

CONCEDENTE:

COMUNE DI FIRENZE

CONCESSIONARIA:

TRAM DI FIRENZE S.p.A.



RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE PER
LA REALIZZAZIONE DEL SISTEMA TRANVIARIO
FIORENTINO LOTTO 2 VACS E LINEE 3.2



NUMERO PROGRESSIVO GENERALE

00006

PROGETTO	IMPIANTO	PROGRESSIVO	FORMATO	FASE	TIPO	A.G.
3 2 1	G E N	0 0 0 0 6	A4	P E	0 6	3 2 1

PROGETTO ESECUTIVO LINEA 3.2.1

Relazione Generale Linea 3.2.1
Tratta Libertà - Bagno a Ripoli
Fase 2

PROF. INCARICATO

PROGETTISTA COORDINATORE

SDAprogetti
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI
Ing. Paolo Borghetti

TRAM DI FIRENZE

DL / R.U.P.

NOME/I SOCIETA' RAGGRUPPATA/E

Rev	Data	Descrizione	Redatto (SR o Prof. Inc.)	Verificato (SR)	Approvato	Visto
0C	Settembre 2024	Revisione a seguito istruttoria RINA				
0D	Ottobre 2024	Revisione a seguito istruttoria RINA			G. ROMAGNUOLO	R. DI PALMA
0E	Ottobre 2024	Revisione a seguito autorizzazione paesaggistica SABAP e Nulla Osta Genio Civile all'esecuzione dei lavori di realizzazione del nuovo ponte sull'Arno			G. ROMAGNUOLO	R. DI PALMA

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	7
1.1 Scopo del documento.....	7
1.2 Applicabilità.....	7
1.3 Premessa	7
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
2.1 Il Sistema Tramviario Fiorentino	10
2.2 Il prolungamento "Piazza della Libertà – Bagno a Ripoli"	12
2.2.1 Piazza della Libertà	12
2.2.2 Viale Matteotti.....	13
2.2.3 Piazzale Donatello – Viale Gramsci	15
2.2.4 Piazza Beccaria	18
2.2.5 Viale Giovine Italia.....	19
2.2.6 Lungarno Pecori Giraldi – Lungarno del Tempio.....	21
2.2.7 Lungarno Cristoforo Colombo	22
2.2.8 Ponte da Verrazzano – Via Bracciolini.....	23
2.2.9 Nuovo Ponte sull'Arno	24
2.2.10 Viale Giannotti.....	26
2.2.11 Viale Europa	28
2.2.12 Via Pian di Ripoli – Via Granacci	31
2.3 Opere Previste in Fase 1.....	32
2.4 Opere a Verde e impianto di irrigazione.....	32
2.5 Autorizzazione da ottenere	53
3. LO STUDIO TRASPORTISTICO	57
3.1 La Metodologia.....	58
3.2 I Risultati	60
4. LE SISTEMAZIONI URBANISTICHE	61
4.1 Caratteristiche Generali della Linea.....	61
4.2 Elementi di dettaglio.....	63
4.3 Superamento delle barriere architettoniche	64
5. LO STUDIO ARCHITETTONICO.....	65
5.1 Le Piazze	65
5.1.1 Piazza Beccaria	65
5.1.2 Piazzale Donatello.....	68
5.2 Le Pensiline	69
5.3 Il Ponte G. Da Verrazzano	71
5.3.1.1 Necessità e approfondimenti	71

5.4	<i>Il Ponte di Bellariva – (nuovo ponte sull’Arno)</i>	73
5.4.1.1	Vincoli ed esigenze derivanti dal progetto definitivo	75
5.4.1.2	Il Progetto Esecutivo del Ponte	76
5.4.1.3	Impalcato strutturale.....	77
5.4.1.4	Spalla A	78
5.4.1.5	Spalla B	80
5.4.1.6	Pila in Alveo	80
5.4.1.7	Carter di rivestimento Impalcato	83
5.4.1.8	Fasi Cantierizzazione.....	84
5.4.1.9	Aree interessate dalle fasi di cantiere –	86
5.4.2	Il nuovo parco.....	87
5.5	<i>Il deposito di Bagno a Ripoli</i>	89
5.6	<i>Il capolinea di Bagno a Ripoli</i>	92
5.7	<i>Caratteristiche prestazionali delle opere: materiali, funzionalità inserimento nel territorio.</i>	94
5.8	<i>Criteri Ambientali Minimi</i>	95
5.9	<i>Requisiti dei luoghi di lavoro</i>	96
6.	LO STUDIO AMBIENTALE	97
6.1	<i>IL Progetto di Monitoraggio Ambientale</i>	98
6.2	<i>Il Piano di Gestione delle Materie</i>	100
6.3	<i>Bilancio dei materiali di risulta delle lavorazioni</i>	100
6.4	<i>Nota in merito alla tematica acustica</i>	106
7.	STUDIO ARCHEOLOGICO	113
8.	MATERIALE ROTABILE	114
8.1	<i>Generalità del veicolo</i>	114
8.2	<i>Dimensioni esterne</i>	114
8.3	<i>Postazioni PRM</i>	115
8.4	<i>Capacità passeggeri</i>	115
8.5	<i>Requisiti di Design</i>	116
8.6	<i>Condizioni ambientali</i>	116
8.7	<i>Profilo di Missione</i>	117
8.8	<i>Impatto sull’ambiente</i>	117
8.8.1	Rumorosità esterna	117
8.8.2	Vibrazioni	117
8.8.3	Compatibilità elettromagnetica	117
8.8.4	Prodotti e materiali inquinanti	118
8.8.5	Consumo energetico	118
8.9	<i>Comportamenti al fuoco</i>	119
8.10	<i>Comfort Acustico</i>	119
8.11	<i>Comfort di Marcia</i>	119

8.12	<i>Abitabilità interna</i>	120
8.13	<i>Illuminazione interna</i>	120
8.14	<i>Comfort termico</i>	120
9.	I SISTEMI TECNOLOGICI	121
9.1	<i>Trazione Elettrica</i>	121
9.1.1	Circuito di Ritorno e Circuito di Terra	122
9.1.2	Sostegni e Mensole.....	122
9.1.3	Linea di Contatto con Catenaria Rigida	123
9.2	<i>Sistema di Supervisione e Controllo dell'esercizio</i>	124
9.2.1	Descrizione del Sistema di Segnalamento	127
9.2.2	Posto Centrale di Controllo	128
9.2.3	Impianto di Segnalamento di Linea	129
9.2.4	Impianto di Segnalamento in deposito	130
9.2.5	Impianto di Localizzazione e di Regolazione	131
9.2.6	Congruenza tra richiesta rotta e servizio	132
9.2.6.1	Descrizione della funzionalità	132
9.2.7	Sincronizzazione attraversamento aree critiche.....	133
9.2.7.1	Gestione della regolarità lungo linea	133
9.2.7.2	Gestione dei nodi a elevata criticità	134
9.2.8	Impianto di priorità semaforica	135
9.2.8.1	Criteri della priorità semaforica.....	136
9.2.9	Apparati di bordo	137
9.2.10	Apparati di linea	138
9.2.10.1	Posto Periferico di Controllo	138
9.2.10.2	Circuiti di binario	138
9.2.10.3	Circuiti di binario HFP	139
9.2.10.4	Circuiti di binario HSK.....	140
9.2.10.5	Loop.....	142
9.2.10.6	Casse di manovra.....	142
9.2.10.7	Segnali tramviari	143
9.2.11	Incroci e Segnaletica.....	145
9.2.11.1	Tecnologie	146
9.3	<i>Illuminazione Pubblica</i>	148
9.3.1	Descrizione degli Impianti	148
9.3.2	Alimentazione e Gestione delle Accensioni	149
9.3.3	Cavidotti, collegamenti ed impianto di terra	150

9.3.4	Illuminazione del Nuovo Ponte.....	151
9.3.5	Valutazioni in merito alle norme UNI EN 13201-2:2016 i e CEI EN 62471....	151
9.4	<i>Sistemi Informativi e trasmissivi.....</i>	153
9.4.1	Il Sistema Trasmissivo	153
9.4.2	Il Sistema Radio Tetra	154
9.4.3	Il Sistema di Bordo	155
9.4.4	Impianto di Diffusione Sonora e Pannelli Informativi	157
9.4.5	Impianto di sorveglianza video TVCC	160
9.4.6	Impianti Telefonici.....	161
9.4.7	Comunicazioni di linea	162
9.4.8	Impianto di Sincronizzazione Oraria.....	163
9.4.9	Sistema di Tariffazione	163
9.5	<i>Alimentazione Elettrica e Sottostazioni.....</i>	164
9.5.1	Le Sottostazioni Elettriche.....	165
9.5.2	Distribuzione Bassa Tensione	165
9.5.3	Sistema complessivo di Messa a terra.....	166
9.5.4	Misure di Campo Elettrico Esterno	167
9.6	<i>Armamento</i>	168
9.6.1	La posa del sistema ERS	169
10.	I SOTTOSERVIZI	173
11.	ASPETTI IDRAULICI, GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI.....	176
11.1	<i>Idrogeologia, geologia e geotecnica.....</i>	176
11.2	<i>Idraulica:</i>	178
11.3	<i>Compatibilità idraulica e misure di gestione del rischio.....</i>	180
11.4	<i>Idraulica di piattaforma:.....</i>	181
11.5	<i>Strutture:.....</i>	181
12.	ESPROPRI.....	184
13.	COERENZA CON IL PROGETTO VACS II LOTTO	185
14.	MODIFICA OPERE VIARIE A SEGUITO INSERIMENTO TRAMVIA	185
15.	CANTIERIZZAZIONE	186
15.1	<i>I macrocantieri</i>	187
15.2	<i>Cantieri</i>	188
15.3	<i>CONFIGURAZIONI GENERALI DI CANTIERE.....</i>	197
15.4	<i>Contemporaneità e viabilità alternative.....</i>	198
15.5	<i>FASI PRINCIPALI DEI CANTIERI FISSI ATTIVI</i>	199
15.6	<i>CANTIERE M – NUOVO PONTE SULL’ ARNO</i>	200
15.7	<i>CANTIERE L – DEPOSITO</i>	201
16.	SICUREZZA.....	204
17.	PERIZIE DI VARIANTE.....	207

ALLEGATO A- VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO DEPOSITO BAGNO A RIPOLI208

ALLEGATO B- REGIONE TOSCANA – SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE – NULLA OSTA SOTTO GLI ASPETTI IDRAULICI ALL’ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL NUOVO PONTO STRADALE SUL FIUME ARNO276

ALLEGATO C- SABAP – PARERE FAVOREVOLE ALBERATURE E NUOVO PONTE SULL’ARNO.....278

ALLEGATO D- – COMUNE DI FIRENZE – DIREZIONE URBANISTICA AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA - ALBERATURE E NUOVO PONTE SULL’ARNO.....281

1. INTRODUZIONE

1.1 Scopo del documento

Il presente documento rappresenta la relazione generale della Fase 2 del Progetto Esecutivo della linea 3 Tratta Libertà- Bagno a Ripoli, del sistema tranviario di Firenze.

1.2 Applicabilità

Il presente documento si applica alla fase 2 di Progettazione Esecutiva della linea 3.2.1 del sistema tranviario di Firenze.

1.3 Premessa

La progettazione esecutiva della linea 3.2.1 del sistema tramviario di Firenze viene effettuata a seguito delle deliberazioni riportate e descritte brevemente di seguito.

La Deliberazione di Consiglio n. 51 del 7 novembre 2022 e l'allegata Relazione del RUP, con la quale:

- è stato approvato il Progetto Definitivo della linea tramviaria 3.2.1. Piazza Libertà-Bagno a Ripoli, nonché la Relazione del RUP e relativi allegati;
- si è dato atto dell'attività di Verifica ai fini della validazione del progetto in questione effettuata dal RTI Rina Check S.r.l. – Italcertifer S.p.a., conclusasi con esito positivo relativamente agli elaborati tecnici;
- è dato atto del costo dell'opera nelle more della conclusione delle attività in contraddittorio di verifica dei documenti economici, approvato il Quadro tecnico economico e i finanziamenti a copertura dell'opera;
- si è dato atto che, ai sensi e per gli effetti dell'art. 19 del D.P.R. 327/2001 e dell'art. 34 della LR 65/2014, l'approvazione del "Progetto Definitivo della linea tramviaria 3.2.1. Piazza Libertà-Bagno a Ripoli, costituisce adozione della variante al Regolamento Urbanistico;
- è stata dichiarata la pubblica utilità dell'opera.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 7 di 285

La Deliberazioni del Consiglio n.62 del 28 luglio 2022 e n. 85 del 18 ottobre 2022 del Comune di Bagno a Ripoli con le quali è stato approvato il progetto e la variante per l'adeguamento del Regolamento Urbanistico al progetto tramviario per quanto afferente al proprio territorio.

