (no.9)
- Rilievo e misura del potenziale delle armature di travi mediante metodo elettrochimico della semicella per la valutazione del potenziale di corrosione, inclusa scarifica localizzata per la messa a nudo di un nodo dell'armatura metallica. Indagine con sonda mobile su un'area di circa 1 mq per punto di indagine (no.12).

La planimetria e le risultanze delle prove condotte in sito e in laboratorio, sono riportate nelle relazioni strutturali di calcolo (elaborati PE-1A-001, PE-1B-001, PE-2-001).

3 OPERE DI PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di protezioni antifoniche aventi finalità di riduzione dell'impatto acustico dovuto alle attività commerciali portuali e di riqualificazione funzionale, architettonica e paesaggistica in due 2 ambiti progettuali omogenei; tali ambiti risultano così suddivisi:

Ambito progettuale n°1: si prevede l'installazione di una protezione antifonica avente la finalità di mitigare il rumore prodotto dall'esercizio dell'attuale impianto ferroviario e la contestuale riqualificazione funzionale, architettonica e paesaggistica del tratto marginale sud di Viale San Bartolomeo, compreso tra via San Cipriano e via Giulio della Torre. La nuova protezione antifonica (intervento denominato 1A) si estenderà per uno sviluppo complessivo di circa 732 metri. Sempre in questo specifico ambito ricade un'ulteriore intervento di protezione antifonica dello sviluppo lineare di ulteriori circa 135 metri (intervento denominato 1B).

- **Ambito 1A:** sono previste due altezze del manufatto (4.5 e 6 m). Il manufatto di altezza 4.50m (tipologia a) dal piano calpestabile di marciapiede, è suddiviso in tre ordini di altezza pari a 1,50 m ciascuno; il terzo ordine (da 3 a 4,50 m) prevede il tamponamento con lastre in vetro stratificato di sicurezza fonoisolante, mentre il primo e secondo ordine (da 0 a 3 m) prevedono l'impiego di elementi opachi fonoassorbenti così suddivisi:
 - o Sul lato porto si prevede un pannello metallico prefabbricato fonoassorbente e fonoisolante realizzato in lamiera d'acciaio prezincato, supportato da montanti (primari) in acciaio zincato con interasse di posa 3,00 m.
 - o Sul lato strada si prevedono pannelli fonoassorbenti e fonoisolanti con rivestimento esterno in lamiera bilanciata microforata; tali elementi sono fissati a montanti verticali (secondari); è prevista anche l'installazione di pannelli attrezzati per verde verticale realizzati con telai preassemblati e sovrastante pacchetto tecnico in cui radicano le essenze vegetali e completi di impianto di irrigazione.

Il basamento della barriera è caratterizzato dalla parziale demolizione e ricostruzione del muro esistente.

Il manufatto di altezza 6.00m (tipologia b) la sezione è suddivisa in quattro ordini regolari di altezza pari a 1,50 m ciascuno; il III e IV ordine (da 3 a 6 m) prevedono il tamponamento con lastre in vetro stratificato di sicurezza fonoisolante. Gli ordini inferiori (dal livello del suolo all'altezza di m.3 dal piano campagna) prevedono i medesimi elementi di cui alla tipologia a. Date le maggiori altezze il basamento della barriera verrà realizzato mediante la demolizione del muro esistente ed una parziale ricostruzione; per ciascun montante sarà predisposto almeno un micropalo.

Nei tratti afferenti alle tipologie (a) e (b) si prevede il rivestimento del muro di sostegno lato porto con elementi fonoassorbenti tipo fonoleca quadro. In corrispondenza delle alberature si applica la tipologia (c), con demolizione del muro esistente fino ad un'altezza di 20 cm e l'impiego di montanti verticali accoppiati a supporto di una partizione verticale trasparente in vetro stratificato con adeguate caratteristiche di fonoisolamento.

- **Ambito 1B:** La barriera è realizzata con montanti metallici - installati sulla testa di un muro in c.c.a. esistente - posti ad un interasse di 3,00 m e con una altezza complessiva pari a 4,0 m. pannelli fonoassorbenti/fonoisolanti sono costituiti da pannelli metallici.

Ambito progettuale n°2: il progetto prevede i seguenti interventi: rivestimento delle pareti in c.a. della rampa con pannelli prefabbricati fonoassorbenti tipo Phono Leca; rivestimento muri di imbocco e dei primi 20 m della galleria sub-alvea; barriera acustica su muro lato ferrovia e sul portale della galleria sub-alvea; sostituzione del tappeto d'usura della rampa con tappeto in Splitt-Mastix - Asphalt (SMA); sostituzione della

**Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e
paesaggistico lungo viale San Bartolomeo**

griglia esistente e interventi sulle fessurazioni trasversali della pavimentazione della rampa.

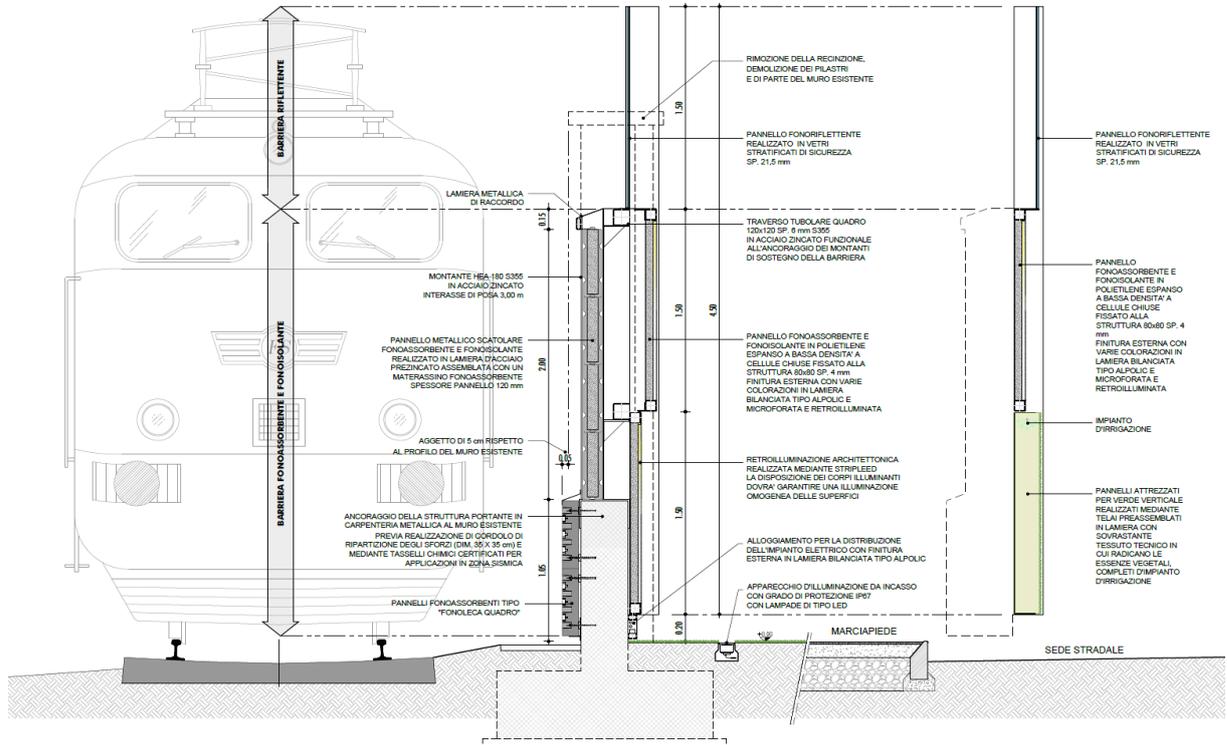


Figura 4 - Progetto definitivo - Protezione antifonica H=4,50 m, sezione tipo (a)

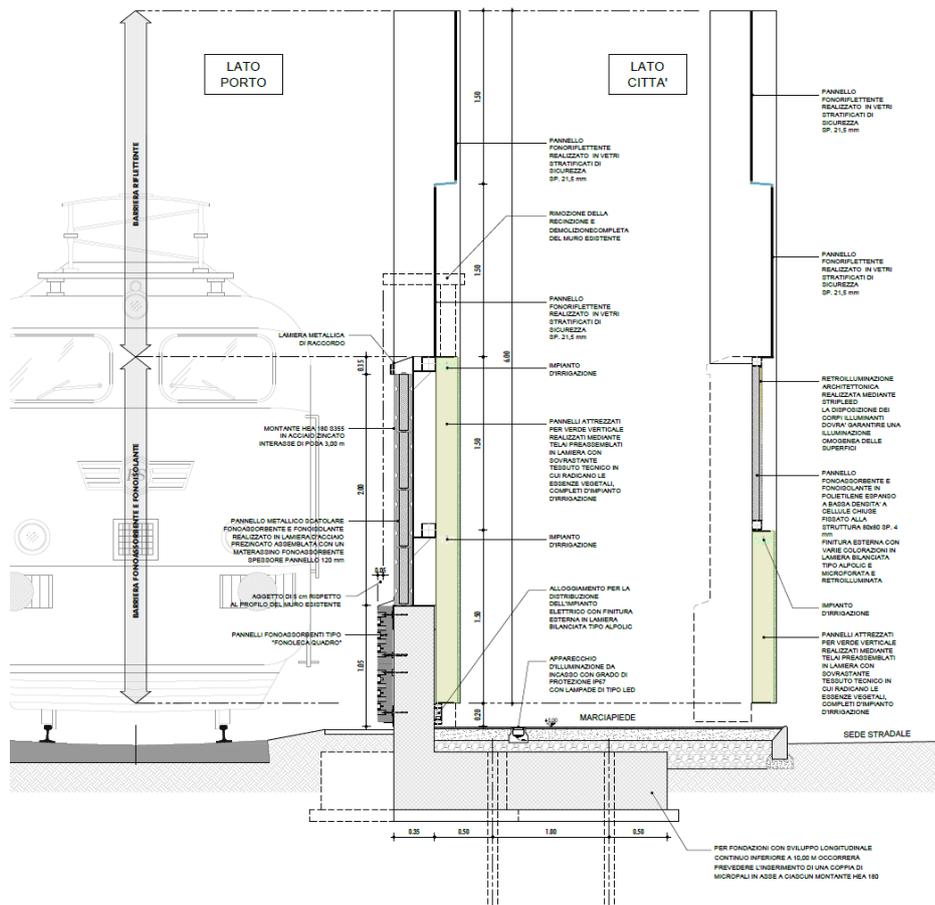


Figura 5 - Progetto definitivo - Protezione antifonica H=6,00 m, sezione tipo (b)

Coerentemente all'art.8 del disciplinare posto a base di gara, dopo un'accurata ed attenta analisi del progetto definitivo, l'ATI imprese ha rilevato le seguenti criticità.

No.	Descrizione	Criticità	Ambito		
			1A	1B	2
1	Utilizzo di una soluzione non standard ove ogni singolo elemento della barriera è sagomato ad hoc in funzione della geometria dettata dall'architettura della barriera lato strada		x		
2	Ridotto passo dei montanti verticali della barriera lato strada con implicito e conseguente impiego di molteplici pannelli fonoassorbenti, pannelli attrezzati per verde verticale (da 3 a 4,50 m) e lastre in vetro (da 3 a 4,50 o 6 m)		x		
3	Incremento dei costi di manutenzione dell'opera di ogni elemento strutturale e architettonico dovuto alla geometria della barriera in funzione del passo dei montanti metallici.		x	x	x
4	Difficoltà nell'eseguire operazioni di smontaggio di parti d'opera danneggiate accidentale o degradate nel tempo.		x		
5	Affidamento dei carichi di progetto al muro esistente la cui struttura (materiali e fondazione) ad oggi non è nota e viene rimandata alla successiva fase di progettazione.		x	x	x
6	Scelta di materiali, accessori, componenti impiantistiche e finiture superficiali che richiedono un'accurata e attenta manutenzione nel tempo.		x		
7	Utilizzo di una struttura regolare lungo tutto il tratto senza elementi architettonici di discontinuità.			x	x
8	Utilizzo di uno strato d'usura con caratteristiche di mitigazione acustica di caratteristiche tecniche non note.				x

Per sopperire alle suddette criticità, sulla base delle risultanze dei rilievi e delle indagini condotte nel 2017 e con lo sviluppo del progetto esecutivo, coerentemente all'offerta di gara sono state attuate le seguenti soluzioni migliorative.

1. Ingegnerizzare la struttura della barriera dell'ambito 1A affinché ogni singolo elemento (montanti e pannelli) sia standardizzato nel rispetto del quadro autorizzativo della soluzione progettuale posta a base di gara.
2. Incremento del passo dei montanti metallici (primari) per tutti i tipologie di barriera di altezza massima di 4.50 m.
3. Riduzione del numero di elementi strutturali e architettonici soggetti ad attività di manutenzione.
4. Semplificazione della geometria della barriera in modo da facilitare le operazioni di smontaggio per futuri sviluppi o in caso di danneggiamento accidentale.
5. Adozione di sistemi di consolidamento delle opere esistenti che consentano di raggiungere "livelli di conoscenza" sufficienti a valutare a norma di legge la sicurezza delle opere post-intervento (solo ambito 1A - barriera H6m).
6. Utilizzo di materiali, accessori, componenti impiantistiche e finiture superficiali che incrementano la durabilità delle barriere nei vari ambiti.
7. Miglioramento architettonico della barriera di cui agli ambiti 1b e 2 evitando l'utilizzo della medesima trama decorativa per tutto il tratto interessato
8. Riduzione ulteriore dell'impatto acustico dell'ambito 2 utilizzando uno strato di usura del manto bituminoso capace di abbassare il rumore da rotolamento di 3-5 decibel.

3.1 INGEGNERIZZAZIONE DELLA SEZIONE TIPOLOGICA | AMBITO 1A

Al fine di semplificare le strutture di sostegno delle parti cieche, a verde e trasparenti, è stata rivisitata completamente la geometria della barriera introducendo le seguenti proposte migliorative:

- Traslazione della posizione del montante metallico primario con allineamento rispetto alla faccia esterna dei profili HE con la parete del muro lato strada; tale proposta ha consentito di eliminare i profili tubolari di dimensioni 120x120mm, utilizzati nel progetto a base di gara per sopperire all'intercapedine che si creava fra i montanti primari e la struttura di sostegno dei pannelli ciechi, favorendo le fasi di montaggio e smontaggio della barriera, grazie alla mancanza di un elemento non necessario ai fini strutturali.
- Utilizzo di correnti orizzontali realizzati con profilo a Z, direttamente collegati ai montanti metallici primari o alla struttura del muro, atti a sostenere i pannelli ciechi e con piantumazione a verde.
- Utilizzo di profili tubolari in alluminio 40x80 mm agganciati alla barriera in più posizioni, esterni ai pannelli ciechi e trasparenti ma pur sempre all'interno dell'ingombro dettato dalla sezione del progetto a base di gara, i quali rispettano il concept di progetto e conferiscono al prospetto le medesime forme architettoniche alla base del layout progettuale. La proposta vale anche per la tipologia (c) ove i pannelli trasparenti di forma rettangolare vengono inseriti fra i montanti metallici e la forma trapezoidale viene garantita da specifici pannelli collegati direttamente ai montanti metallici primari e non inserite all'interno del pannello trasparente.

La seguente figura riporta la sezione del progetto esecutivo sviluppata nel rispetto dei limiti geometrici del progetto a base di gara, ottemperando alle soluzioni proposte in sede di gara.

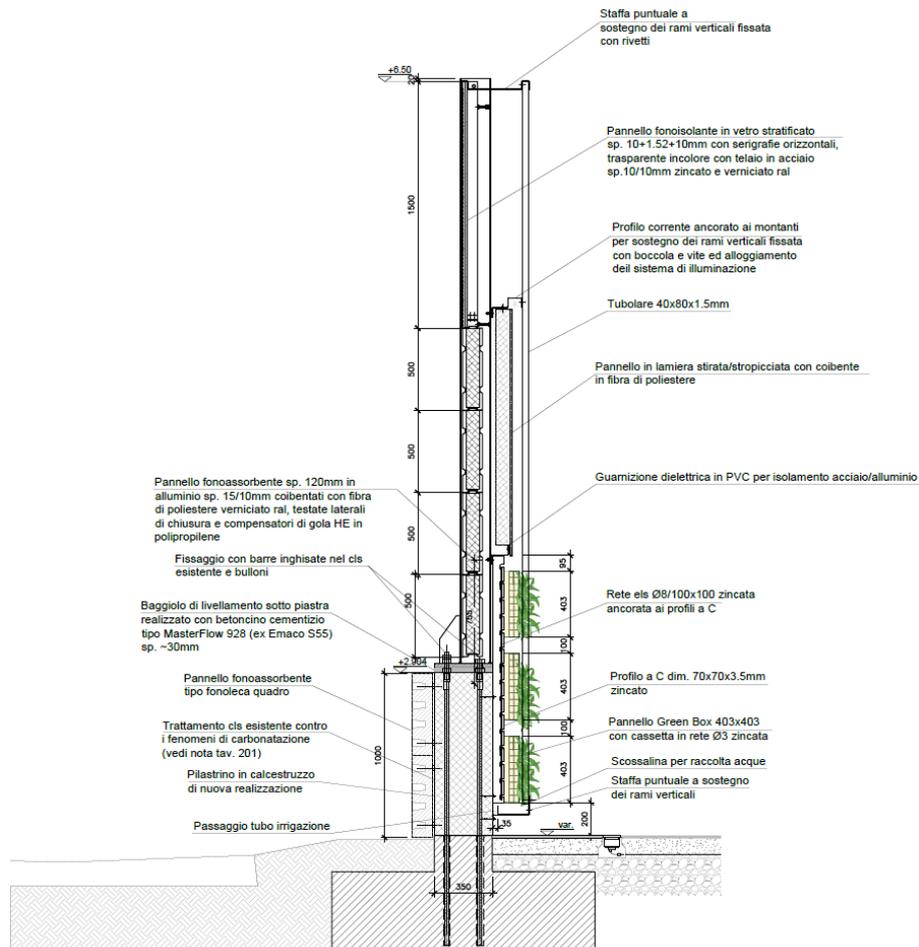


Figura 6 – Progetto esecutivo - Protezione antifonica H=4,50 m, sezione tipo (A) – mista.

La proposta migliorativa ha consentito altresì la standardizzazione dei pannelli attrezzati per verde verticale che sono realizzati con ferro tondo di sezione mm 3,00 a costituire contenitori di dimensioni 403x403 mm riempiti completamente da un materassino organico in sfagno vegetale puro, moderatamente compresso ed inumidito. I pannelli saranno direttamente fissati mediante ganci predisposti in sede di fabbrica ad una rete a maglia quadra 100x100mm a supporto a dei pannelli Greenbox®, quest'ultima fissata direttamente ai profili verticali a C opportunamente sagomati.

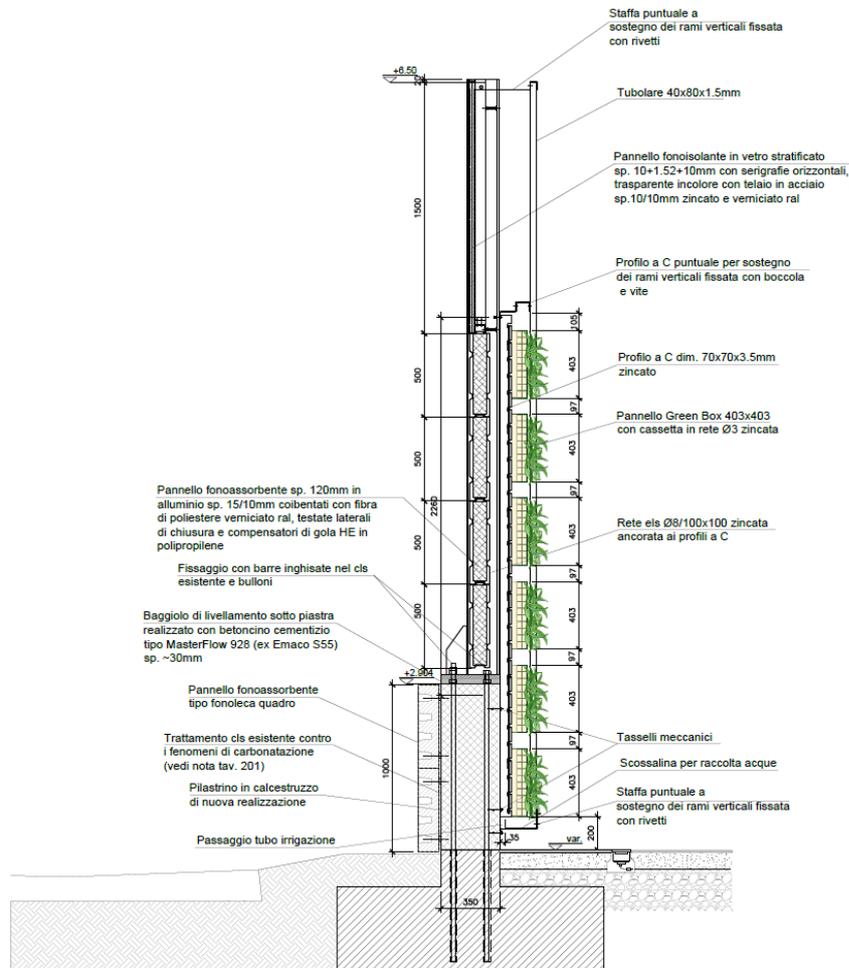


Figura 7 – Progetto esecutivo - Protezione antifonica H=4,50 m, sezione tipo (A) – verde.

3.2 INCREMENTO DEL PASSO DEI MONTANTI

Il progetto a base di gara prevedeva l'installazione di montanti metallici "primari" ad interasse costante di 3 m; l'interasse viene mantenuto il medesimo anche per le barriere installate di cui agli ambiti 1b e 2. Data la necessità di ridurre i costi di manutenzione dell'opera, riducendo il numero di elementi installati si riducono proporzionalmente anche il numero di elementi assoggettati a manutenzione; pertanto, nel rispetto del concept del progetto a base di gara, è stato incrementato il passo dei montanti metallici primari nei vari ambiti come segue:

- Ambito 1A, da a 3 a 4m per barriere di altezza (h) fino a 4.5m, mentre per barriere h=6m nel tratto di 120 viene mantenuto il passo di 3m; solo in corrispondenza della tipologia (c), tenuti conto del processo di standardizzazione di cui al punto precedente, il passo dei montanti diventa 2.5 m al fine di utilizzare pannelli completamente trasparenti senza l'ausilio di strutture secondarie di contenimento.
- Ambito 1B, da a 3 a 4 m tenuto conto della presenza delle pilastrate in calcestruzzo.
- Ambito 2, da a 3 a 4 m per tutto il tratto.