La deliberazione di Giunta n. 665 del 20 dicembre 2022, con la quale, sono stati:

- approvati gli elaborati integrativi ed aggiornati del Progetto Definitivo della linea tramviaria 3.2.1. Piazza Libertà-Bagno a Ripoli (Elaborati prezzi 2021 e relativo elenco e Elaborati di progetto prezzi 2022 e relativo elenco), nonché la Relazione del RUP e relativi allegati;
- si è dato atto dell'ammontare del costo complessivo dell'opera;
- approvato il nuovo Quadro tecnico economico;
- si è dato atto dei finanziamenti dell'opera;
- stabiliti i criteri per formulare la richiesta di offerta alla Tram di Firenze S.p.A. per l'affidamento della progettazione esecutiva, realizzazione e gestione della linea.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 8 di 285

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il sistema di trasporto progettato si colloca, in base alla Norma 8379:2000 "Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) - Termini e definizioni", nella classe definita tramvia. Con il termine tramvia si definisce quel "sistema di trasporto per persone negli agglomerati urbani costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, in genere su strade ordinarie e quindi soggetto al Codice della Strada, con circolazione a vista. La realizzazione di un sistema tramvia impone l'assunzione di alcune specifiche fondamentali come criteri informativi generali della progettazione.

In particolare, si evidenzia quanto segue:

- massimo utilizzo di strade esistenti o comunque di aree pubbliche e riduzione delle opere civili necessarie per ottenere costi contenuti, rapidità di realizzazione e contenimento dell'impatto ambientale;
- utilizzo di sottosistemi che adottano soluzioni consolidate e con elevata duttilità di impiego per raggiungere elevate prestazioni ed elevati standard di sicurezza ed affidabilità, nonché possibilità di espansione;
- adozione di veicoli a pianale ribassato e di sistemi di informazione all'utenza che massimizzino la fruibilità e l'attrattività del sistema.

Per parametri geometrici di progetto si sono assunti gli stessi utilizzati per la redazione del progetto delle linee 2 e 3 (I lotto) in quanto la tratta in questione, facendo parte di un unico sistema, non potrebbe avere caratteristiche differenti.

La sede tramviaria è per la maggior parte a due vie di corsa ad eccezione delle biforcazioni previste in corrispondenza di piazzale Donatello e di piazza Beccaria.

La sede tramviaria sarà pavimentata con materiali differenziati, sia che si trovi in seno alla sede stradale stessa che a seconda del contesto cittadino, e sarà sempre delimitata lateralmente da due "fasce" in rilievo che ne permetteranno l'immediata individuazione nella pavimentazione stradale.

La sede tramviaria avrà una larghezza media di 6,30 m (misurata all'esterno dei cordoli di bordo), l'intervista fra i binari (intesa come distanza da asse binario ad asse binario) assumerà il valore medio di 3,20 m, ovviamente tali larghezze possono assumere valori maggiori nei tratti di linea in curva per tenere in considerazione le fasce di ingombro dei veicoli tramviari che le percorrono.

La geometria del tracciato è individuata da alcuni standard che rientrano entro i valori previsti dalle norme UNI per tramvie e metropolitane leggere, specificamente sono state rispettate le indicazioni della norma

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 9 di 285

UNI 7156:2020 “Tranvie e tranvie veloci - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario - Altezza della linea aerea di contatto”, la norma UNI 8379:2000 “Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) - Termini e definizioni”, nonché la norma UNI 7836:2018 “Metropolitane e tranvie – Andamento plano-altimetrico dei binari.

Nel procedere all’elaborazione delle sezioni correnti di linea si è quindi tenuto conto degli elementi determinanti che sono la larghezza del materiale rotabile, le distanze degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e l’interbinario (stabilite dalla norma UNI 7156:2020), nonché l’impostazione della linea aerea di contatto e della relativa palificazione di sostegno.

La sede tranviaria, intesa come piattaforma destinata alla circolazione dei rotabili tranviari, si sviluppa secondo le seguenti due tipologie così come definite dalla norma UNI 8379:2000:

- “Sede promiscua riservata” una sede concepita per il transito dei veicoli a guida vincolata che può essere utilizzata anche da veicoli a guida libera, espressamente autorizzati. La pavimentazione è in conglomerato bituminoso. La lunghezza di tale tipologia di sede è pari a 3.643,00 m (51 % della lunghezza totale della linea).
- “Sede propria riservata” una sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli tranviari, in quanto la pavimentazione è di tipo inerbito. La lunghezza di tale tipologia di sede è pari a 3.505,00 m (49 % della lunghezza totale della linea).

2.1 Il Sistema Tramviario Fiorentino

L’adeguamento ed il potenziamento del sistema infrastrutturale, legato alla mobilità pubblica, ha rappresentato uno degli obiettivi fondamentale della pianificazione urbanistica degli ultimi anni.

L’area metropolitana fiorentina rappresenta una delle aree più dinamiche nello sviluppo economico sia regionale sia nazionale, che ha saputo integrare livelli di crescita e di adeguamento alle nuove esigenze del mercato al mantenimento di una forte integrazione sociale.

Si tratta di un’area policentrica che induce una mobilità non solo connessa all’organizzazione della produzione e del lavoro, ma anche alla localizzazione dei centri urbani e dei centri del sistema metropolitano. Da qui l’esigenza di scelte che sappiano distinguere e selezionare i diversi modi di trasporto in funzione delle diverse necessità, attraverso una politica di concertazione fra i diversi soggetti istituzionali.

È in quest’ottica che nell’Intesa per l’Area Metropolitana del 27 ottobre 2000 fra Regione Toscana, le

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 10 di 285

Province e i Comuni di Firenze, Prato e Pistoia venivano individuati nello sviluppo del trasporto su rotaie (ferrovia) e su corsia protetta (tramvia) e la loro integrazione con il Trasporto Pubblico Locale gli assi fondamentali della riqualificazione della mobilità in area vasta. L'Amministrazione comunale ha dato in questi anni le risposte al ritardo del sistema infrastrutturale già all'interno del PRG vigente, concretizzando le procedure approvative delle opere fondamentali per il riordino e lo sviluppo di un nuovo quadro infrastrutturale, capace di rispondere alle nuove domande di mobilità.

Entrando nel merito dell'intervento analizzato, si evidenzia che il sistema tramviario si configura come uno degli assi fondamentali per il riordino ed il potenziamento della mobilità nell'area fiorentina. Il programma di tramvie, già approvato ed in fase di attuazione, prevede la realizzazione delle prime tre linee della rete principale:

- la prima linea che collega il comune di Scandicci con la stazione di Santa Maria Novella, con 15 fermate lungo il tracciato di 7,5 km;
- la seconda linea che collega l'aeroporto di Peretola con la stazione Santa Maria Novella, passando per la costruenda Stazione Alta Velocità, con 11 fermate lungo il tracciato di 5 km;
- il primo lotto della terza linea che collega l'Ospedale di Careggi con la stazione Santa Maria Novella (comprendente il primo lotto della variante alternativa al centro storico), con 13 fermate lungo il tracciato di 3 km.

A queste si deve aggiungere il secondo lotto della variante alternativa al centro storico (VACS Lotto II), per il quale sono in corso di completamento i lavori, che collega viale Strozzi a piazza Libertà, passando da viale Lavagnini e piazza San Marco, con 7 fermate lungo il tracciato di 2,5 km complessivi.

Oltre ai tracciati sopra descritti si prevede il completamento della rete del sistema tramviario, consistente nel prolungamento della terza linea nella direttrice Bagno a Ripoli, oggetto del presente progetto esecutivo.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 11 di 285

2.2 Il prolungamento “Piazza della Libertà – Bagno a Ripoli”

Il tracciato ripercorre quasi integralmente quello ipotizzato nella fase di progettazione definitiva ed ha un'estensione di circa 7,2 km con 17 fermate previste.

La linea 3.2.1 Libertà- Bagno a Ripoli si allaccia alla Linea 2 del sistema tramviario fiorentino in piazza della Libertà, mentre il limite di batteria del tracciato ha origine in viale Don Minzoni, prosegue sul lato di piazza della Libertà dove è situato il nuovo capolinea “Libertà”, e da qui imbocca viale Matteotti, percorre i viali di circonvallazione, fino a viale Giovane Italia, per poi proseguire sui Lungarni Pecori Giraldi, del Tempio e Cristoforo Colombo.

Superato il Ponte Da Verrazzano il tracciato proposto percorre Via Poggio Bracciolini, Viale Giannotti, Viale Europa e via Pian di Ripoli, fino a svoltare in corrispondenza di via Granacci per arrivare al previsto capolinea di Bagno a Ripoli.

Il progetto, come già accennato nel paragrafo precedente, prevede la realizzazione di un nuovo ponte viario, di due parcheggi scambiatori (di cui uno ricadente nel Comune di Bagno a Ripoli) e di un deposito a servizio della linea, anch'esso ubicato nel territorio del Comune di Bagno a Ripoli. Nei paragrafi seguenti verrà descritto l'intervento progettuale dei vari tratti interessati.

2.2.1 Piazza della Libertà

L'assetto di piazza della Libertà sarà quello previsto dal progetto definitivo revisionato del secondo lotto della variante alternativa al centro storico, assetto che permette che l'impianto originario della piazza, realizzato dal Poggi nel decennio che va dal 1865 al 1875, non venga in alcun modo turbato dall'inserimento dell'infrastruttura.

Il prolungamento della linea 3 si collegherà al sistema tramviario in corrispondenza dell'imbocco di viale Matteotti e prevede inoltre la realizzazione di un tronchino lungo viale Don Giovanni Minzoni. Il prolungamento verso nord costituisce anche il punto di innesto del previsto prolungamento verso Campo di Marte e Rovezzano.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 12 di 285



Il nuovo capolinea della linea 3.2.1 Libertà- Bagno a Ripoli è ora posizionato sul lato corto di piazza della Libertà. Questa nuova dislocazione, oltre a permettere una rottura di carico tra le linee più efficace e breve, prevedendo il posizionamento del tronchino sul lato destro di viale Don Minzoni, consente di semplificare anche l'incrocio veicolare Piazza della Libertà/viale Don Minzoni/via Pier Capponi, con conseguente semplificazione e sostenibilità del relativo ciclo semaforico.

2.2.2 Viale Matteotti

Dopo aver percorso la tratta di piazza della Libertà in comune alla Linea 2 (VACS) fino a viale Matteotti (all'altezza dell'incrocio con via La Marmora) il progetto prevede il passaggio della linea tranviaria centralmente al viale e lo spostamento più a valle della fermata "Matteotti", dapprima prevista sullo stesso viale subito dopo l'incrocio con via La Marmora, in posizione prospiciente piazza Isidoro Del Lungo, sempre a banchina centrale.

La sistemazione garantisce il mantenimento dei caratteri originari dell'impianto urbanistico pensato dal

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 13 di 285

Poggi e permetterà la riqualificazione d'insieme delle aree laterali del viale, comprese quelle intercluse fra i marciapiedi e la sede carrabile.



Sul viale Matteotti verranno mantenuti gli alberi esistenti, ad eccezione di quelli in corrispondenza della fermata per i quali è previsto lo spostamento e nuova piantagione. Per quanto riguarda la sistemazione del verde, in generale sui viali, sono previsti tre tipologie di intervento: conservazione delle piante, necessari reimpianti e la piantagione di nuove siepi a margine dei viali.

2.2.3 Piazzale Donatello – Viale Gramsci

Il tracciato della tramvia prosegue poi attraverso viale Antonio Gramsci passando per piazzale Donatello. Lo sviluppo del tracciato prevede all'altezza di piazzale Donatello lo sdoppiamento dei binari che scorrono centralmente, sia sul viale Giacomo Matteotti, sia su viale Antonio Gramsci abbracciando il cimitero monumentale degli Inglesi.

Nell'ambito del progetto è prevista una generale riorganizzazione delle aree destinate alla sosta sul lato sud-ovest e la formazione della nuova area verde consente il completamento della sistemazione generale del piazzale fornendo continuità con il giardino posto sul margine nord-est e creando un filtro di protezione al monumento.

Verrà inoltre ridisegnata l'attestazione di viale Gramsci con Piazzale Donatello, in modo da avere un percorso pedonale che attraversa il viale e che porta anche all'ingresso monumentale del cimitero



Lungo il viale Antonio Gramsci fino all'incrocio con viale Bernardo Segni il tracciato prevede uno scorrimento a doppio binario centrale al viale, lasciando la possibilità di due corsie per senso di marcia, la riqualificazione dei controviali con parcheggi in linea e una pista ciclabile bidirezionale su entrambi i lati del viale.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 15 di 285



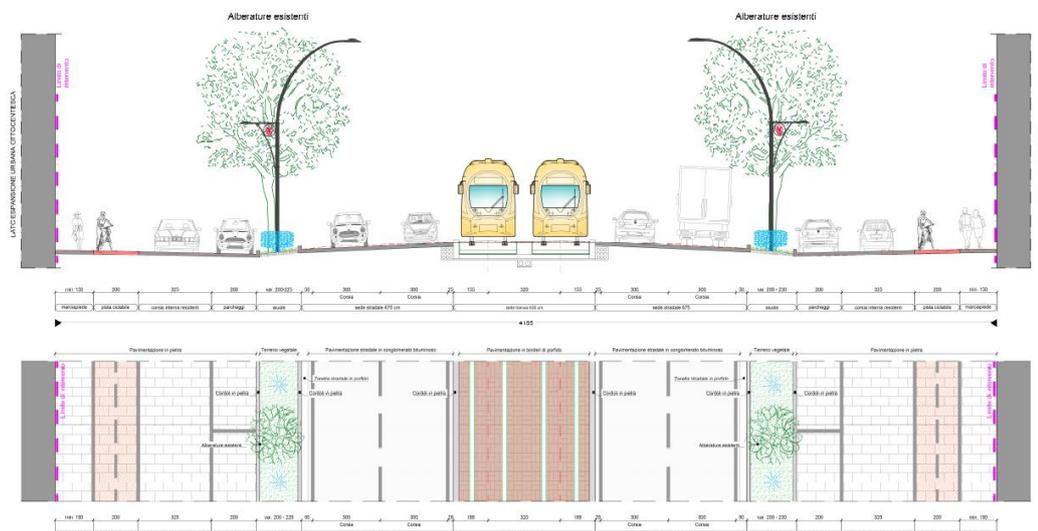
Per la geometria attuale del viale la separazione della sede tramviaria da quella carrabile è effettuata tramite l'inserimento di un cordolo, mentre sono previsti per quanto riguarda la sistemazione del verde le tre tipologie di intervento: conservazione delle piante, necessari reimpianti e la piantagione di nuove siepi a margine dei viali.