Tale soluzione, parallelamente al processo di standardizzazione, ha permesso una riduzione della quantità di elementi assoggettati a manutenzione dell'ordine massimo del 25%, sia profili (o montanti) che pannelli inseriti fra i montanti medesimi.

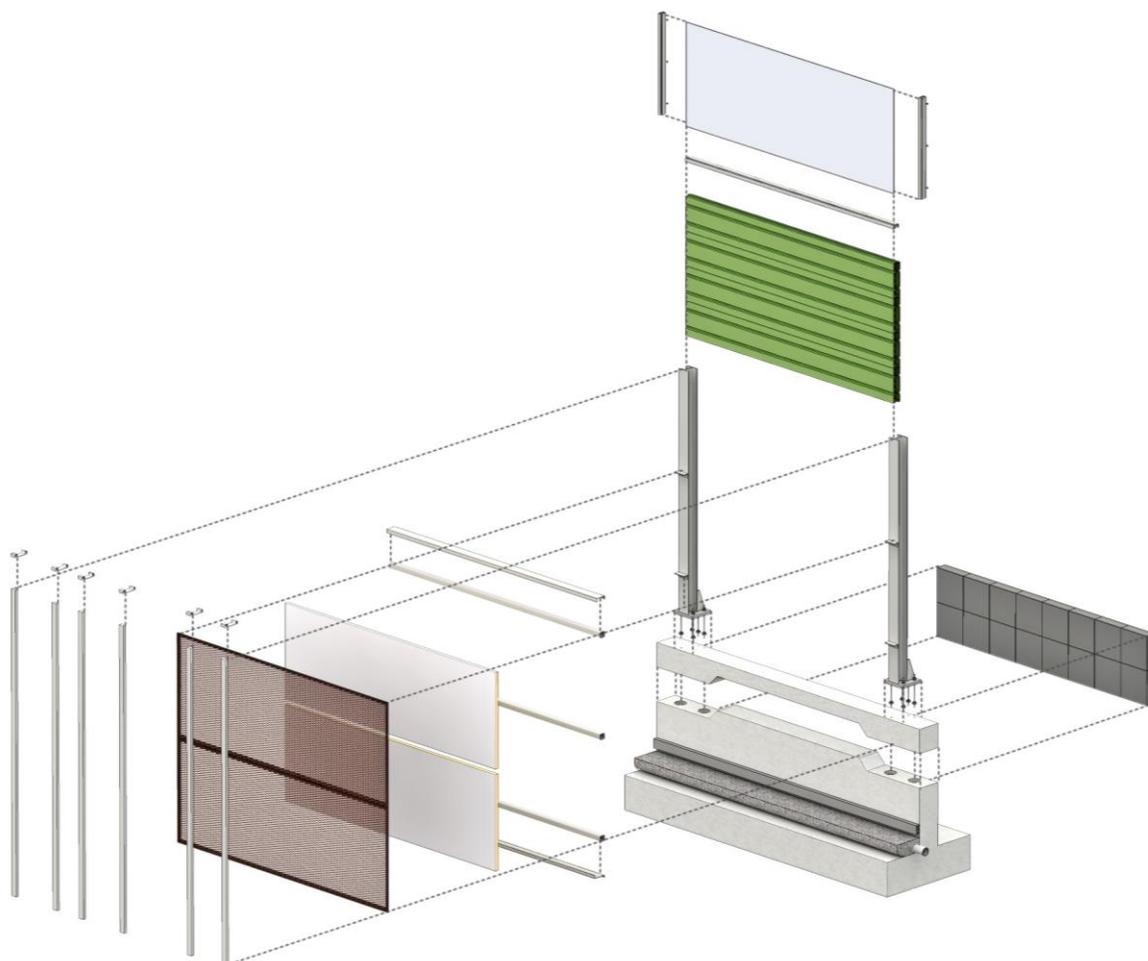


Figura 8 – Progetto esecutivo - Esploso Ambito 1A, Barriera H= 4.5 m.

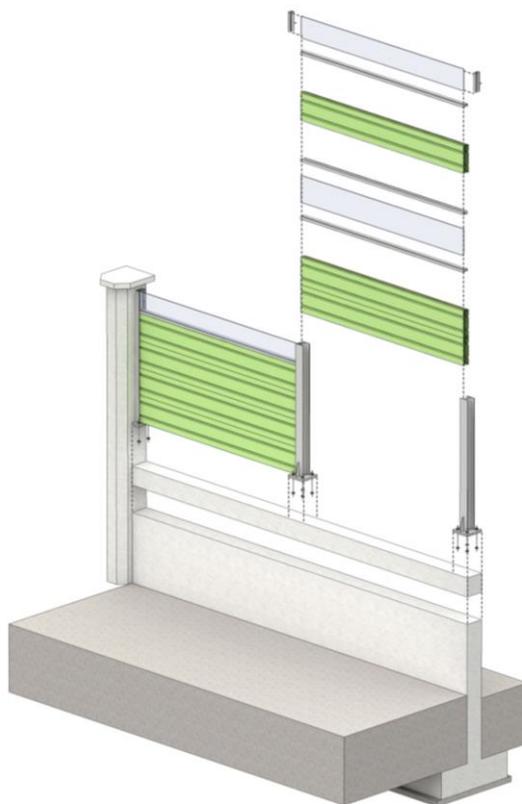


Figura 9 – Progetto esecutivo - Esploso Ambito 1b.

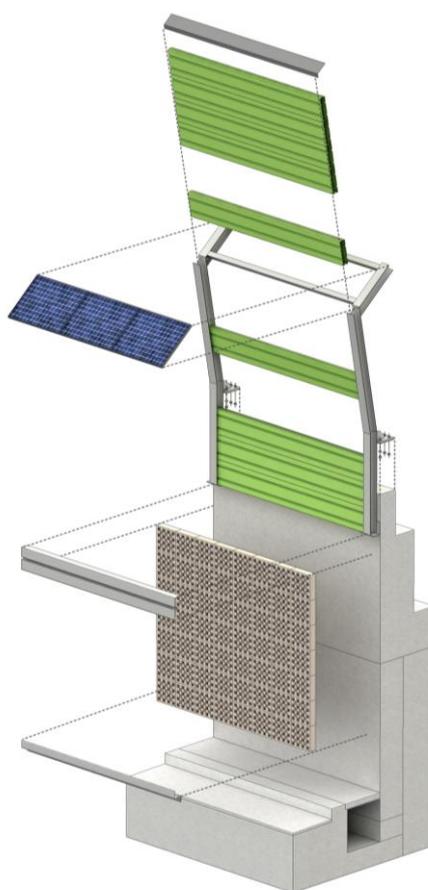


Figura 10 – Progetto esecutivo - Esploso Ambito 2.

3.3 ELEMENTI SOGGETTI A DANNEGGIAMENTO E DEGRADO | AMBITO 1A

La proposta migliorativa garantisce il facile montaggio e smontaggio degli elementi di barriera. La standardizzazione degli elementi e la facilità di montaggio e smontaggio garantiscono l'ottimizzazione del processo di sostituzione dei eventuali elementi danneggiati o degradati.

Come si evince dallo schema di montaggio sottostante i vari componenti della barriera sono facilmente rimovibili e sostituibili alla luce della miglioria messa in campo che ha consentito di semplificare in maniera notevole il sistema barriera.

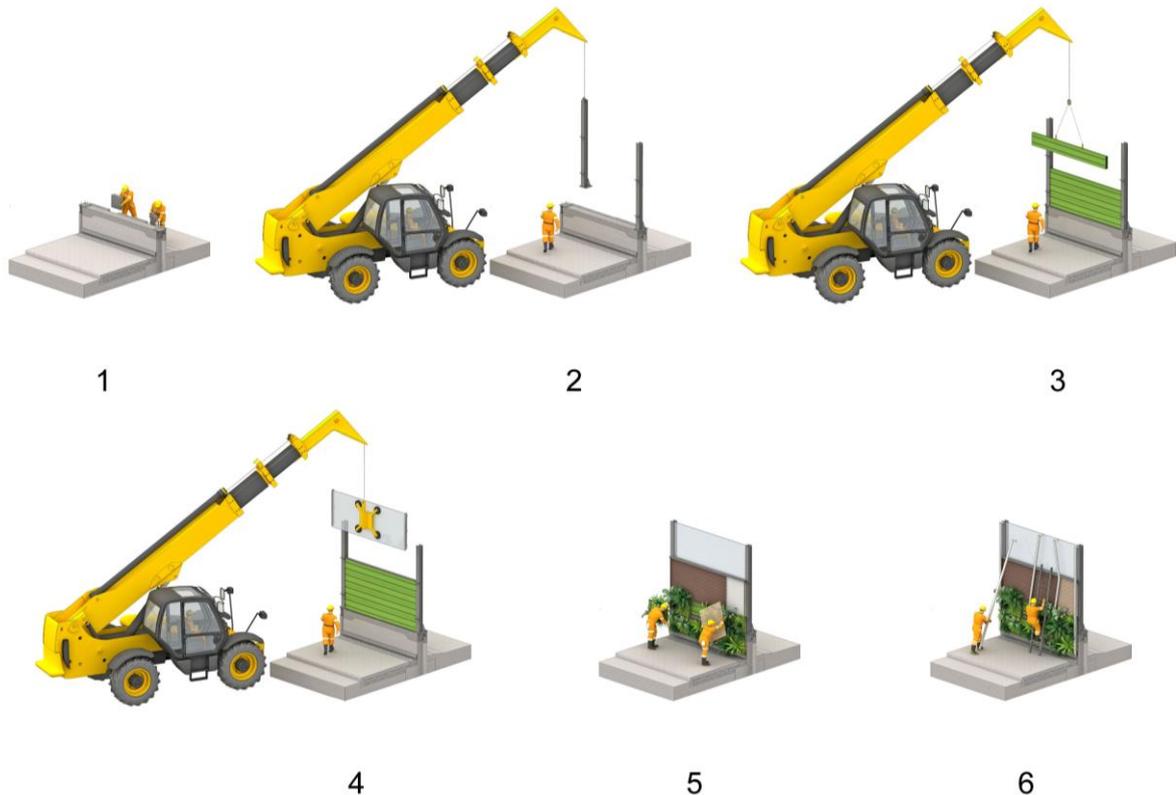


Figura 11 – Progetto esecutivo – Fasi di montaggio della barriera.

3.4 QUALITÀ DEI MATERIALI

Per aumentare la qualità e la durabilità dei materiali delle barriere nei vari ambiti (1 e 2), per tutti gli elementi metallici sono stati attuati opportuni accorgimenti atti a migliorare la prestazione dei materiali nei confronti delle sollecitazioni strutturali e climatiche a cui saranno assoggettati

- Ambito 1A

- a. Parziale demolizione, intervento di consolidamento con micropali (solo H6m), rifacimento del muro in corrispondenza dei montanti metallici della barriera, protezione del muro esistente con rasatura protettiva.

Lato Ferrovia

- b. Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) + ciclo di verniciatura 36V a doppia mano (primer+mano a finire) con spessori maggiorati.
- c. Pannelli fonoassorbenti in lega di alluminio del tipo 5754 particolarmente resistente agli ambienti marini + trattamento di verniciatura con cicli omologati e testati a 1500 ore in nebbia salina.
- d. Coibente in fibra di poliestere riciclato e riciclabile ad alte prestazioni fonoassorbenti.
- e. Vetro stratificato temprato/temprato spessore 10+1,52(PVB)+10 mm con serigrafie + HST + trattamento autopulente/antigraffiti.

- f. Intercalare in PVB strutturale (tipo SENTRYGLAS PLUS - SG - o equivalente) per i vetri posti in corrispondenza degli alberi.
- g. Soluzioni progettuali per evitare fenomeni da corrosione galvanica e da correnti vaganti.
- h. Blocchi tipo Fonoleca Quadro.

Lato strada

- i. Tubolari architettonici in alluminio, verniciati con trattamento SEA SIDE.
- j. Lamiere architettoniche in alluminio, forate con processo di stiratura, verniciate con trattamento SEA SIDE.
- k. Coibente in fibra di poliestere riciclato e riciclabile ad alte prestazioni fonoassorbenti.
- l. Pannelli modulari scatolari e reticolari riempiti con substrato di sfagno naturale ad alta ritenzione idrica ed elevato risparmio energetico, dotati d'impianto d'irrigazione con controllo remoto a distanza + fertirrigazione.

- **Ambito 1B**

- a. Demolizione della testa del muro fino al cls, rifacimento di nuovo cordolo in testa fino alla base dei montanti metallici.
- b. Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) + ciclo di verniciatura 36V a doppia mano (primer + mano a finire) con spessori maggiorati.
- c. Pannelli fonoassorbenti in lega di alluminio del tipo 5754 resistente agli ambienti marini + trattamento di verniciatura con cicli omologati testati a 1500 ore in nebbia salina.
- d. Coibente in fibra di poliestere riciclato e riciclabile ad alte prestazioni fonoassorbenti.
- e. Vetro stratificato temprato/temprato spessore 10+1,52(PVB)+10 mm con serigrafie + HST + trattamento autopulente/antigraffiti.
- f. Prestazioni acustiche secondo la norma UNI EN 1793-1/2: assorbimento A5, isolamento B3.
- g. Soluzioni progettuali per evitare fenomeni da corrosione galvanica e da correnti vaganti.

- **Ambito 2**

- a. Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) + ciclo di verniciatura 36V a doppia mano (primer + mano a finire) con spessori maggiorati.
- b. Pannelli fonoassorbenti in acciaio zincato Pannelli fonoassorbenti in lega di alluminio del tipo 5754 resistente agli ambienti marini + trattamento di verniciatura con cicli omologati testati a 1500 ore in nebbia salina.
- c. Coibente in fibra di poliestere riciclato e riciclabile ad alte prestazioni fonoassorbenti.
- d. Vetro stratificato temprato/temprato sp. 10+1,52(PVB)+10 mm con serigrafie + HST + trattamento autopulente/antigraffiti.
- e. Prestazioni acustiche secondo la norma UNI EN 1793-1/2: assorbimento A5, isolamento B3.
- f. Soluzioni progettuali per evitare fenomeni da corrosione galvanica e da correnti vaganti
- g. Strato d'usura in conglomerato bituminoso *Asphalt Rubber* Blocchi tipo Fonoleca Quadro.

3.5 MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITO 1A

L'obiettivo della revisione e implementazione tecnica è stata quella di mantenere e valorizzare al massimo il progetto architettonico e il suo valore paesaggistico, apportando allo stesso tempo alcune migliorie, specialmente relativamente alla semplificazione della manutenzione, alla facilità di montaggio / smontaggio e sostituzione, ma anche in termini di flessibilità e adattabilità nel tempo. Il tutto è stato ottenuto tramite l'utilizzo di tecnologie ampiamente collaudate che permettano di mantenere inalterato il livello di complessità del progetto ma riducendo il livello di complicazione, che pone serie incognite sulle prestazioni e l'affidabilità di elementi realizzati ad hoc senza test di lungo termine, visto anche la compresenza di impianti e altri elementi tecnologici.

3.5.1 MIGLIORIE DI TIPO MORFOLOGICO

Le modifiche proposte consistono nella razionalizzazione degli elementi costruttivi e strutturali, mediante l'utilizzo di montanti in acciaio che permettono di realizzare campate molto lunghe (4m), con notevole riduzione dei profili e degli spessori. La parte estetica dei montanti verticali e diagonali, è affidata a una serie di elementi sovrapposti al sistema che compongono i "rami estetici" del progetto. Questo sistema è estremamente flessibile e permette ad esempio la modifica e l'aggiornamento nel tempo. In questo modo le regole alla base del progetto paesaggistico possono essere mantenute anche in futuro al modificarsi degli elementi di interazione con il progetto.

3.5.2 MIGLIORIE DELL'ASSETTO PERCETTIVO, SCENICO E PANORAMICO

La semplificazione del sistema strutturale contribuisce a un notevole miglioramento in termini di trasparenza delle parti vetrate e di visione diagonale. Per fare un esempio, percorrendo la Viale San Bartolomeo in automobile e quindi con un punto di vista diagonale sul manufatto, è ora possibile vedere il cielo attraverso le parti vetrate della struttura. Queste migliorie sono altrettanto valide per la vista dai piani bassi degli edifici prospicienti. Il sistema proposto permette inoltre un'agevole manutenzione e pulizia delle parti vetrate, che sarebbe notevolmente semplificato con notevoli miglioramenti d'impatto percettivo. Lo stesso si può dire per la sostituzione dei vetri danneggiati o rotti, che potrebbe essere eseguita d'ufficio con elementi standard reperibili velocemente e senza dover ordinare materiali fatti su misura, che necessitano di procedure complicate lunghe e costose. C'è anche il rischio che le suddette sostituzioni diventino di fatto molto lunghe se non impossibili, con le conseguenze paesaggistiche di poco decoro date da un manufatto incompleto.

Il sistema proposto permette inoltre un'agevole manutenzione e pulizia delle parti vetrate, che sarebbe notevolmente semplificato con notevoli miglioramenti d'impatto percettivo. Lo stesso si può dire per la sostituzione dei vetri danneggiati o rotti, che potrebbe essere eseguita d'ufficio con elementi standard reperibili velocemente e senza dover ordinare materiali fatti su misura, che necessitano di procedure complicate lunghe e costose. C'è anche il rischio che le suddette sostituzioni diventino di fatto molto lunghe se non impossibili, con le conseguenze paesaggistiche di poco decoro date da un manufatto incompleto.

3.5.3 MIGLIORIE DI CARATTERI TIPOLOGICI, MATERICI, COLORISTICI E COSTRUTTIVI.

Per quanto riguarda i materiali di progetto la soluzione di gara è stata mantenuta interamente. Le considerazioni migliorative che sono state fatte sono quelle di utilizzare materiali antivandalo e anti graffito. In particolare, per quanto riguarda i materiali di rivestimento metallico dei pannelli fonoassorbenti, è stata scelta una lamiera metallica stirata stropicciata che permette la posa nei 4 versi, con un notevole effetto di variazione materica. Inoltre, la caratteristica di increspatura della lamiera e la sua perforazione rendono piuttosto inagevole l'utilizzo di bombolette spray a scopo graffiti e altri azioni

vandaliche. Le coloriture previste della lamiera sono 4 con colori dal grigio caldo al ruggine e si basano su quelle a base di gara.



Figura 12 – Progetto esecutivo – Ambito 1A - Fotosimulazione – visione diurna.



Figura 13 – Progetto esecutivo – Ambito 1A - Fotosimulazione – visione notturna.

3.5.4 MIGLIORIE DELLA COMPAGINE VEGETALE

Il sistema di verde verticale è stato migliorato mediante l'utilizzo di un sistema collaudato e ad elevata tecnologia con uno spessore e peso estremamente ridotto rispetto a quello previsto a base di gara. Si tratta un insieme armonioso ed elegante di piante, che saranno scelte in base al progetto di gara, ma in collaborazione con esperti botanici. La scelta sarà implementata e migliorata tenendo conto di indicazioni tecniche e di caratteristiche variabili come il clima e la quantità di sole (si tratta di una parete a nord). Le piante crescono su pannelli di tessuto sfruttando le tecniche dell'idrocoltura; questi

pannelli sono sostenuti da una struttura modulare distanziata dalla parete per garantirne la ventilazione. L'impianto di irrigazione e fertilizzazione è automatico ed autonomo. Il peso della struttura, comprensivo delle piante, è di circa 50 kg/mq. Lo spessore del supporto è limitato a soli 4 cm. Il sistema precoltivato, nell'ambito progettuale in questione, garantisce un pronto effetto e un risultato ottimale. Le piante in eventuale sofferenza possono essere facilmente rimosse e ripristinate.

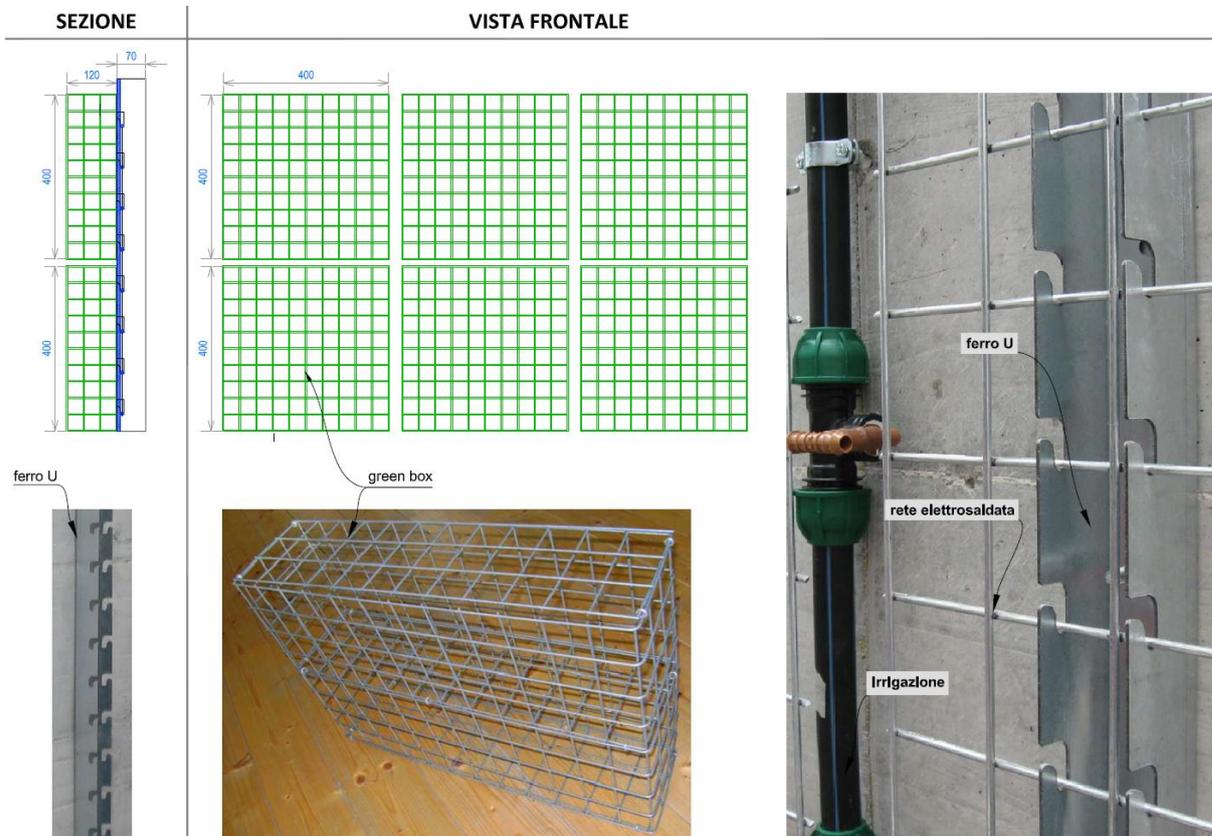


Figura 14 – Progetto esecutivo – Ambito 1A – sistema di aggancio Green box.