All'altezza del Viale Bernardo Segni è previsto l'inserimento della fermata "Pellico" a banchina centrale.

Il tratto di viale Antonio Gramsci da viale Giuseppe Mazzini fino a piazza Cesare Beccaria prevede lo scorrimento centrale con doppio binario protetto ed è previsto l'inserimento della fermata "Leopardi" a banchina centrale poco prima dell'intersezione con via Colletta.

La sistemazione urbanistica prevede un doppio scorrimento carrabile, la risistemazione dei controviali e la realizzazione delle due piste ciclabili bidirezionali su goni lato del viale.

La nuova sistemazione del viale appare funzionale e riqualificante anche nel rispetto delle tipologie di edifici che si affacciano su questo ultimo tratto di viale che annoverano diverse attività commerciali su entrambi i lati.



2.2.4 Piazza Beccaria

La sistemazione del viale trova poi una chiara continuazione con la soluzione prevista per Piazza Cesare Beccaria che prevede un generale riordino della parte centrale della piazza soprattutto attorno alla porta alla Croce.



Infatti, il tracciato si sviluppa attorno alla porta, che oggi ha una semplice funzione di spartitraffico, e prevede la realizzazione di una fermata centrale a singola banchina in prossimità del monumento.

La sistemazione prevede una riorganizzazione delle aree a verde poste al centro della piazza rendendo meno soffocata la presenza di porta alla Croce che verrà circondata da una nuova area pedonale di grandi dimensioni che si estenderà da Viale Antonio Gramsci fino all'ingresso del parcheggio sotterraneo di piazza Beccaria in margine all'edificio dell'Archivio di Stato.

La nuova configurazione planimetrica della piazza prevede inoltre un generale riordino della viabilità attorno alla piazza che prevedrà per i controviali la funzione di collegamento con le strade del quartiere che si sviluppano attorno a via Gioberti e Borgo la Croce

L'effetto della nuova sistemazione produrrà una notevole sensazione di spazio e renderà alla piazza, che oggi appare come un unico grande parcheggio, un aspetto più decoroso sia dal punto di vista urbanistico che ambientale.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 18 di 285

2.2.5 Viale Giovine Italia

Lo scorrimento della sede tramviaria prosegue poi in viale Giovine Italia ritornando a doppio binario all'altezza dell'Archivio di Stato; la sede stradale così riorganizzata prevede la sistemazione di un'aiuola dal lato ovest in margine alla pista ciclabile consentendo comunque il mantenimento di due carreggiate dedicate alla viabilità veicolare oltre una aiuola di protezione della sede tramviaria che si svilupperà lungo il prospetto dell'edificio dell'archivio di Stato.



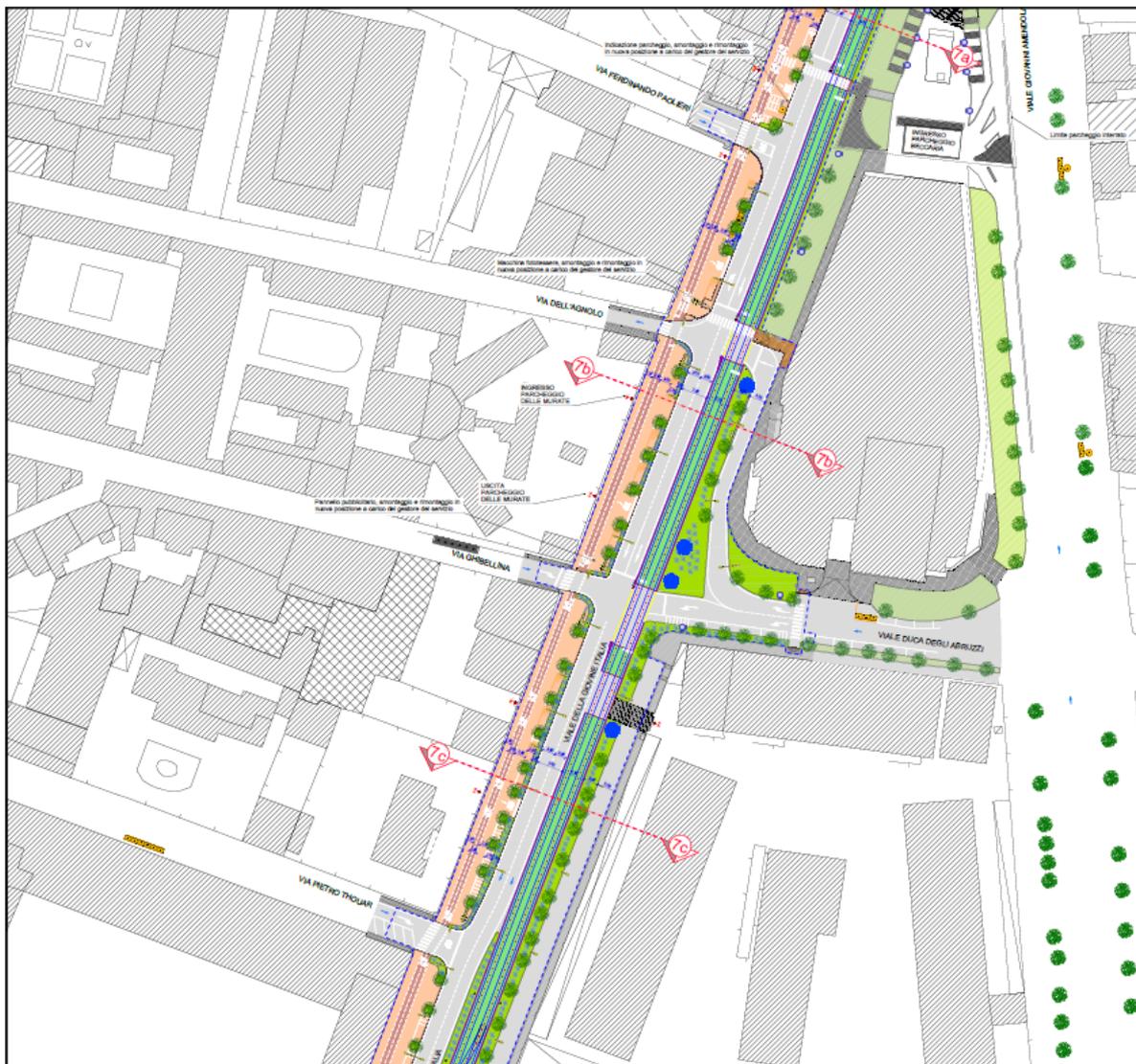
Tutto il viale fino a Via Ghibellina e viale Duca degli Abruzzi che oggi appare abbastanza trascurato sia nelle finiture che negli arredi (verde pubblico, piante) trova in questo modo un notevole miglioramento soprattutto sotto l'aspetto ambientale anche attraverso la modulazione dei nuovi spazi verdi. La soluzione prevista consente inoltre il mantenimento delle piante che attualmente fanno da cornice a tutto l'isolato dell'edificio dell'Archivio di Stato.

Da viale Duca degli Abruzzi fino al lungarno Pecori Giraldi la sede carrabile prevede oltre il doppio binario della tramvia anche il posto per tre corsie di marcia, parcheggi a pettine sul lato ovest ed est oltre la pista ciclabile dal lato del centro storico.

In questo tratto di viale, viste le dimensioni attuali, è stato inoltre possibile seguire la strada del mantenimento delle specie arboree presenti rivalorizzandone la presenza anche attraverso la protezione prevista con l'inserimento di una grande aiuola sul lato est che dividerà l'area della tramvia da quella della viabilità veicolare e della sosta.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 19 di 285

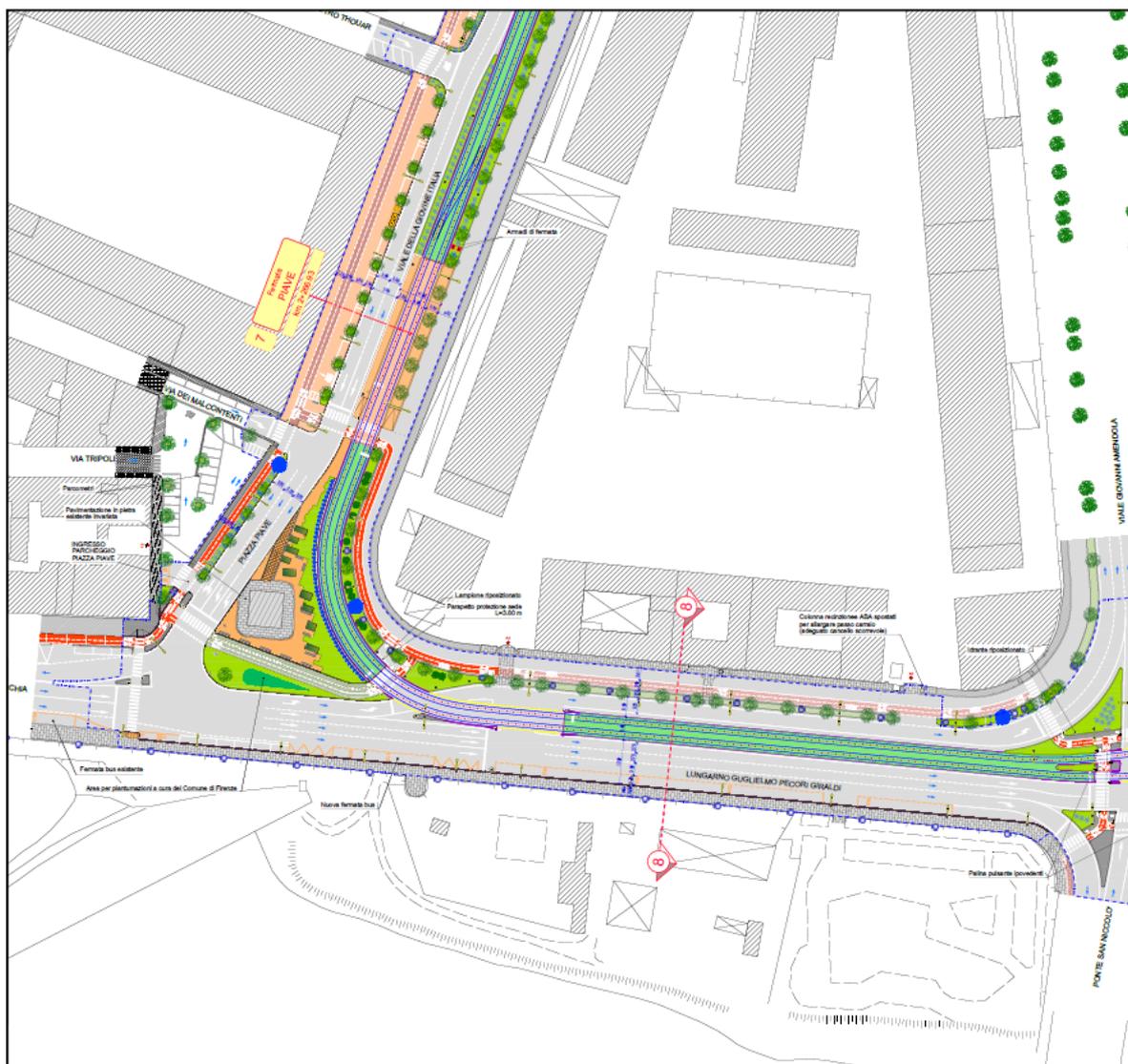
La scelta progettuale di sviluppare il tracciato sul margine est del viale trova qui consono inserimento anche in funzione del fatto che su quel lato si sviluppa l'alto muro di cinta della Caserma dei Carabinieri della Baldissera.