Per lo studio delle componenti vegetazionali come opportunamente individuato nell'ambito del Progetto Definitivo e proposto nell'ambito dell'offerta tecnica migliorativa, vedere la relazione PE-1A-006.

3.5.5 MIGLIORIE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA, IDRAULICA E DELL'EQUILIBRIO IDROGEOLOGICO

Il sistema a verde scelto ha una serie di caratteristiche collaudate di miglioramento ambientale ed ecologico di seguito elencate.

- Risparmio della risorsa idrica grazie a un sistema di controllo digitale dedicato per ogni pannello. L'acqua viene poi raccolta in un canale di scolo dedicato senza andare a bagnare il marciapiede o caricare gli scarichi esistenti.
- L'evapotraspirazione delle piante riduce l'effetto generato dalle superfici di strade e edifici che riflettono la radiazione solare e dai materiali che accumulano energia, dando vita a isole di calore e canyon urbani.
- Qualità dell'aria migliorata grazie all'assorbimento di inquinanti atmosferici come il diossido di zolfo (SO₂), l'ozono (O₃), il diossido di azoto (NO₂) e la materia particolata (per esempio PM10).
- Percezione della temperatura più bassa anche se non segnalate dagli strumenti con miglioramento del comfort climatico.
- Abbattimento dei rumori e riduzione del riverbero.

- Biodiversità urbana: un'accurata selezione di piante, adatte ad ospitare la microfauna urbana, potrebbe contribuire a creare un corridoio biologico che attraversano la città.

3.6 MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITI 1B E 2

Per quanto riguarda l'ambito 1B la proposta in oggetto prevede alcune piccole ma importanti migliorie in termini di impatto paesaggistico

- **Migliorie di tipo morfologico.** La struttura del progetto rimane sostanzialmente inalterata. La principale miglioria di tipo morfologico è l'aumento della campata a 4 metri, che consente di ridurre il numero di montanti e aumentare le superfici vetrate e di rivestimento.
- **Migliorie dell'assetto percettivo, scenico e panoramico.** La principale miglioria di tipo scenico è stata l'aggiunta di elementi trasparenti in vetro all'interno della barriera, nell'area prospiciente le attività commerciali sul lato ovest, in prossimità della giunzione con la vecchia barriera che è in grigliato e quindi permeabile alla vista. Questo sia per avere un passaggio più graduale verso la vecchia recinzione che è più trasparente, ma in particolare per interrompere il grosso muro uniforme che veniva a formarsi. La soluzione a base di gara, infatti purché piuttosto semplice e lineare è in realtà una lunga e uniforme barriera visiva, piuttosto opprimente per chi impegna giornalmente gli spazi alla base di essa, vista la presenza di attività commerciali. Con l'aggiunta di alcuni componenti vetrati, si dà la percezione all'utente che non ci si trovi davanti a un limite assoluto, bensì la possibilità di scorgere elementi di continuità sul lato opposto, come il cielo o l'orizzonte è motivo di grande respiro e sollievo ed è un elemento decisamente migliorativo.
- **Migliorie in ambito di mimetismo e mitigazione.** Un aspetto molto importante di questo ambito è la coloritura dei pannelli. La scelta del verde anche se non sufficientemente motivata nel progetto a base di gara, può essere comprensibile: Il verde è il colore della vegetazione ed è un colore rilassante, anche se nell'ambito specifico la presenza del colore verde è piuttosto limitata. La principale miglioria che viene introdotta è la possibilità di variare la coloritura dei pannelli in 4 tinte di verde leggermente diverse. È infatti dimostrato che una variazione di colore rende meno comprensibili i limiti degli oggetti e allo stesso tempo la presenza dell'intero manufatto viene percettivamente messa in discussione dalla difficoltà di essere compresa come un unico oggetto uniforme. La disciplina militare ha fatto e fa largo uso di questi dispositivi per confondere gli oggetti e renderli meno appariscenti. Anche la zebra sfrutta lo stesso principio nella coloritura del suo manto. Questa scelta comporta un grande miglioramento nell'impatto del manufatto vista la sua localizzazione in area urbana. L'oggetto risulta alleggerito e meglio inserito nel contesto eterogeneo che lo circonda.



Figura 15 – Progetto esecutivo – A sinistra il sistema mimetico "dazzle" in uso nella prima guerra mondiale. A destra una tipica palette di colori mimetica verde.

Anche per quanto riguarda l'ambito 2 la proposta in oggetto prevede alcune piccole ma importanti migliorie in termini di impatto paesaggistico.

- **Migliorie in ambito di mimetismo e mitigazione.** La principale modifica è la coloritura dei pannelli in 4 tinte di verde leggermente diverse. Per quanto riguarda la parte sottostante la barriera e cioè la superficie del muro di contenimento rivestita in blocchi Fonoleca quadro nervati, si è scelto di realizzare un marcapiano con un color terra tenue che alleggerisce la parete e da unitarietà al manufatto.



Figura 16 – Progetto esecutivo – Ambito 1B - Fotosimulazione – visione diurna.



Figura 17 – Progetto esecutivo – Ambito 2 - Fotosimulazione – visione diurna.

3.7 STUDIO ACUSTICO

Dal punto di vista acustico e funzionale dell'opera, le scelte tecniche ed i materiali impiegati nel PE risultano più performanti per i seguenti aspetti:

- *riduzione delle giunzioni fra i vari elementi che compongono la barriera e dei possibili "ponti acustici"*: l'assiematura dei vari elementi (pannelli e montanti) che costituiscono la soluzione dell'ambito 1A, comporta a numerosi giunti di accoppiamento fra i vari elementi i quali, in parte, con formati speciali e sagome "fuori standard". In acustica, ogni punto di giunzione fra più elementi rappresenta un possibile "punto debole" dello schermo in cui può verificarsi il passaggio del rumore. Con la soluzione di progetto esecutivo, tale aspetto è stato perfezionato riducendo sensibilmente il numero delle giunzioni grazie alla standardizzazione degli elementi ed alla scelta tecnica che rende i profili tubolari architettonici previsti sul lato Viale San Bartolomeo, degli elementi secondari esterni ai pannelli.
- *utilizzo di materassini in fibra di poliestere ad alto potere fonoassorbente*: al fine di migliorare le prestazioni acustiche, è stato previsto l'utilizzo di un coibente fonoassorbente che verrà impiegato sia per pannelli barriera lato ferrovia di tutti gli ambiti d'intervento, che per i pannelli in lamiera stirata architettonica lato previsti nell'ambito 1A lato Viale San Bartolomeo, costituito da un materassino in fibra di poliestere ad alte prestazioni fonoassorbenti. Con l'impiego del coibente in fibra di poliestere viene garantito il raggiungimento della prestazione fonoassorbente dei pannelli in categoria A5 (UNI EN 1793-1), categoria massima prevista dalla normativa. Le due figure a seguire mostrano la comparazione della propagazione acustica in prossimità della barriera antirumore composta, a partire dal basso, da un pannello fonoassorbente tipo Fonoleca (h=1 m), da pannelli metallici fonoassorbenti in alluminio e lana di roccia (h=2 m) e da pannelli in vetro (h=3 m), per un'altezza complessiva di 6 m. Nella figura successiva è riportato il disegno tipologico della barriera descritta, proposta nell'ambito della presente offerta, e utilizzata nelle simulazioni. La significativa variante tra le due simulazioni è costituita dalle prestazioni fonoassorbenti del pannello centrale da 2 m. Nel primo caso il pannello è in categoria A4, nel secondo caso è in categoria A5 (DL_a = 20 dB), secondo la norma UNI EN 1793-1 (2013), prospetto A.1.

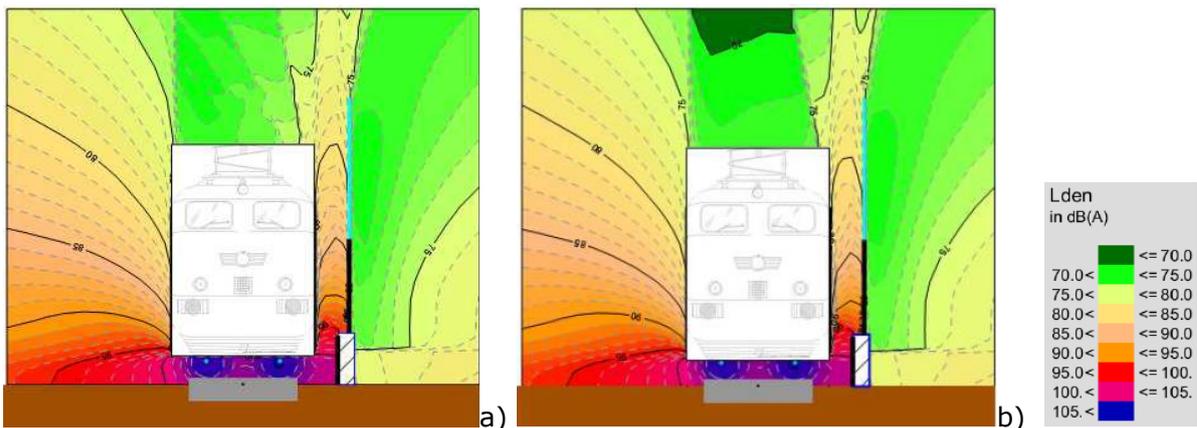


Figura 18 – Ambito 1A – simulazione acustica: a) pannello categoria A4, b) pannello in categoria A5

Le simulazioni confermano sostanzialmente che non si apprezzano differenze sostanziali tra le due categorie di pannello (quindi, pannelli con prestazioni, anche molto più elevate come fonoassorbimento non si concretizzano, in questo specifico caso, con un sensibile beneficio al ricettore); si osserva una maggiore attenuazione dell'emissione verso l'alto (sulla verticale del materiale rotabile) nel caso del pannello classificato A5, ma si tratta di una prestazione che, a causa della conformazione urbanistica e dell'ubicazione degli edifici, non si traduce in un significativo effetto mitigativo ai ricettori. Le stesse considerazioni valgono anche per le barriere antirumore relative all'intervento 1B.