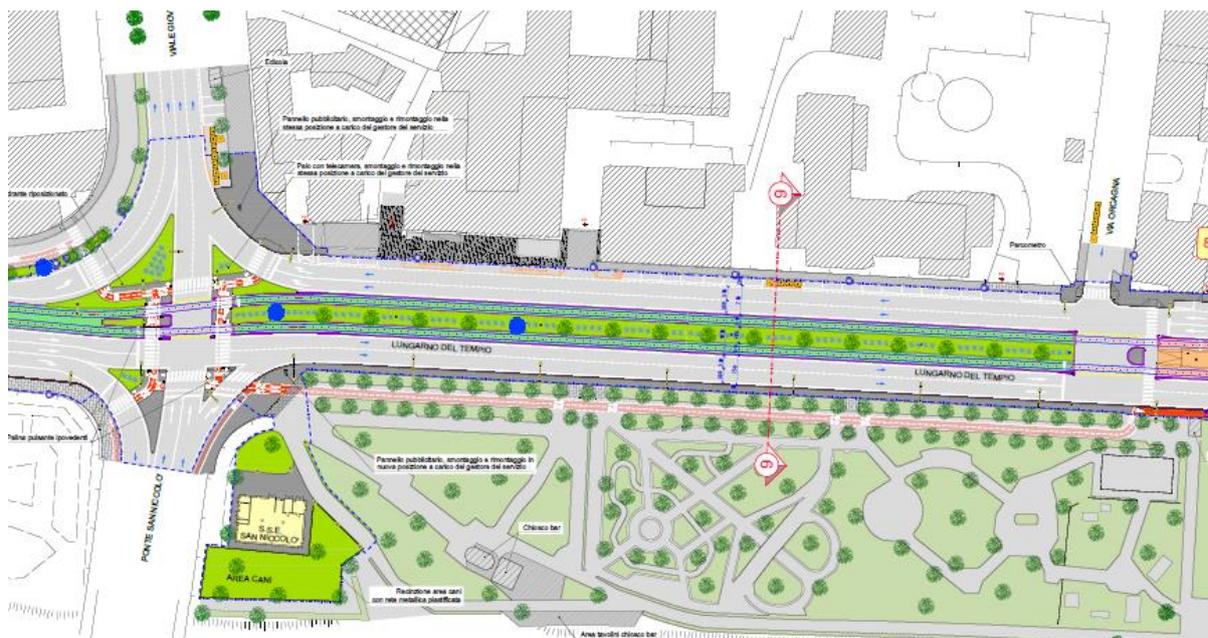
In corrispondenza di piazza Piave, adiacente alla Caserma dei Carabinieri è previsto l'inserimento della fermata "Piave" a banchine laterali.

2.2.6 Lungarno Pecori Giraldi – Lungarno del Tempo

Subito dopo la fermata “Piave”, costeggiando la caserma Baldissera in viale Giovine Italia, a differenza della prima previsione progettuale, la tramvia guadagna una posizione centrale sul lungarno Pecori-Giraldi. A differenza dell’attuale sistemazione viaria, il nuovo progetto prevede il mantenimento della viabilità solo su un lato della torre della Zecca. Come evidente in figura, tale nuova sistemazione genera un nuovo spazio urbano, a corredo della torre della Zecca, che offre un’ulteriore possibilità di riqualificazione e risistemazione di un’area che oggi, ancora una volta, è relegata unicamente al ruolo di spartitraffico.



Svoltando poi sul lungarno la tramvia avrà quindi posizione centrale rispetto alla strada, garantendo una corsia veicolare larga per la svolta verso nord su viale Amendola, e 3 corsie per la direzione Sud.



La sistemazione planimetrica della sede della tramvia prosegue poi in asse lungo il lungarno del Tempio, attraversando l'incrocio all'altezza del ponte San Niccolò, e sviluppandosi a cavallo dell'aiuola spartitraffico esistente, in maniera conciliabile alla presenza e al mantenimento degli attuali tigli presenti in centro strada.

2.2.7 Lungarno Cristoforo Colombo

La nuova sistemazione planimetrica prevede una riorganizzazione degli spazi dedicati alla sosta ed in generale appare poco invasiva rispetto all'attuale configurazione e sicuramente distribuisce in modo più omogeneo gli spazi della sede carrabile e pedonale.



Il tratto così rimodellato mantiene le caratteristiche principali di grande arteria ombreggiata che

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 22 di 285

segna l'inizio della passeggiata attrezzata lungo le rive del Fiume Arno e che finisce all'altezza del ponte Nuovo a Rovezzano; in questo caso, infatti, l'impatto della tramvia non sconvolge in alcun modo le peculiarità della fruibilità ciclo pedonale dell'area.

Particolare cura nella scelta dei nuovi impianti e dei materiali per la protezione delle aree a verde pubblico consegnerà al lungarno un aspetto ancor più decoroso; infatti la presenza della nuova infrastruttura, che prevede la sistemazione della fermata "Ghirlandaio", a banchina centrale, tra via Orcagna e via del Ghirlandaio e della successiva fermata "Verrazzano", sempre a banchina centrale, poco prima della svolta sul ponte da Verrazzano, segna l'inizio del grande percorso verde che si sviluppa sulla sponda destra dell'Arno oltre il ponte stesso.

2.2.8 Ponte da Verrazzano – Via Bracciolini

Alla fine di lungarno Cristoforo Colombo il tracciato si sposta sulla sponda sinistra del fiume Arno attraversando il ponte da Verrazzano per poi procedere attraverso il quartiere di Gavinana verso il comune di Bagno a Ripoli, attraversando piazza Ravenna e poi correndo lungo via Bracciolini fino a piazza Gavinana.

Sul ponte da Verrazzano, oltre al nuovo tracciato tramviario, troveranno posto due corsie veicolari, una per senso di marcia, due piste ciclabili monodirezionali sui due lati del ponte e i percorsi pedonali; sullo stesso ponte sono previsti inoltre degli interventi di adeguamento preventivi alla costruzione della linea tranviaria.

Nel tratto di via Poggio Bracciolini la tramvia scorre sul margine est lasciando spazio per una sola corsia di marcia riservata agli autoveicoli e motocicli che risulta limitata tra il marciapiede e il cordolo di protezione della sede tramviaria.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 23 di 285



2.2.9 Nuovo Ponte sull'Arno

La previsione di tracciato, che comprende il passaggio sul ponte Giovanni da Verrazzano ed il doppio binario su tutta la direttrice via Bracciolini, viale Giannotti, rende necessario un ripensamento della viabilità verso il centro città.

Sul ponte da Verrazzano rimarranno infatti solo una corsia per senso di marcia, mentre la presenza della strettoia in viale Giannotti porta lo stesso ad avere una sola corsia carrabile verso Bagno a Ripoli. Per questo si è reso necessario un completo ripensamento della viabilità verso il centro città con la realizzazione di un nuovo ponte carrabile veicolare, previsto a prolungamento dell'asse individuato da via Lapo da Castiglionchio, che permetterà il collegamento con Lungarno

Colombo, Lungarno Aldo Moro, in asse con via Minghetti.



2.2.10 Viale Giannotti

La realizzazione della tramvia comporta anche una nuova e più funzionale e razionale distribuzione della viabilità per tutto il quartiere di Gavinana, a partire da piazza Gavinana, viale Giannotti accoglierà i due binari della tramvia oltre a due corsie veicolari, una per senso di marcia, ad eccezione del tratto compreso tra piazza Gavinana e via Bartolomeo Scala.



In corrispondenza della strettoia, che non permette il mantenimento della carreggiata in direzione centro città, il flusso veicolare proveniente da sud verrà deviato verso piazza Guelfredotto, per andare poi ad imboccare il nuovo ponte viario previsto a prolungamento dell'asse individuato da via Lapo da Castiglionchio e che permetterà il collegamento con Lungarno Colombo, Lungarno Aldo Moro, in asse con via Minghetti.

La fermata "Giannotti", a banchina centrale, posta all'altezza di via Giovanni dalle bande Nere,

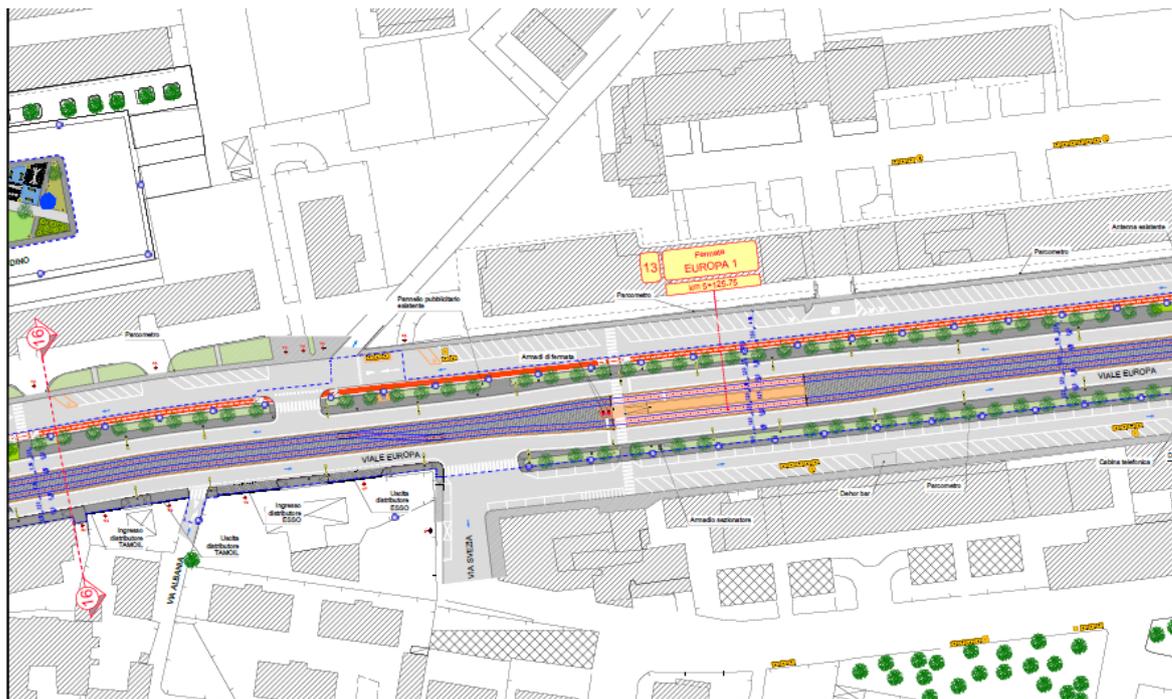
consegna alla strada una vocazione più pedonale a favore anche delle attività commerciali e ricreative presenti così come la successiva fermata “Bandino”, sempre a banchina centrale, posta di fronte a piazza Elia dalla Costa.



2.2.11 Viale Europa

Il tracciato della tramvia prosegue attraverso piazza Gino Bartali, passando di fronte all'esistente centro commerciale, prevede la fermata "Erbosa" a banchina centrale in corrispondenza di piazza del Bandino, per poi proseguire lungo viale Europa.

Come per viale Giannotti, anche in questo tratto la tramvia scorre al centro del viale, dando continuità alla sistemazione precedentemente individuata e prendendo il posto dell'attuale busvia.



Il posizionamento planimetrico della fermata, baricentrico rispetto a questa parte del quartiere ed in adiacenza al centro commerciale, garantisce una buona fruibilità per gli abitanti e per coloro che vi si dirigono per lavoro o svago.

Dopo la fermata e fino a via San Marino, prima della quale è prevista la fermata "Europa 1" a banchina centrale, la geometria del viale cambia radicalmente per la presenza di due controviali attualmente divisi da due aiuole spartitraffico su cui insistono due filari di alberi di pino. La soluzione progettuale non modifica sostanzialmente l'impostazione della sede stradale ma vengono ridisegnate le forme delle due aiuole laterali permettendo anche la realizzazione di una pista ciclabile bidirezionale sul controviale nord.

La riorganizzazione generale di questo tronco inoltre permette la possibilità di mantenere i filari di alberi di pino inalterati unita a quella di restituire al viale Europa, che in questa zona presenta

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 28 di 285

numerosi esercizi commerciali, un aspetto ancor più gradevole; infatti la realizzazione dei due binari a servizio della tramvia creano di fatto un'isola non trafficata al centro del viale aumentando la percezione di grandezza e di apertura che già oggi contraddistingue questo tratto.



Successivamente la tramvia corre al centro del viale Europa, che da qui in avanti è l'inizio della viabilità extracittadina di collegamento principale con i comuni limitrofi di Bagno a Ripoli e Pontassieve, e prevede la presenza della fermata "Europa 2", sempre a banchina centrale, prima dello svincolo di ingresso a via Marco Polo, asse di scorrimento che permette il rapido collegamento con l'autostrada A1 Bologna - Roma.

Da via Olanda a via Cimitero del Pino la sede tramviaria interferisce ortogonalmente con lo svincolo del raccordo autostradale Marco Polo. Per garantire l'utilizzo di tele svincolo in ingresso ed in uscita, sono state previste due corsie veicolari, una delle quali dedicata alla svolta in sinistra, in direzione Firenze, ed una in direzione Bagno a Ripoli.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 29 di 285



Successivamente il progetto prevede la realizzazione della fermata a banchina centrale “Pino” in corrispondenza del cimitero del Pino che segna il limite sud dell’estensione del territorio del comune di Firenze.

Nell’area ad est dell’attuale svincolo del raccordo Marco Polo, è prevista la realizzazione di un nuovo parcheggio, il quale andrà a potenziare l’attuale parcheggio Pino già presente. La sua posizione strategica tra l’uscita autostradale e la fermata tranviaria avvantaggerà l’interscambio modale gomma/tram, limitando di fatto l’ingresso in città di numerosi autoveicoli.

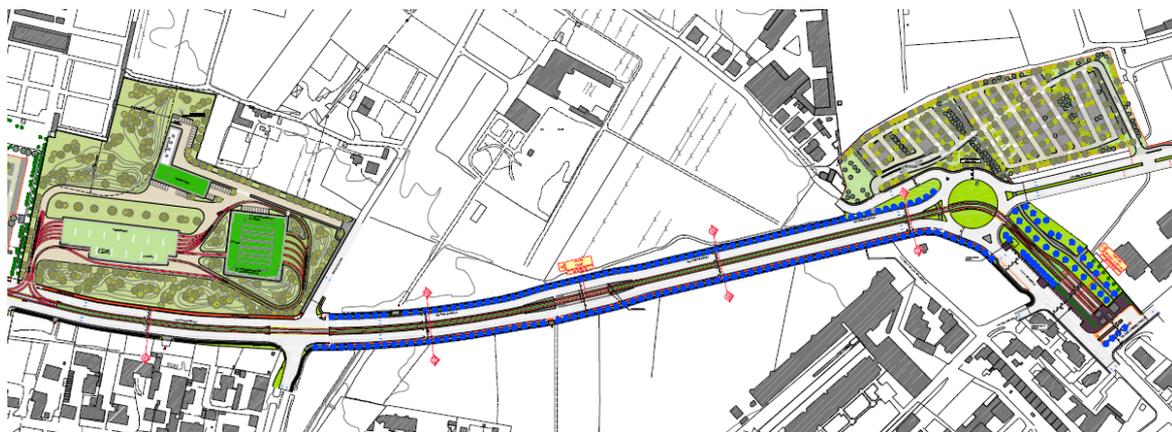


2.2.12 Via Pian di Ripoli – Via Granacci



Superato il deposito, la cui realizzazione è prevista subito dopo il parcheggio scambiatore Europa, tra via Cimitero del Pino e via degli Olmi, il tracciato prosegue a doppio binario in posizione centrale lungo via Pian di Ripoli per poi svoltare in via Granacci, decentrata sul margine est ed arrivare al capolinea di Bagno a Ripoli, posizionato subito prima di via Perosi.

La previsione progettuale circa via Pian di Ripoli immagina la trasformazione dell'attuale viale di scorrimento, a carattere spiccatamente periferico extraurbano, in un viale cittadino, con un filare di alberi e marciapiede su ogni lato del viale e pista ciclabile sul lato sud. Sul viale è prevista la fermata a banchine laterali "Olmi".



In questo tratto la tramvia è prevista centralmente e, coerentemente alla visione progettuale, sarà allargata la sede stradale per permettere la realizzazione dell'infrastruttura tranviaria e due corsie veicolari per senso di marcia.

In area del territorio comunale di Bagno a Ripoli, nelle immediate vicinanze del Capolinea Granacci è previsto un ulteriore parcheggio scambiatore (si veda figura sotto riportata) il cui ruolo è quello di intercettare i flussi veicolari extraurbani provenienti da Pontassieve, Casentino, Valdarno.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 31 di 285



2.3 Opere Previste in Fase 1

La Fase 1 del Progetto Esecutivo della Linea 3 (Il lotto) Tratta Libertà- Bagno a Ripoli comprende le viabilità alternative (interventi su strade limitrofe alle vie in cui viene realizzata la tranvia) e tre parcheggi scambiatori previsti P1, P2 e P3 a corredo della linea tramviaria, saranno vicini alle fermate del tram in modo da facilitare la sosta e lo scambio con il mezzo pubblico per entrare a Firenze.

Due parcheggi scambiatori, P1 e P2, sono in corrispondenza dell'incrocio tra Viale Europa e Via Marco Polo che costituisce il raccordo tra il casello Firenze Sud e la sponda nord dell'Arno e che intercetteranno il traffico proveniente dall'autostrada; il parcheggio scambiatore P3 è situato lungo Via Pian di Ripoli ad intercettare il traffico proveniente dalla direzione di Pontassieve.

Maggiori dettagli della fase 1 sono riportati nel documento 321GEN00005PE_0B Relazione Generale Linea 3.2.1 (Il Lotto) – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 1.

2.4 Opere a Verde e impianto di irrigazione

Linea

Nella concezione del progetto della linea 3.2.1 della Tramvia di Firenze una delle scelte strategiche è stata quella di preservare, esaltare ed aumentare il valore storico ed estetico delle alberature presenti lungo nuovo tracciato.

Il tracciato interessa una serie quasi ininterrotta di viali alberati e veri e propri parchi che rappresentano una delle caratteristiche peculiari di Firenze e degli interventi ottocenteschi che le hanno dato la forma attuale.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 32 di 285

Per **preservazione** non si intende solo il mero mantenimento delle piante dove erano e come erano ma, in una visione più ampia, il loro inquadramento in un contesto che tiene conto:

- Dello stato di fatto;
- Del processo che ha portato alla configurazione attuale;
- Del cambiamento che la nuova configurazione dei viali necessariamente impone;
- Della migliore configurazione possibile in funzione anche del corretto mantenimento delle alberature e delle aree verdi.

Per **esaltazione** si intende, nella scelta delle essenze delle nuove alberature e delle altre opere a verde, che non solo siano le stesse o simili alle alberature già esistenti ma che possano apportare i seguenti valori positivi:

- Tipi di alberature che garantiscano una rapida crescita in modo che già dopo 3 o 4 anni si comincino a “leggere” come alberi adulti;
- Specie che apportino un loro valore estetico importante per la variazione dei colori delle chiome, per la capacità di ombreggiare dove serve ecc.;
- Specie che siano facili da mantenere e immuni dalle malattie più aggressive.

Per **aumento del valore storico ed estetico** si intende non solo la sostituzione o l'aumento numerico delle alberature ma anche:

- Conoscere l'impianto originale dei viali e delle piazze di Firenze per capire come si è andata a costituire la situazione attuale;
- Capire le nuove esigenze che la ridefinizione degli spazi ha portato e scegliere una configurazione delle alberature che sia la migliore per il futuro della città e dei suoi cittadini.

Per quanto riguarda le superfici prative di progetto, è stato deciso di utilizzare un miscuglio di macroterme con le seguenti composizione di specie e dosaggi: *Zoysia japonica* 5-10 gr/mq, *Cynodon dactylon* 25 gr/mq, *Paspalum vaginatum* 15 gr/mq, *Paspalum notatum* 15 gr/mq.

Si prevede l'utilizzo di un sistema a verde estensivo prevegetato per la realizzazione dei tetti verdi in corrispondenza della sede tranviaria delle coperture del deposito, di quelle delle cabine elettriche localizzate nei parcheggi scambiatori e nella sede tranviaria nei tratti in cui è inerbita. Si tratta di verde estensivo applicabile su coperture piane o con pendenze limitate.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 33 di 285

Verranno scelte talee di *Sedum spp.* e *Mesembryanthemum cooperi* in ragione di almeno 100 g/mq. Il sistema necessita di un fabbisogno irriguo di circa 0.3 lt/mq al giorno. Negli elaborati 3217IX10184, 3217IX10185, 3217IX10186, 3217IX10187, 3217IX10188, 3217IX10189, 3217IX10190 sono stati inseriti dei quadri sinottici in cui sono indicate le specie arboree e arbustive sia per gli abbattimenti che per i nuovi impianti, oltre a quantificare le superfici a prato con relative specie.

Deposito

Il deposito verrà realizzato in un'area attualmente dedicata ad attività agricole e localizzato nei pressi del cimitero del Pino. Massimo impegno è stato profuso per armonizzarlo con il paesaggio circostante.

Per rispettare il vincolo cimiteriale di 50 metri, l'area limitrofa al cimitero verrà interessata da una intensa piantagione di alberi. Qui vale la pena di soffermarsi sul fatto che un tale piazzale prevede la movimentazione di mezzi che hanno raggi di curvatura minimi obbligati, distanze minime tra una sede e l'altra, percorsi obbligati. In buona sostanza il progetto è riuscito a sfruttare al meglio il lotto a disposizione e il lavoro paesaggistico e di mitigazione ambientale che ha coinvolto anche le nuove alberature ha cercato di ricucire, amalgamare e ridurre al minimo l'impatto visivo e acustico del nuovo impianto.

Per questo motivo sono stati utilizzati i seguenti accorgimenti:

- Le piante esistenti ai margini del lotto ed in corrispondenza delle aree verdi di progetto verranno mantenute;
- Verranno abbattute o spostate le piante interferenti con gli edifici o con la nuova viabilità, la cui collocazione planimetrica risulta obbligata per motivi funzionali e normativi;
- Sono stati disposti filari di alberi lungo tutto il perimetro con funzione di barriera visiva ed acustica;
- Sono stati piantati alberi e realizzate aiuole verdi inerbite all'interno dell'area;
- Sono stati realizzati tetti verdi e dove necessario sono stati previsti lucernari a sheds ricoperti di vegetazione (sedum);

Lungo viale Europa fra la pista ciclabile e il deposito, in posizione intermedia verrà posizionata una recinzione alta 1,50 m, separata dalla strada da un'ampia fascia di prato e schermata sul lato della strada da una siepe costituita da un mix di specie arboree ed arbustive, naturalizzata con sesto irregolare ed estesa in profondità. Questa sarà composta da *Arbutus unedo*, *Viburnum*, *Rhamnus alaternus*, *Laurus nobilis*, *Phillyrea*, *Spartium junceum*, *Myrtus*.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 34 di 285

Oltre la recinzione verranno disposti una serie di alberi in modo casuale (a macchia rustica) con specie di III e II grandezza fra cui Salici, Aceri campestri, Tiglio Argentato, Pioppi cipressini e Lecci (20-25 cm).

Essendo l'area ampia all'interno del parco del deposito saranno inoltre introdotti individui di alcune specie esteticamente attraenti (i.e. fioritura vistosa, fogliame autunnale, corteccia colorata, ecc.).

Parcheggi scambiatori P1-P2

Il progetto prevede la realizzazione delle sistemazioni a verde necessarie per mitigare l'impatto della nuova infrastruttura, con la dotazione di filari alberati con funzione di schermo lungo il perimetro per il parcheggio P1 e lungo la nuova area destinata alla sosta del parcheggio P2. La distribuzione degli stalli di sosta replica la soluzione adottata nel parcheggio Europa esistente, con disposizione dei filari di alberi nelle aiuole in direzione sud-nord a separazione delle corsie di sosta. In alcune aiuole, specialmente lungo il perimetro, viene prevista anche la piantumazione di essenze.

Parcheggio scambiatore P3

Lungo il perimetro del parcheggio saranno posizionati filari di alberi sempre per mitigare la vista dall'esterno; invece, lungo via Pian di Ripoli è presente una fascia cuscinetto di circa 25 m, in cui verranno posizionate diverse alberature con funzione schermante, oltre a quelle già presenti nella parte non oggetto di intervento.

Nelle numerose aiuole, poste a distanza non costante tra gli stalli di sosta, vengono messe a dimora alberature di due tipologie. In alcune aiuole, specialmente lungo il perimetro, viene prevista anche la piantumazione di essenze arbustive di varie specie

Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni 3217WX10133 (Fase 1) e 3217IX10182 (Fase 2).

Impianto irrigazione linea

All'interno del progetto è stato deciso di utilizzare due tipologie di impianto di irrigazione: uno di subirrigazione con ali gocciolanti e uno ad aspersione con irrigatori dinamici pop-up. L'impianto di subirrigazione sarà adottato per le aiuole e fasce verdi che si sviluppano parallelamente alla sede tramviaria su tutto il tracciato, a partire da viale Matteotti fino a via Pian di Ripoli e anche nelle fasce alberate che separano gli stalli di sosta nei parcheggi scambiatori. Sarà anche impiegato, ma con un dimensionamento diverso, per irrigare le superfici con verde estensivo prevegetato presenti in alcuni tratti della sede tramviaria (piazzale Donatello, viale della Giovine Italia, Lungarno Pecori Giraldi, Lungarno del Tempio, Colombo e via Pian di Ripoli fino al Capolinea).

L'impianto ad aspersione è stato inserito nelle zone in cui le superfici a prato sono più estese, come

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 35 di 285

il parco intorno al nuovo ponte di Bellariva e il parco in corrispondenza del capolinea.

Le sistemazioni a verde lungo il tracciato tranviario della Linea 3.2.1 si trovano in zone vincolate e sono collocate in prossimità di beni di particolare pregio storico e architettonico come i Viali di circonvallazione, Piazzale Donatello, Piazza Beccaria, i complessi delle Murate e di Montedomini, la Torre della Zecca in piazza Piave. Per preservare questi beni e per poter inserire l'intervento delle opere a verde nel contesto urbano nel modo più armonioso e coerente possibile, è necessario un impianto di irrigazione che garantisca i quantitativi di acqua ottimali per la regolare crescita e lo sviluppo delle specie arboree, arbustive e delle superficie prative presenti lungo il tracciato, salvaguardando così l'aspetto e l'immagine della città.

Il progetto prevede l'utilizzo di impianti di irrigazione ad aspersione ed impianti di subirrigazione dotati di sistemi automatizzati e temporizzati, in questo modo è possibile fornire i volumi di acqua adeguatamente sia nei quantitativi che nei periodi temporali programmati. I suddetti impianti dispongono inoltre di sensori pioggia in grado di sospendere automaticamente l'irrigazione in caso di precipitazioni, mantenendo così il livello ottimale di umidità del terreno.

Non essendo possibile trovare fonti di approvvigionamento alternative a quelle dell'acquedotto, trovandoci in un contesto di particolare pregio e di valore architettonico-paesaggistico e poiché gli impianti di irrigazione prevedono dotazioni tecnologiche automatizzate, possiamo dire che le prescrizioni all'interno dell'art. 29 del "Regolamento del servizio idrico integrato" di Publiacqua S.p.a. sono rispettate, perciò è possibile prevedere l'allaccio all'acquedotto per l'irrigazione delle sistemazioni a verde lungo il tracciato tranviario.