- *Inserimento di oggetto con pannelli fotovoltaici per la barriera nell'Ambito 2*: È stata considerata la sezione indicata in giallo nella figura a seguire; in corri-

spondenza dell'imbocco ovest della galleria di sub-alvea, sono state simulate due situazioni: la prima (in alto) considerando la configurazione con barriere inclinate di 5° come da progetto definitivo, la seconda (in basso) che prevede come nuova soluzione l'inclinazione a 10° e l'inserimento di un oggetto, inclinato di 40° rispetto ai pannelli precedenti con inserimento di pannelli fotovoltaici integrati. Si osserva che l'inserimento dell'oggetto fotovoltaico con inclinazione opposta alla sorgente acustica del traffico in sub-alvea consente in linea teorica un'ulteriore riduzione dell'emissione al piano alto del ricettore abitativo di viale San Bartolomeo pari a circa 1,5 dB, rispetto alla condizione in assenza di tale oggetto. Si tratta di una riduzione teorica in quanto la presenza della sorgente di rumore ferroviaria a fianco del tratto stradale in sub-alvea ed il carico acustico urbano, condizionano i livelli di immissione di rumore al ricettore, rendendo minimo il contributo della specifica sorgente stradale, specialmente nel periodo di riferimento diurno.

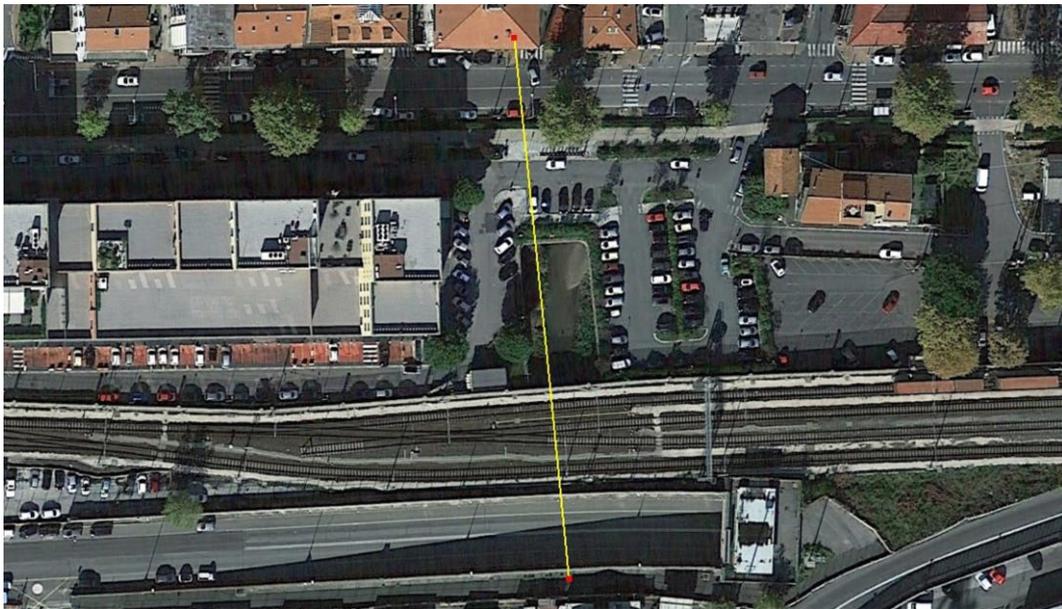


Figura 19 – Ambito 2 – Sezione di riferimento.

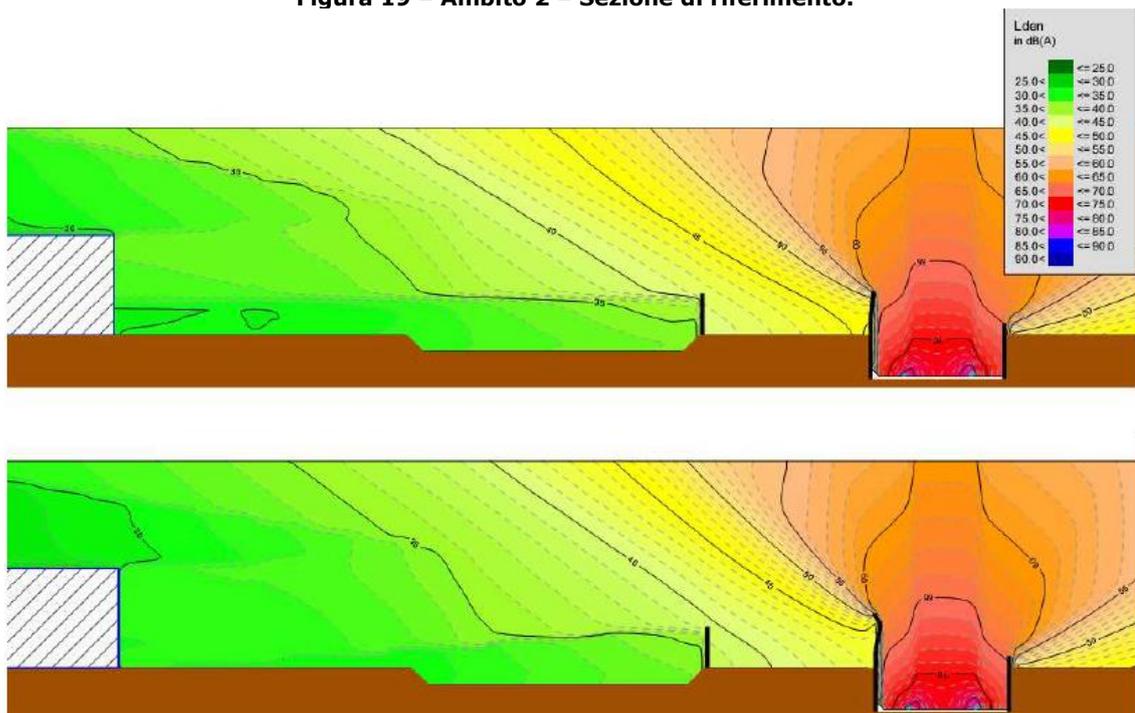


Figura 20 – Ambito 2 – soluzione del PD (alto), soluzione del PE (basso).

- *applicazione di asfalto fonoassorbente tipo Asphalt Rubber.* L'applicazione di asfalto drenante e fonoassorbente tipo Asphalt Rubber Open-Graded consente all'aria di passare sotto la zona di contatto pneumatico-asfalto, evitando di comprimersi eccessivamente. In fase di rilascio, a valle della zona di contatto, l'onda acustica esce più smorzata e rimbalza sotto la scocca del veicolo in movimento con minore pressione e quindi produce meno rumore. L'energia che penetra nel conglomerato, risulta gradualmente dissipata per rifrazione fra i granuli di pietrisco. Più tortuoso è il percorso delle onde sonore nella massa, tanto maggiore è l'assorbimento. La riduzione del rumore di rotolamento sulle pavimentazioni porose è prevalentemente dovuta alle proprietà di assorbimento acustico di tali pavimentazioni. La soglia di velocità di 50 km/h rappresenta quel valore oltre il quale l'attrito pneumatico-strada supera per rumorosità qualsiasi altra causa di disturbo sonoro. In sintesi, la propagazione del rumore sarà tanto più alta quanto più liscia è la strada e quanto è meno scolpito il pneumatico. Nelle figure seguenti sono riportati a confronto i livelli medi di emissione sonora per diverse tipologie di pavimentazioni: nella simulazione di confronto è stato considerato un asfalto fonoassorbente convenzionale (in alto) e un asfalto tipo Rubber Semiaperto (in basso), con un abbassamento della sorgente di rumore pari a 3,7 dB.

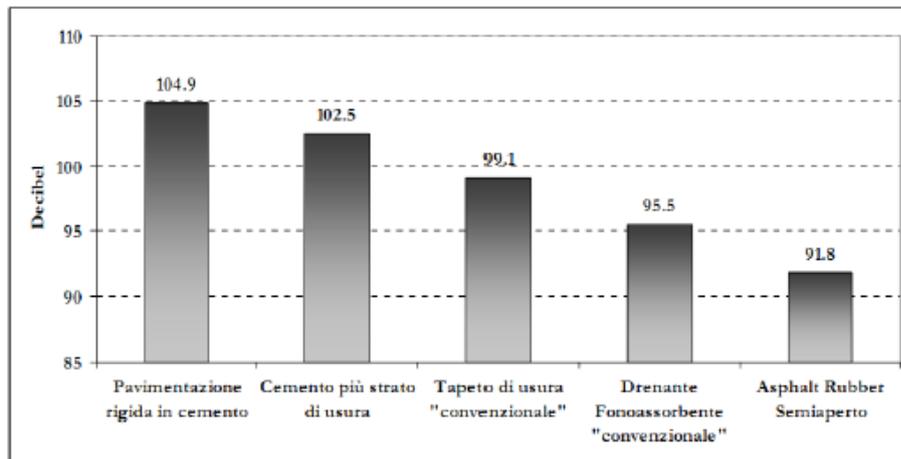


Figura 21 – Livelli medi di emissione di rumore per diversi tipi di pavimentazioni a confronto (ADOT).

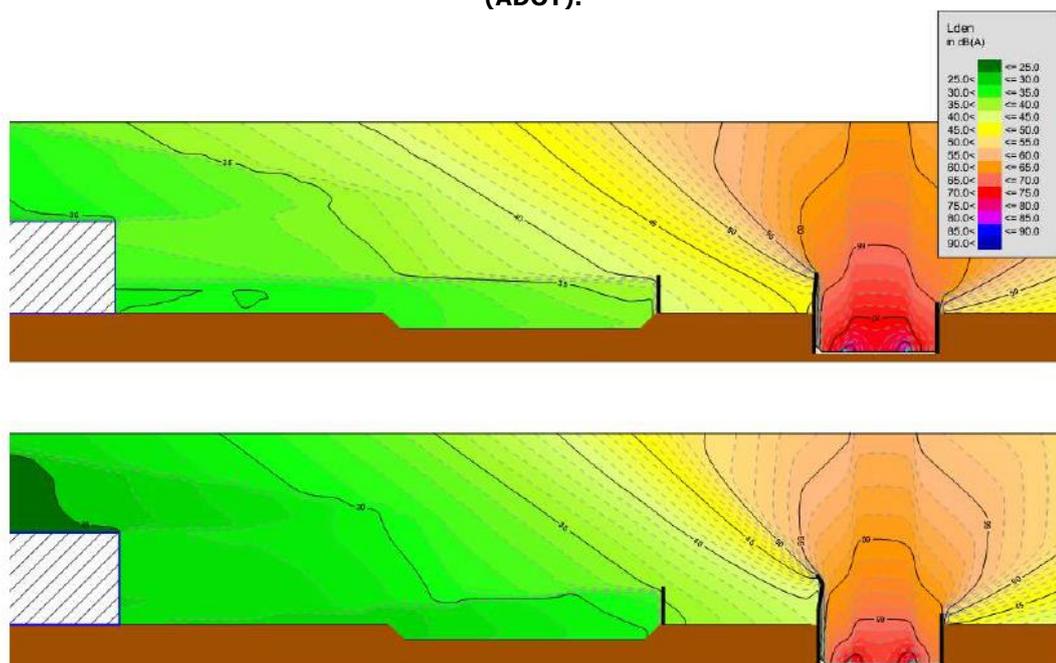


Figura 22 – Ambito 2 – soluzione del PD (alto), soluzione del PE (basso).

L'applicazione congiunta dell'aggetto con fotovoltaico e dell'asfalto fonoassorbente tipo Asphalt Rubber consente un abbattimento acustico al ricettore della sezione simulata (edificio all'incrocio tra Viale San Bartolomeo e Via del Tino) pari ad almeno 5 dB, come da simulazioni di seguito riportate.