Impianto irrigazione deposito

Anche nel deposito è stato deciso di utilizzare due tipologie di impianto di irrigazione: uno di subirrigazione con ali gocciolanti e uno ad aspersione con irrigatori dinamici pop-up.

L'impianto di subirrigazione sarà adottato per le aiuole, fasce verdi e fasce alberate. Sarà anche impiegato, ma con un dimensionamento diverso, per irrigare le superfici con verde estensivo prevegetato presenti in alcuni tratti della sede tranviaria e per le coperture verdi con sedum.

L'impianto ad aspersione è stato inserito nelle zone in cui le superfici a prato sono più estese.

Gli impianti di irrigazione sono dotati di sistemi automatizzati e temporizzati, in questo modo è possibile fornire i volumi di acqua adeguatamente sia nei quantitativi che nei periodi temporali programmati. I suddetti impianti dispongono inoltre di sensori pioggia in grado di sospendere automaticamente l'irrigazione in caso di precipitazioni, mantenendo così il livello ottimale di umidità del terreno.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 36 di 285

I fabbisogni idrici saranno soddisfatti da un pozzo artesiano la cui profondità è stata valutata in sede di progettazione definitiva consultando il geologo e alcuni professionisti che realizzano pozzi e che hanno operato sul Viola Park, situato a distanza ravvicinata e quindi in un'area con caratteristiche assimilabili.

Per le valutazioni relative alla profondità del pozzo e alle caratteristiche della qualità dell'acqua si rimanda a quanto riportato qui sotto nel paragrafo dei parcheggi.

Impianto irrigazione parcheggi scambiatori

Per quanto riguarda i **sistemi di irrigazione** saranno utilizzati due tipi di impianto, uno ad aspersione con irrigatori pop-up e uno di irrigazione con ali gocciolanti di superficie, le due tipologie sono suddivise come segue:

- Superfici con arbusti, tappezzanti e siepi con sistema di irrigazione a goccia con ala gocciolante di superficie e con gocciolatore integrato autocompensante;
- alberi con sistema di irrigazione a goccia con ala gocciolante di superficie;
- aree verdi di maggiori dimensioni con sistema di irrigazione ad aspersione mediante irrigatori pop-up.

Gli impianti di irrigazione sono dotati di sistemi automatizzati e temporizzati, in questo modo è possibile fornire i volumi di acqua adeguatamente sia nei quantitativi che nei periodi temporali programmati. I suddetti impianti dispongono inoltre di sensori pioggia in grado di sospendere automaticamente l'irrigazione in caso di precipitazioni, mantenendo così il livello ottimale di umidità del terreno.

I fabbisogni idrici saranno soddisfatti da due pozzi artesiani (uno per parcheggio P1-P2 e uno per parcheggio P3) la cui profondità è stata valutata in sede di progettazione definitiva consultando il geologo e alcuni professionisti che realizzano pozzi e che hanno operato sul Viola Park, situato a distanza ravvicinata e quindi in un'area con caratteristiche assimilabili.

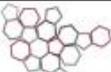
Inoltre, per la profondità del pozzo, nella fase di PE, si è fatto riferimento anche a pozzi per utilizzi irrigui realizzati nelle vicinanze del deposito e dei parcheggi scambiatori e al censimento dei pozzi del data base dell'ISPRA. In particolare, dall'esame dei dati dei pozzi si evidenziano due tipi di falda, una superficiale, che è stata individuata anche con le indagini geologiche effettuate durante le campagne di indagine e una profonda. Dalla variabilità dell'altezza della prima falda si presume che essendo strettamente legata alla stagionalità e gli eventi meteorici, mal si presta ad un uso irriguo, pertanto, come indicato in precedenza, si è scelto di prevedere la profondità del pozzo a 80 m, da

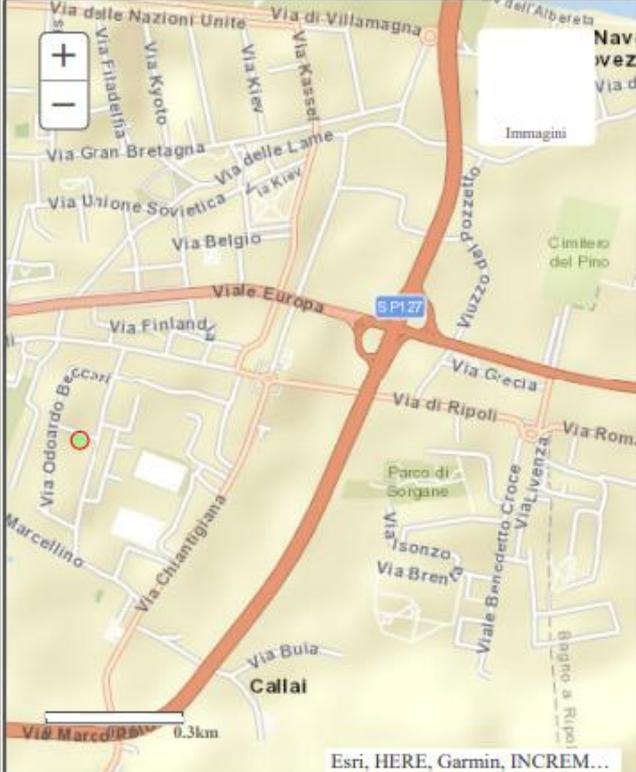
N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 37 di 285

valutare in fase di costruzione con i dati effettivi delle falde attraversate. In particolare, si osserva che anche nel caso dei pozzi realizzati nel vivaio di via degli Olmi, la falda profonda garantisce una portata di circa 1 l/sec ed è posta a circa - 30 mt dal piano di campagna, mentre nel pozzo di via Alcide de Gasperi la falda profonda è variabile fino a -37 m ed infine nel pozzo di via Luca Ghini la profondità della falda è variabile da -40 m a -75 m, con portate ancora idonee ad un uso irriguo, nel nostro caso, pari a circa 1 l/sec.

Di seguito sono riportate le schede relative ai pozzi per utilizzi irrigui sopra citati.

 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale														
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine														
<p> Codice: 153825 Regione: TOSCANA Provincia: FIRENZE Comune: BAGNO A RIPOLI Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 30,00 Quota pc slm (m): 60,00 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1,000 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 2 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 11,310150 Latitudine WGS84 (dd): 43,756239 Longitudine WGS84 (dms): 11° 18' 36.55" E Latitudine WGS84 (dms): 43° 45' 22.46" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia </p>																
DIAMETRI PERFORAZIONE																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>30,00</td> <td>30,00</td> <td>360</td> </tr> </tbody> </table>					Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	30,00	30,00	360		
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)												
1	0,00	30,00	30,00	360												
FALDE ACQUIFERE																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>25,00</td> <td>28,00</td> <td>3,00</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>7,00</td> <td>9,00</td> <td>2,00</td> </tr> </tbody> </table>					Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	2	25,00	28,00	3,00	1	7,00	9,00	2,00
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)													
2	25,00	28,00	3,00													
1	7,00	9,00	2,00													
POSIZIONE FILTRI																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25,00</td> <td>28,00</td> <td>3,00</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>					Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	25,00	28,00	3,00	200		
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)												
1	25,00	28,00	3,00	200												
MISURE PIEZOMETRICHE																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gen/2003</td> <td>6,00</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> </tr> </tbody> </table>					Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	gen/2003	6,00	ND	ND	ND		
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)												
gen/2003	6,00	ND	ND	ND												

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale															
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																	
Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine																
<p> Codice: 156079 Regione: TOSCANA Provincia: FIRENZE Comune: BAGNO A RIPOLI Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 42,00 Quota pc slm (m): 62,00 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 0,167 Portata esercizio (l/s): 0,150 Numero falde: 2 Numero filtri: 2 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 11,308211 Latitudine WGS84 (dd): 43,752639 Longitudine WGS84 (dms): 11° 18' 29.57" E Latitudine WGS84 (dms): 43° 45' 09.50" N </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>																	
DIAMETRI PERFORAZIONE																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>42,00</td> <td>42,00</td> <td>220</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	42,00	42,00	220							
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)													
1	0,00	42,00	42,00	220													
FALDE ACQUIFERE																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>18,00</td> <td>37,00</td> <td>19,00</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5,00</td> <td>8,00</td> <td>3,00</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	2	18,00	37,00	19,00	1	5,00	8,00	3,00					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)														
2	18,00	37,00	19,00														
1	5,00	8,00	3,00														
POSIZIONE FILTRI																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4,20</td> <td>9,20</td> <td>5,00</td> <td>ND</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17,00</td> <td>32,00</td> <td>15,00</td> <td>ND</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	4,20	9,20	5,00	ND	2	17,00	32,00	15,00	ND		
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)													
1	4,20	9,20	5,00	ND													
2	17,00	32,00	15,00	ND													
MISURE PIEZOMETRICHE																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mag/2004</td> <td>1,05</td> <td>18,00</td> <td>16,95</td> <td>0,145</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	mag/2004	1,05	18,00	16,95	0,145							
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)													
mag/2004	1,05	18,00	16,95	0,145													
N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E Emittente: RTI	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024 Pagina 39 di 285															

  <p>ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>	<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>															
<p>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</p>																
<p>Dati generali</p>	<p>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</p>															
<p>Codice: 186484 Regione: TOSCANA Provincia: FIRENZE Comune: FIRENZE Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 75,00 Quota pc slm (m): 60,00 Anno realizzazione: 1992 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 0,450 Portata esercizio (l/s): 0,400 Numero falde: 1 Numero filtri: 2 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 2 Longitudine WGS84 (dd): 11,293489 Latitudine WGS84 (dd): 43,754019 Longitudine WGS84 (dms): 11° 17' 36.57" E Latitudine WGS84 (dms): 43° 45' 14.48" N</p> <p>(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>																
<p>DIAMETRI PERFORAZIONE</p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>75,00</td> <td>75,00</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	75,00	75,00	180					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)												
1	0,00	75,00	75,00	180												
<p>FALDE ACQUIFERE</p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>40,00</td> <td>75,00</td> <td>35,00</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	40,00	75,00	35,00							
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)													
1	40,00	75,00	35,00													
<p>POSIZIONE FILTRI</p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>62,00</td> <td>72,00</td> <td>10,00</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>42,00</td> <td>52,00</td> <td>10,00</td> <td>140</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	2	62,00	72,00	10,00	140	1	42,00	52,00	10,00	140
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)												
2	62,00	72,00	10,00	140												
1	42,00	52,00	10,00	140												

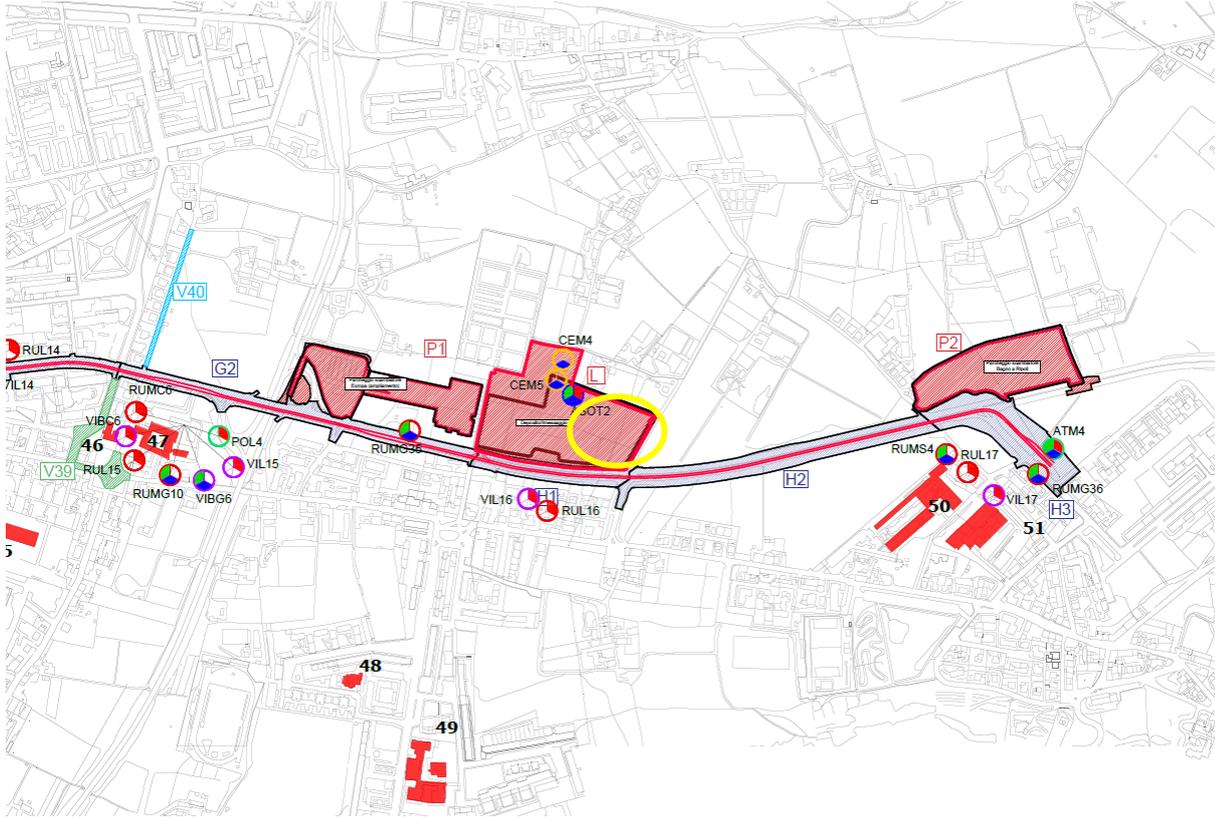
In fase di progettazione esecutiva sono state infine eseguite delle indagini di laboratorio sulla qualità dell'acqua delle falde, per verificarne l'idoneità ad utilizzo irriguo anche per i pozzi che si andranno a realizzare nei parcheggi scambiatori. In particolare le analisi delle acque sono state eseguite nei campioni prelevati nell'area del deposito "ASOT2" nei pressi del Cimitero del Pino, e nell'area del nuovo ponte Arno "ASOT1"; nei giardini delle Vittime di via Fani in Lungarno Aldo Moro, si vedano le figure riportate nelle pagine seguenti, con anche i report delle analisi di laboratorio.

In entrambi i casi le analisi non hanno registrato superamenti dei limiti Chimico – Fisici per l'utilizzo delle acque.

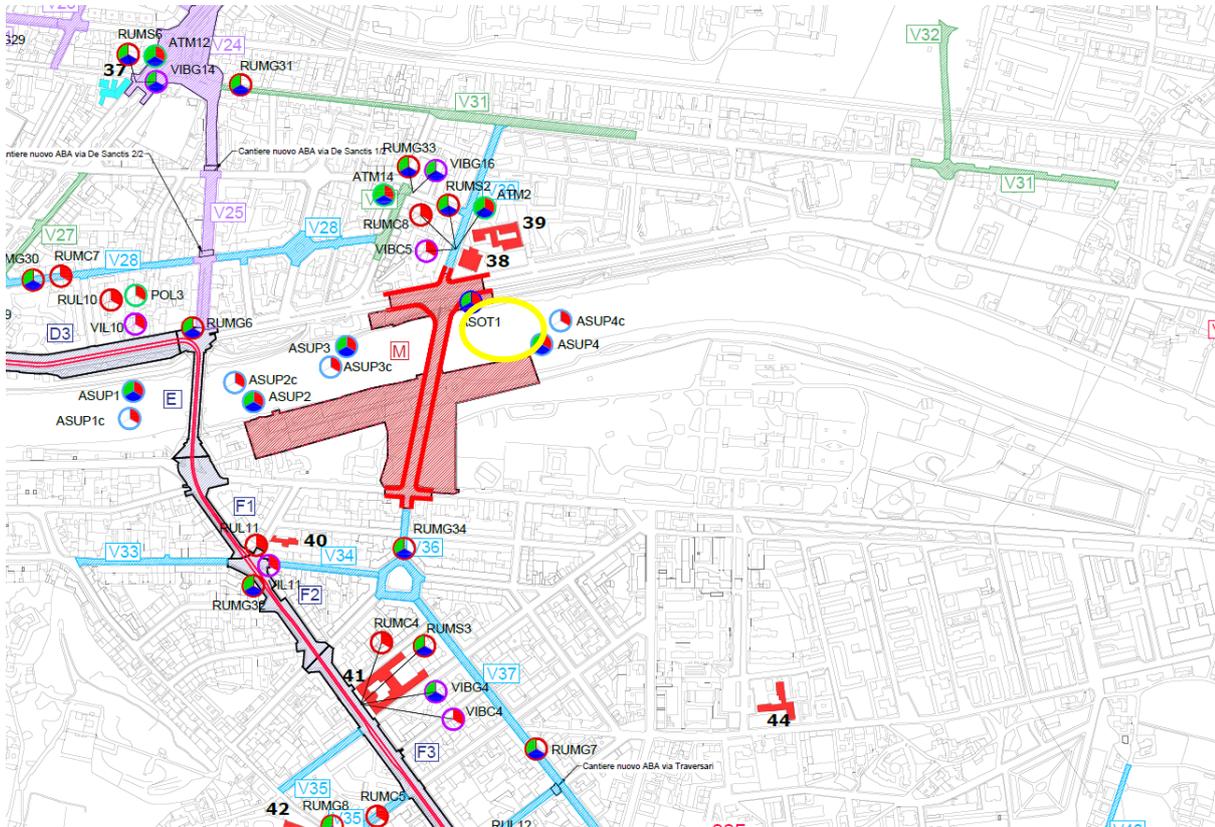


Ubicazione dei punti di monitoraggio per la componente ambiente idrico sotterraneo

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 41 di 285



Campionamento acque zona deposito



Campionamento acque via Lungarno zona Giardini Vittime di via Fani



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02887711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Sito internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

RAPPORTO DI PROVA N. 24LA08416		DEL 03/05/2024	
COMMITTENTE:	AMBIENTE S.P.A.		
INDIRIZZO COMMITTENTE:	Via Frassina, 21 54033 CARRARA (MS)		
PARTITA IVA E/O COD. FISCALE:	00262540453		
UBICAZIONE CAMPIONAMENTO:	PRESSI CIMITERO DEL PINO, BAGNO A RIPOLI (FI)		
PUNTO DI CAMPIONAMENTO:	ASOT 2		
DESCRIZIONE CAMPIONE:	ACQUE SOTTERRANEE		
CAMPIONAMENTO A CURA DI:	A CURA DEL CLIENTE*		
PROCEDURA:	CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*		
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 15/04/2024	ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 14.30		
DATA FINE CAMPIONAMENTO: 15/04/2024	ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 15.00		
DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16/04/2024			
N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 24LA08416			
DATA INIZIO PROVE: 16/04/2024	DATA FINE PROVE: 03/05/2024		

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
Metodo				

PARAMETRI CHIMICO-FISICI

TORBIDITÀ <i>APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003</i>	NTU	< 0,1		
CARBONIO ORGANICO TOTALE <i>ISO 8245:1999</i>	mg/L	1,10	± 0,39	

COMPOSTI INORGANICI

AZOTO AMMONIACALE (Come NH4+) <i>APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003</i>	mg/L	< 0,05		
CLORURI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	mg/L	39,5	± 9,9	
NITRATI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	mg/L	8,32	± 2,1	
NITRITI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	µg/L	< 50		500
SOLFATI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	mg/L	53,7	± 13	250

METALLI

ALLUMINIO <i>EPA 6020B 2014</i>	µg/L	< 50		200
ARSENICO <i>EPA 6020B 2014</i>	µg/L	< 1		10
CADMIO <i>EPA 6020B 2014</i>	µg/L	< 1		5
CALCIO <i>EPA 6020B 2014</i>	mg/L	128	± 26	
CROMO ESAVALENTE <i>EPA 7199 1996</i>	mg/L	< 0,001		5

File firmato digitalmente

Pagina 1 di 4

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 43 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02887711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Sito internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08416
DEL 03/05/2024

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
-----------	------	-----------	------------	--------

Metodo

METALLI

CROMO TOTALE EPA 6020B 2014	µg/L	< 1		50
FERRO EPA 6020B 2014	µg/L	28,8	± 5,8	200
MAGNESIO EPA 6020B 2014	mg/L	11,2	± 2,2	
MANGANESE EPA 6020B 2014	µg/L	12,7	± 2,5	50
NICHEL EPA 6020B 2014	µg/L	2,29	± 0,46	20
PIOMBO EPA 6020B 2014	µg/L	< 1		10
POTASSIO EPA 6020B 2014	mg/L	2,92	± 0,58	
RAME EPA 6020B 2014	µg/L	1,70	± 0,34	1000
SODIO EPA 6020B 2014	mg/L	37,2	± 7,4	
ZINCO EPA 6020B 2014	µg/L	12	± 2	3000
* FOSFORO TOTALE EPA 200.7:1994	µg/L	20,9	± 7,3	

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

* IDROCARBURI C<12 (6<C<12) ISPRA Man 123:2015 met.A	µg/L	< 20		
* IDROCARBURI C>12 (C12-C40) UNI EN ISO 9377-2: 2002	µg/L	41,7	± 15	
IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano) ISPRA Man 123:2015 met.A + UNI EN ISO 9377-2: 2002	µg/L	42	± 15	350

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,1
BENZO(a)PIRENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,01
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,01
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,05

File firmato digitalmente

Pagina 2 di 4

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 44 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02987711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Sito internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08416
DEL 03/05/2024

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
Metodo				

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

CRISENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		5
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,01
INDENOPIRENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,1
PIRENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		50
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,0100		0,1

COMPOSTI ORGANICI

TENSIOATTIVI ANIONICI APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/L	< 0,5		
TENSIOATTIVI NON IONICI MI02: 2020 rev.03	mg/L	< 1		

PARAMETRI MICROBIOLOGICI

CONTA DI COLIFORMI FECALI APAT CNR IRSA 7020 B Man 29 2003	UFC/100 mL	< 1		
CONTA DI COLIFORMI TOTALI APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003	UFC/100 mL	< 1		
CONTA DI STREPTOCOCCI FECALI ED ENTEROCOCCI APAT CNR IRSA 7040 A Man 29 2003	UFC/100 mL	< 1		

Legenda:

U.M. = unità di misura

Cat.III = prova eseguita in campo

nd = non determinabile

NR = non rilevato

* = prova non accreditata ACCREDIA

= prova in subappalto

\$ = prova fornita dal cliente per la quale il laboratorio declina ogni responsabilità

► Parametro NON CONFORME

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano): IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C<12 (6<C<12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(b+j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - INDENOPIRENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021.

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

File firmato digitalmente

Pagina 3 di 4

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 45 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02887711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Site internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08416

DEL 03/05/2024

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 46 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80028 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02887711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Sito internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08416

DEL 03/05/2024

Legenda:

- U.M. = unità di misura
- CeLIII = prova eseguita in campo
- nd = non determinabile
- NR = non rilevato
- * = prova non accreditata ACCREDIA
- # = prova in subappalto
- \$ = prova fornita dal cliente per la quale il laboratorio declina ogni responsabilità
- Parametro NON CONFORME

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano): IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C<12 (6<C<12)
SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(b+)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - INDENOPIRENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021.

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

Limite 1: D.Lgs. n° 152/2006 Tab. 2 All. 5 Parte Quarta - Concentrazione soglia nelle acque sotterranee

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

Limite 1:

Parametro	U.M.	Valore	Incetezza	Limite
-----------	------	--------	-----------	--------

CONFORME rispetto al **LIMITE 1** per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 47 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossetti, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 0288711212
E-Mail: natura@naturaserl.it
Site internet: www.naturaserl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

RAPPORTO DI PROVA N. 24LA08417		DEL 03/05/2024	
COMMITTENTE:	AMBIENTE S.P.A.		
INDIRIZZO COMMITTENTE:	Via Frassina, 21 54033 CARRARA (MS)		
PARTITA IVA E/O COD. FISCALE:	00262540453		
UBICAZIONE CAMPIONAMENTO:	GIARDINI VITTIME DI VIA FANI, LUNGARNO ALDO MORO (FIRENZE)		
PUNTO DI CAMPIONAMENTO:	ASOT 1		
DESCRIZIONE CAMPIONE:	ACQUE SOTTERRANEE		
CAMPIONAMENTO A CURA DI:	A CURA DEL CLIENTE*		
PROCEDURA:	CAMPIONE CONSEGNATO DAL CLIENTE*		
DATA INIZIO CAMPIONAMENTO: 15/04/2024	ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: 12.30		
DATA FINE CAMPIONAMENTO: 15/04/2024			
DATA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 16/04/2024	ORA ACCETTAZIONE CAMPIONE: 15.00		
N° ACCETTAZIONE CAMPIONE: 24LA08417			
DATA INIZIO PROVE: 16/04/2024	DATA FINE PROVE: 03/05/2024		

Parametro	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
<i>Metodo</i>				

PARAMETRI CHIMICO-FISICI

TORBIDITÀ <i>APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003</i>	NTU	2,7	±	0,94
CARBONIO ORGANICO TOTALE <i>ISO 8245:1999</i>	mg/L	1,12	±	0,39

COMPOSTI INORGANICI

AZOTO AMMONIACALE (Come NH4+) <i>APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003</i>	mg/L	< 0,05		
CLORURI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	mg/L	51,9	±	13
NITRATI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	mg/L	10,8	±	2,7
NITRITI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	µg/L	< 50		500
SOLFATI <i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	mg/L	64,4	±	16

METALLI

ALLUMINIO <i>EPA 6020B 2014</i>	µg/L	56	±	11	200
ARSENICO <i>EPA 6020B 2014</i>	µg/L	< 1			10
CADMIO <i>EPA 6020B 2014</i>	µg/L	< 1			5
CALCIO <i>EPA 6020B 2014</i>	mg/L	136	±	27	
CROMO ESAVALENTE <i>EPA 7199 1996</i>	mg/L	< 0,001			5

File firmato digitalmente

Pagina 1 di 4

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 48 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02887711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Site internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08417