Si sottolinea che si tratta di un'attenuazione dell'emissione sonora della sorgente ma che, in termini di immissione sonora al ricettore, a causa del carico acustico urbano, il beneficio al ricettore è significativamente inferiore.

Per maggiori dettagli, vedere gli elaborati PE-1A-007, PE-1A-137, PE-1A-138.

4 ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

La realizzazione dell'intervento è prevista in 3 macro ambiti, ambito 1 A, su viale San Bartolomeo, ambito 1 B, su area a parcheggio interna e Viale San Bartolomeo, e ambito 2 posto all'interno all'area Portuale.

L'organizzazione generale del cantiere è demandata sia per la realizzazione che per il mantenimento e successiva rimozione alla ditta appaltatrice. Successivamente dalla stessa potrà essere demandata tale incombenza ad altre imprese avendone preventivamente informato il coordinatore in fase di esecuzione.

L'organizzazione delle aree di cantiere è illustrata mediante specifiche planimetrie di cantierizzazione che sono allegate al Piano di Sicurezza e Coordinamento (documento 1166_PE-G-016_0); dette planimetrie di intervento dovranno essere discusse nel corso delle riunioni di coordinamento e dovranno essere condivise con il CSE prima di divenire operative.

L'organizzazione generale del cantiere è demandata sia per la realizzazione che per il mantenimento e successiva rimozione alla ditta appaltatrice. Successivamente dalla stessa potrà essere demandata tale incombenza ad altre imprese avendone preventivamente informato il coordinatore in fase di esecuzione.

Pertanto nel PSC non viene definita nel dettaglio la modalità organizzativa interna del cantiere, demandata a scelte specifiche dell'impresa aggiudicataria dei lavori in funzione della strutturazione che l'impresa vorrà darsi e delle esigenze di questa anche in relazione ai materiali ed alle attrezzature che deciderà di utilizzare; bensì si forniranno dei coordinamenti definiti prendendo in considerazione esclusivamente le problematiche inerenti gli aspetti della sicurezza.

4.1 AREE DI CANTIERE E DELIMITAZIONI

4.1.1 AMBITO PROGETTUALE 1A

Il tratto di intervento 1A, lungo viale San Bartolomeo, verrà suddiviso in sottocantieri di lunghezza pari a circa 100 m. All'interno di questi cantieri verranno eseguite tutte le opere edili e i montaggi delle barriere. Compilate le lavorazioni l'impresa procederà con la realizzazione dei successivi 100 m.

Le aree di cantiere verranno delimitare con new jersey con sovrastante recinzione di delimitazione, completa di cartellonistica e illuminazione di sicurezza.

Prima dell'inizio dei lavori, verrà installata dall'interno dell'ambito Portuale, una barriera di protezione con doppia funzione, mantenere lo sbarramento doganale e come delimitazione fisica di sicurezza dal cavo elettrico di alimentazione del binario ferroviario.

4.1.2 AMBITO PROGETTUALE 1B

La delimitazione dell'ambito 1B potrà essere realizzata mediante la messa in opera di delimitazioni di cantiere in orso-gril e new jersey in corrispondenza dell'occupazione di suolo pubblico. Tutto l'ambito potrà essere accantierato, senza suddivisione in sottocantieri. In corrispondenza del torrente Vecchio Dorgia dovrà essere installato un piano di lavoro mediante l'utilizzo di linea vita provvisoria e DPI terza categoria, e piattaforme a braccio per la messa in opera delle mensole di appoggio del tavolato.

Prima dell'inizio dei lavori, verrà installata dall'interno dell'ambito Portuale, una barriera di protezione con doppia funzione, mantenere lo sbarramento doganale e come delimitazione fisica di sicurezza dal cavo elettrico di alimentazione del binario ferroviario.

4.1.3 AMBITO PROGETTUALE 2

Le aree di cantiere dell'ambito 2 sono collocate all'interno dell'area Portuale. Le aree di cantiere dovranno essere delimitate con new jersey in c.a. con sovrastante recinzione visto l'elevato passaggio di mezzi pesanti sul sottopasso. Tutta la recinzione dovrà essere dotata di luci di emergenza e cartellonistica. La cartellonistica dovrà essere posta in opera

su ogni lato del sottopasso. Le lavorazioni dovranno essere eseguite prima sul lato destro (o sinistro a seconda delle esigenze costruttive dell'impresa), una volta completate potrà essere allestito il cantiere sul lato sinistro (o destro) del sottopasso.

4.1.4 DELIMITAZIONI

Per quanto riguarda le opere che coinvolgono la viabilità esistente, si precisa che:

- Gli interventi che si svolgano in interferenza con la carreggiata della viabilità dovranno essere compartimentali con l'ausilio di barriere solide, continue e piene.
- E' previsto l'utilizzo di barriere new jersey in c.a. sormontati da rete zincata integrata con rete arancione. Lungo i new jersey dovranno essere posti in opera elementi catarifrangenti.

I maggiori rischi per il cantiere sono dovuti alla presenza di:

- Transito pedonale.
- Transito veicolare.
- Curiosi.

Per garantire la sicurezza sia dei lavoratori che dei non addetti ai lavori, l'impresa dovrà porre in opera:

- Adeguata segnaletica per evidenziare la presenza del cantiere.
- Illuminazione di sicurezza e di avvertimento.
- Adeguate protezioni anti intrusione.

Tutti gli apprestamenti e gli impianti andranno allestiti a norma e mantenuti a cura dell'impresa salvo specifica diversa indicazione.

4.2 AREA LOGISTICA SERVIZI LOGISTICI ED IGIENICO – ASSISTENZIALI

Coerentemente all'offerta di gara, l'area logistica verrà posizionata nella sede di ACE Impianti srl, dita in Viale San Bartolomeo 631/a. L'area logistica precedentemente individuata verrà utilizzata come possibile area di deposito temporaneo ambiti 1 e 2.



Figura 23 – Area logistica – Sede ACE Impianti Srl.

4.3 DISLOCAZIONE DELLE ZONE DI CARICO E SCARICO

Sono state individuate n. 2 aree come possibili aree di deposito temporaneo ambiti 1A e 2.

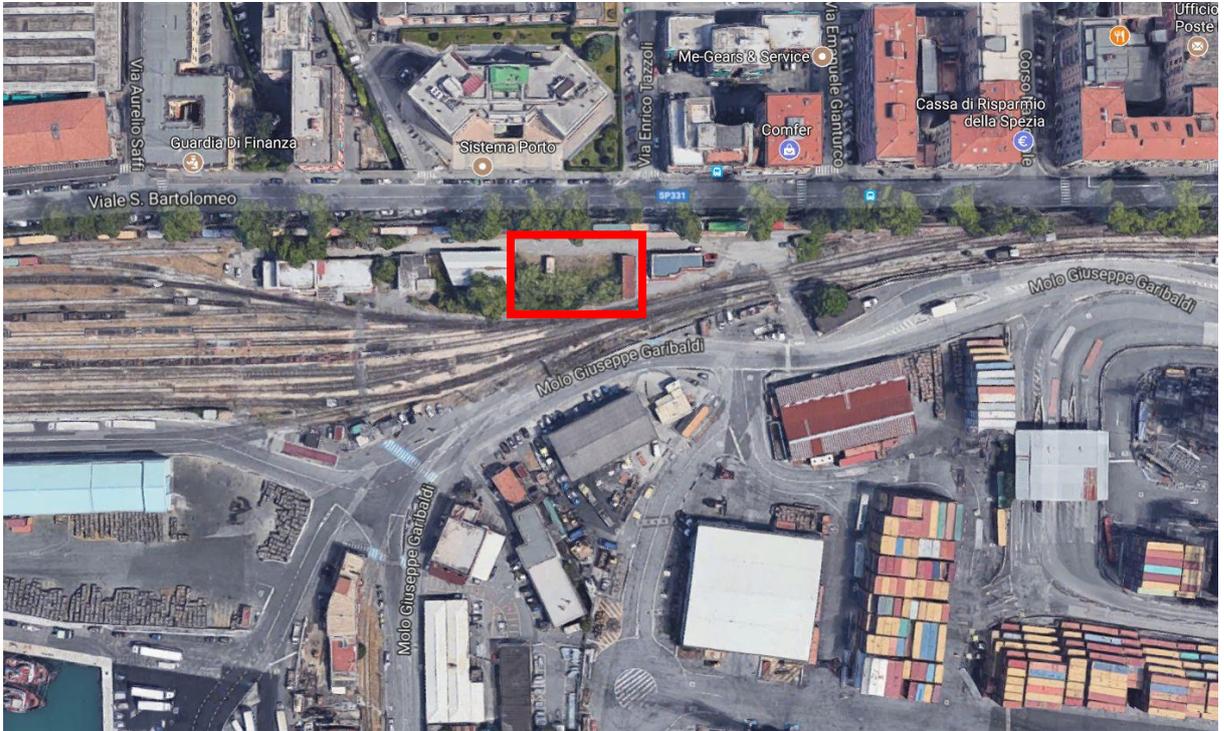


Figura 24 – Deposito temporaneo 1.



Figura 25 – Deposito temporaneo 2.

**Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e
paesaggistico lungo viale San Bartolomeo**

4.4 PROGRAMMA DEI LAVORI

Coerentemente all'offerta di gara, a seguire si riporta il cronoprogramma dei lavori da attuare per la realizzazione degli ambiti 1A, 1B e 2.

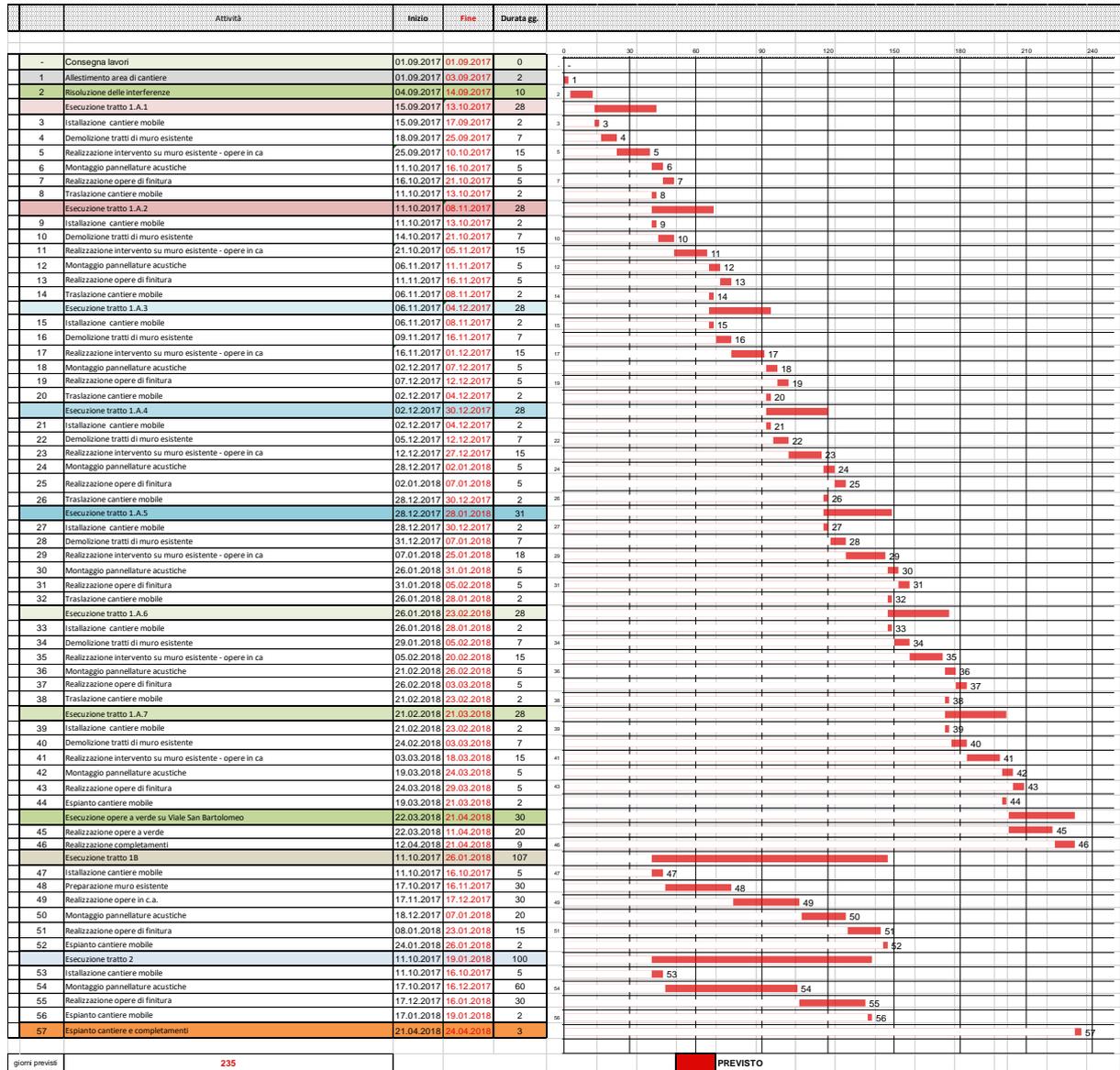


Figura 26 – Programma lavori – elaborato 1166_PE-G-012_0.

5 DOCUMENTI DEL PROGETTO ESECUTIVO

Il progetto esecutivo, così come espressamente indicato nel D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, è stato redatto sulla base:

- delle indicazioni del progetto definitivo approvato;
- di quanto emerso in sede di conferenza di servizi;
- della soluzione tecnica proposta in sede di gara ed approvata dalla Stazione Appaltante;
- delle risultanze delle indagini geotecniche e strutturali integrative eseguite nel 2017;
- dell'ingegnerizzazione delle opere di progetto nei vari ambiti 1 e 2;
- delle soluzioni tecniche e delle migliorie condivise dalla Stazione Appaltante nel corso delle riunioni di coordinamento tenutesi presso la sede dell'Autorità Portuale nei mesi di maggio e giugno.

5.1 ELENCO ELABORATI

PARTE GENERALE

Relazioni

- 1166_PE-G-001 Elenco Elaborati
- 1166_PE-G-002 Relazione generale
- 1166_PE-G-003 Relazione geologica
- 1166_PE-G-004 Relazione geotecnica
- 1166_PE-G-005 Relazione sismica
- 1166_PE-G-006 Piano di monitoraggio ambientale
- 1166_PE-G-007 Relazione sulle interferenze
- 1166_PE-G-008 Relazione di calcolo dei pannelli acustici

Elaborati tecnico-economici

- 1166_PE-G-011 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- 1166_PE-G-012 Cronoprogramma
- 1166_PE-G-013 Elenco prezzi unitari
- 1166_PE-G-014 Computo Metrico Estimativo
- 1166_PE-G-015 Capitolato Speciale d'Appalto
- 1166_PE-G-016 Piano di sicurezza e di coordinamento
- 1166_PE-G-017 Computo degli oneri della sicurezza
- 1166_PE-G-018 Piano di sicurezza e di coordinamento - Schede operative di sicurezza
- 1166_PE-G-019 Piano di sicurezza e di coordinamento - Fascicolo con le caratteristiche dell'opera

Disegni

- 1166_PE-G-101 Corografia
- 1166_PE-G-102 Planimetria generale con individuazione degli ambiti di progetto
- 1166_PE-G-103 Planimetria, prospetti e sezioni - stato di fatto - Ambito 1A - 1/2
- 1166_PE-G-104 Planimetria, prospetti e sezioni - stato di fatto - Ambito 1A - 2/2
- 1166_PE-G-105 Planimetria, prospetti e sezioni - stato di fatto - Ambito 1B
- 1166_PE-G-106 Planimetria, prospetti e sezioni - stato di fatto - Ambito 2
- 1166_PE-G-107 Planimetria impianti esistenti - Ambito 1A
- 1166_PE-G-108 Planimetria indagini strutturali e geotecniche

AMBITO 1A

Relazioni

- 1166_PE-1A-001 Relazione di calcolo delle strutture
- 1166_PE-1A-002 Relazione di calcolo illuminotecnica
- 1166_PE-1A-003 Relazione specialistica impianti

**Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e
paesaggistico lungo viale San Bartolomeo**

- 1166_PE-1A-004 Relazione di calcolo elettrico
- 1166_PE-1A-005 Tabella cavi
- 1166_PE-1A-006 Relazione opere a verde
- 1166_PE-1A-007 Studio Acustico
- Disegni
- 1166_PE-1A-101 Planimetria generale di progetto
- 1166_PE-1A-102 Planimetria con individuazione degli elementi arborei esistenti
- 1166_PE-1A-103 Abaco campate – Barriera H4.5 – parte cieca - interasse 4m
- 1166_PE-1A-104 Abaco campate – Barriera H4.5 – parte cieca - interasse 3.5m
- 1166_PE-1A-105 Abaco campate – Barriera H4.5 – parte cieca - interasse 3m
- 1166_PE-1A-106 Abaco campate – Barriera H4.5 – parte cieca - interasse 2.5m
- 1166_PE-1A-107 Abaco campate – Barriera H4.5 – parte cieca - interasse 2m
- 1166_PE-1A-108 Abaco campate – Barriera H6.0 – parte cieca - interasse 3m
- 1166_PE-1A-109 Abaco campate – Barriera H6.0 – parte cieca - interasse 2.5m
- 1166_PE-1A-110 Abaco campate – Barriera H6.0 – parte cieca - interasse 2.0m
- 1166_PE-1A-111 Abaco campate – Barriera H4.5 – parte vetrata - interasse 2.5m
- 1166_PE-1A-112 Abaco campate – Barriera H6.0 – parte vetrata - interasse 2.5m
- 1166_PE-1A-113 Prospetto generale di progetto - lato strada
- 1166_PE-1A-114 Prospetto generale di progetto - lato ferrovia
- 1166_PE-1A-115 Tratto 1A.1 – Pianta di progetto
- 1166_PE-1A-116 Tratto 1A.1 – Prospetto
- 1166_PE-1A-117 Tratto 1A.2 – Pianta di progetto
- 1166_PE-1A-118 Tratto 1A.2 – Prospetto
- 1166_PE-1A-119 Tratto 1A.3 – Pianta di progetto
- 1166_PE-1A-120 Tratto 1A.3 – Prospetto
- 1166_PE-1A-121 Tratto 1A.1-3 – Sezioni tipologiche
- 1166_PE-1A-122 Tratto 1A.2 – Sezioni tipologiche
- 1166_PE-1A-123 Rete di raccolta acque meteoriche – Planimetria e dettagli
- 1166_PE-1A-124 Opere a Verde – Trattati 1,2,3,4
- 1166_PE-1A-125 Opere a Verde – Trattati 5,6,7,8,9,10
- 1166_PE-1A-126 Opere a Verde – Trattati 11,12,13,14
- 1166_PE-1A-127 Opere di arredo urbano e pavimentazioni – Dettagli costruttivi
- 1166_PE-1A-128 Planimetria impianto illuminazione pubblica
- 1166_PE-1A-129 Schema di distribuzione elettrica
- 1166_PE-1A-130 Schema QBAR – Quadro elettrico illuminazione barriera
- 1166_PE-1A-131 Schema QILL – Quadro elettrico illuminazione pubblica
- 1166_PE-1A-132 Schema tipo scatole di derivazione
- 1166_PE-1A-133 Particolari messa a terra RFI
- 1166_PE-1A-134 Schemi di montaggio e smontaggio
- 1166_PE-1A-135 Studio cromatico opere a verde
- 1166_PE-1A-136 Prospetto progetto definitivo, Prospetto progetto esecutivo, Comparativa
- 1166_PE-1A-137 Studio Acustico - Configurazione n.1: Mappatura dei livelli di impatto acustico mitigato
- 1166_PE-1A-138 Studio Acustico - Configurazione n.2: Mappatura dei livelli di impatto acustico mitigato
- Carpenteria
- 1166_PE-1A-201 Note generali e caratteristiche materiali
- 1166_PE-1A-202 Tratto H4.5m – opere di fondazione
- 1166_PE-1A-203 Tratto H4.5m – opere di carpenteria
- 1166_PE-1A-204 Tratto H4.5m – strutture secondarie

**Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e
paesaggistico lungo viale San Bartolomeo**

- 1166_PE-1A-205 Tratto H4.5m – pannelli fonoassorbenti
- 1166_PE-1A-206 Tratto H4.5m – pannelli ciechi
- 1166_PE-1A-207 Tratto H4.5m – pannelli trasparenti
- 1166_PE-1A-208 Tratto H6m – opere di fondazione
- 1166_PE-1A-209 Tratto H6m – opere di carpenteria
- 1166_PE-1A-210 Tratto H6m – strutture secondarie
- 1166_PE-1A-211 Tratto H6m – pannelli fonoassorbenti
- 1166_PE-1A-212 Tratto H6m – pannelli ciechi
- 1166_PE-1A-213 Tratto H6m – pannelli trasparenti

AMBITO 1B

Relazioni

- 1166_PE-1B-001 Relazione di calcolo delle strutture

Disegni

- 1166_PE-1B-101 Planimetria generale di progetto
- 1166_PE-1B-102 Abaco moduli
- 1166_PE-1B-103 Prospetti e sezioni tipologiche
- 1166_PE-1B-104 Particolari messa a terra RFI

Carpenteria

- 1166_PE-1B-201 Note generali e caratteristiche materiali
- 1166_PE-1B-202 Montanti primari, profili di chiusura e cordoli in c.a.
- 1166_PE-1B-203 Pannelli fonoassorbenti
- 1166_PE-1B-204 Pannelli trasparenti

AMBITO 2

Relazioni

- 1166_PE-2-001 Relazione di calcolo delle strutture
- 1166_PE-2-002 Relazione impianto fotovoltaico

Disegni

- 1166_PE-2-101 Planimetria generale di progetto
- 1166_PE-2-102 Abaco moduli
- 1167_PE-2-103 Prospetti e sezioni tipologiche
- 1167_PE-2-104 Particolari interferenze pannelli fonoleca
- 1168_PE-2-105 Schema pannelli fotovoltaici
- 1166_PE-2-106 Particolari messa a terra RFI

Carpenteria

- 1166_PE-2-201 Note generali e caratteristiche materiali
- 1166_PE-2-202 Montanti primari e profili di chiusura
- 1167_PE-2-203 Pannelli fonoassorbenti
- 1168_PE-2-204 Pannelli fotovoltaici