DEL 03/05/2024

Parametro U.M. Risultato Incertezza Limiti
Metodo

METALLI

CROMO TOTALE EPA 6020B 2014	µg/L	< 1			50
FERRO EPA 6020B 2014	µg/L	59,3	±	12	200
MAGNESIO EPA 6020B 2014	mg/L	13,1	±	2,6	
MANGANESE EPA 6020B 2014	µg/L	9,54	±	1,9	50
NICHEL EPA 6020B 2014	µg/L	1,43	±	0,29	20
PIOMBO EPA 6020B 2014	µg/L	< 1			10
POTASSIO EPA 6020B 2014	mg/L	2,33	±	0,47	
RAME EPA 6020B 2014	µg/L	2,99	±	0,60	1000
SODIO EPA 6020B 2014	mg/L	48,5	±	9,7	
ZINCO EPA 6020B 2014	µg/L	25	±	5	3000
* FOSFORO TOTALE EPA 200.7:1994	µg/L	23,4	±	8,2	

IDROCARBURI E RELATIVE FRAZIONI

* IDROCARBURI C<12 (6<C<12) ISPRA Man 123:2015 met.A	µg/L	< 20			
* IDROCARBURI C>12 (C12-C40) UNI EN ISO 9377-2: 2002	µg/L	52,1	±	18	
IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano) ISPRA Man 123:2015 met.A + UNI EN ISO 9377-2: 2002	µg/L	52	±	18	350

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

BENZO(a)ANTRACENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005			0,1
BENZO(a)PIRENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005			0,01
BENZO(g,h,i)PERILENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005			0,01
BENZO(k)FLUORANTENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005			0,05

File firmato digitalmente

Pagina 2 di 4

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 49 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P. IVA 02897711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Sito internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08417

DEL 03/05/2024

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
---------------------	------	-----------	------------	--------

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

CRISENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		5
DIBENZO(a,h)ANTRACENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,01
INDENOPIRENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		0,1
PIRENE EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,005		50
SOMMATORIA IPA (da calcolo) EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/L	< 0,0100		0,1

COMPOSTI ORGANICI

TENSIOATTIVI ANIONICI APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/L	< 0,5		
TENSIOATTIVI NON IONICI MI02: 2020 rev.03	mg/L	< 1		

PARAMETRI MICROBIOLOGICI

CONTA DI COLIFORMI FECALI APAT CNR IRSA 7020 B Man 29 2003	UFC/100 mL	< 1		
CONTA DI COLIFORMI TOTALI APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003	UFC/100 mL	< 1		
CONTA DI STREPTOCOCCI FECALI ED ENTEROCOCCI APAT CNR IRSA 7040 A Man 29 2003	UFC/100 mL	< 1		

Legenda:

U.M. = unità di misura

Cat.III = prova eseguita in campo

nd = non determinabile

NR = non rilevato

* = prova non accreditata ACCREDIA

= prova in subappalto

\$ = prova fornita dal cliente per la quale il laboratorio declina ogni responsabilità

► Parametro NON CONFORME

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano): IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C<12 (6<C<12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(b+j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - INDENOPIRENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021.

Nota Campionamento: Il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

File firmato digitalmente

Pagina 3 di 4

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 50 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.IVA 02887711212
E-Mail: natura@naturasrl.it
Sito internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08417

DEL 03/05/2024

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 51 di 285



Natura S.r.l.
Sede Legale e Laboratorio di analisi:
Via Gioacchino Rossini, 16
80026 Casoria (NA)
Tel 081/5737038 Fax 081/5739776
P.VA 028977112
E-Mail: natura@naturasrl.it
Site internet: www.naturasrl.it

SISTEMA GESTIONE QUALITÀ IN
CONFORMITÀ CON LA
NORMA UNI EN ISO 9001:2015



LAB N° 0562 L

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N 24LA08417

DEL 03/05/2024

Legenda:

- U.M. = unità di misura
- Ca.III = prova eseguita in campo
- nd = non determinabile
- NR = non rilevato
- * = prova non accreditata ACCREDIA
- # = prova in subappalto
- \$ = prova fornita dal cliente per la quale il laboratorio declina ogni responsabilità
- Parametro NON CONFORME

Informazioni fornite dal cliente per le quali il laboratorio declina ogni eventuale responsabilità:

ANAGRAFICHE: DATA CAMPIONAMENTO, DESCRIZIONE CAMPIONE, ORA INIZIO, UBICAZIONE CAMPIONAMENTO, PUNTO DI CAMPIONAMENTO

Sommatorie presenti nel rapporto di prova:

L'approccio adottato dal laboratorio per le seguenti sommatorie presenti nel rapporto di prova è il LOWER BOUND. Gli addendi della sommatoria sono esclusivamente le prove la cui determinazione ha fornito un risultato superiore al limite di quantificazione corretto per i fattori di scala.

IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano): IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C>12 (C12-C40) - IDROCARBURI C<12 (6<C<12)

SOMMATORIA IPA (da calcolo): BENZO(b+j)FLUORANTENE - BENZO(g,h,i)PERILENE - BENZO(k)FLUORANTENE - INDENOPIRENE

Il recupero dei singoli analiti è compreso tra l'80% ed il 120%. Non si utilizza alcun fattore di correzione nel calcolo della concentrazione. Per le singole diossine, il recupero varia dal 63% al 170%.

Il criterio di valutazione utilizzato per l'espressione del giudizio di conformità è eseguito in conformità alle Linee Guida SNPA 34/2021.

Nota Campionamento: il campionamento si intende accreditato solo se il metodo non è indicato con l'asterisco ed è associato ad una successiva prova accreditata secondo la norma ISO/IEC 17025.

I risultati ottenuti si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il limite inferiore dei misurandi viene calcolato in funzione di pesate, diluizioni e primo punto retta (LR adjusted).

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

L'incertezza riportata non tiene conto del contributo del campionamento.

GIUDIZIO DI CONFORMITÀ

Limite 1: D.Lgs. n° 152/2006 Tab. 2 All. 5 Parte Quarta - Concentrazione soglia nelle acque sotterranee

NESSUN SUPERAMENTO - **CONFORME** rispetto al limite per i parametri analizzati.

Limite 1:

Parametro	U.M.	Valore	Incertezza	Limite
-----------	------	--------	------------	--------

CONFORME rispetto al **LIMITE 1** per i parametri analizzati.

**I risultati del presente rapporto di prova si devono intendere riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.**

Il Responsabile di Laboratorio
Dott. Francesco Troisi



— Fine Rapporto di Prova —

Per maggiori dettagli sui sistemi di irrigazione dei parcheggi, sulla qualità dell'acqua e sulle valutazioni relative ai pozzi artesiani, si rimanda anche agli elaborati specifici di Fase 1 3217PX10147 (relazione tecnica impianti parcheggi) 3217IX10217 e 3217IX10218 (planimetrie impianti di irrigazione parcheggi), in cui sono stati indicate le tipologie di impianto e il fabbisogno irriguo annuo.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 52 di 285

2.5 Autorizzazione da ottenere

Nel presente paragrafo si elencano le istanze soggette ad autorizzazione, ma soggette ad eventuali richieste di integrazione da parte dell'Ente di riferimento.

Progettazione - Nuovo Ponte sull'Arno

Opera	Nuovo Ponte sul fiume Arno
Ente	Regione Toscana – Settore Genio Civile Valdarno Superiore
Oggetto	Variante Nuovo ponte sul Fiume Arno– Autorizzazione Idraulica
Richiedente	Concessionaria – Tram di Firenze S.P.A.
Note	Vedi Allegato B – Nulla Osta sotto gli aspetti idraulici all'esecuzione dei lavori

Opera	Nuovo Ponte sul fiume Arno
Ente	SABAP
Oggetto	Variante Nuovo Ponte Sul Fiume Arno e Opere a Verde - Parere Favorevole Vincolante
Richiedente	Concessionaria – Tram di Firenze S.P.A.
Note	Vedi Allegato C - Parere Favorevole Vincolante

Opera	Nuovo Ponte sul fiume Arno
Ente	Comune di Firenze – Direzione Urbanistica
Oggetto	Variante Nuovo Ponte Sull'Arno e Opere a Verde - Autorizzazione Paesaggistica
Richiedente	Concessionaria – Tram di Firenze S.P.A.
Note	Vedi Allegato D - Parere Favorevole e Allegato D – Autorizzazione Paesaggistica

Fase di Realizzazione:

1.

Opera	Autorizzazioni ambientali
Ente	Comune di Firenze/Bagno a Ripoli
Oggetto	Deroghe acustiche
Richiedente	RTI
Durata	15 giorni
Note	

2.

Opera	Autorizzazioni scarichi campo base
Ente	Bagno a Ripoli
Oggetto	Allacci fognari campo base
Richiedente	RTI
Durata	15 giorni
Note	

3.

Opera	Autorizzazioni allaccio acquedotto campo base
Ente	Publiacqua
Oggetto	Allacci acquedotto
Richiedente	RTI
Durata	15 giorni
Note	

4.

Opera	Autorizzazioni allaccio energia elettrica campo base
Ente	Da definire
Oggetto	Allacci energia elettrica
Richiedente	RTI
Durata	15 giorni
Note	

5.

Opera	Aree interessate da Bonifica Ordigni Esplosivi
Ente	Comando Militare di Padova
Oggetto	Rilascio parere vincolante
Richiedente	RTI
Durata	45 giorni
Note	

6.

Opera	Richieste Ordinanze traffico
Ente	Comune di Firenze/Bagno a Ripoli
Oggetto	Ordinanza di traffico
Richiedente	RTI
Durata	21 giorni
Note	

7.

Opera	Richieste Occupazione/Alterazione suolo Pubblico
Ente	Comune di Firenze/Bagno a Ripoli
Oggetto	Occupazione suolo pubblico per indagini, rilievi, etc.
Richiedente	RTI
Durata	21 giorni
Note	

8.

Opera	Nuovo Ponte Arno
Ente	Regione Toscana – Genio Civile Valdarno Superiore
Oggetto	Concessione temporanea area demanio idrico per cantiere
Richiedente	Concessionario
Durata	30 giorni
Note	

9.

Opera	Ponte Giovanni da Verrazzano
Ente	Regione Toscana – Genio Civile Valdarno Superiore
Oggetto	Concessione temporanea area demanio idrico per cantiere
Richiedente	Concessionario
Durata	30 giorni
Note	

SSE e cabine elettriche

10.

Opera	Sottostazioni Elettriche (Deposito Bagno a Ripoli, S. Niccolò e Novello)
Ente	Agenzia delle Entrate – Ufficio Territoriale di Firenze
Oggetto	Dichiarazione di aggiornamento catastale
Richiedente	Comune di Firenze
Durata	Data deposito istanza
Note	

11.

Opera	Sottostazioni Elettriche (Deposito Bagno a Ripoli e S. Niccolò)
Ente	ENEL Distribuzione
Oggetto	Richiesta allaccio alla rete MT
Documenti da fornire	Documenti propedeutici all'attività finale di allaccio: Attestazione asseverata di agibilità, Dichiarazione di conformità alla norma CEI 99-2
Richiedente	Concessionario
Durata	Ricezione preventivo entro 30 gg dalla richiesta
Note	A valle dell'accettazione del preventivo, vanno previsti i tempi per la realizzazione dell'attività che può comprendere <u>eventuali</u> lavori civili (scavi, realizzazioni di cavidotti, etc.) e quelli per l'installazione ed il collaudo delle apparecchiature per l'allaccio alla rete MT.

12.

Opera	Cabina Elettrica parcheggio P1-P2
Ente	ENEL Distribuzione
Oggetto	Richiesta allaccio alla rete MT
Documenti da fornire	Documenti propedeutici all'attività finale di allaccio: Attestazione asseverata di agibilità o Certificato di deposito per cabine prefabbricate, Dichiarazione di conformità alla norma CEI 99-2
Richiedente	Concessionario
Durata	Ricezione preventivo entro 30 gg dalla richiesta
Note	A valle dell'accettazione del preventivo, vanno previsti i tempi per la realizzazione dell'attività che può comprendere <u>eventuali</u> lavori civili (scavi, realizzazioni di cavidotti, etc.) e quelli per l'installazione ed il collaudo delle apparecchiature per l'allaccio alla rete MT.

13.

Opera	Cabina Elettrica parcheggio P3
Ente	ENEL Distribuzione
Oggetto	Richiesta allaccio alla rete MT
Documenti da fornire	Documenti propedeutici all'attività finale di allaccio: Attestazione asseverata di agibilità o Certificato di deposito per cabine prefabbricate, Dichiarazione di conformità alla norma CEI 99-2
Richiedente	Concessionario
Durata	Ricezione preventivo entro 30 gg dalla richiesta
Note	A valle dell'accettazione del preventivo, vanno previsti i tempi per la realizzazione dell'attività che può comprendere <u>eventuali</u> lavori civili (scavi, realizzazioni di cavidotti, etc.) e quelli per l'installazione ed il collaudo delle apparecchiature per l'allaccio alla rete MT.

3. LO STUDIO TRASPORTISTICO

L'analisi trasportistica ha l'obiettivo di analizzare e prevedere gli effetti della realizzazione della linea tranviaria 3.2.1 Bagno a Ripoli - Firenze sul sistema di mobilità generale dell'area metropolitana fiorentina e, in particolare, sul quadrante sud-est. Per raggiungere questo obiettivo è stato costruito un modello di trasporto multimodale a 4 stadi dell'ora di punta mattutina del giorno feriale medio, calibrato su vari tipi di indagini trasportistiche. Il modello è stato quindi applicato a 3 scenari:

- Scenario attuale di calibrazione (SC2018): scenario attuale, costruito ed utilizzato per la calibrazione e la validazione del modello. L'assetto infrastrutturale è quello del terzo quadrimestre del 2018, caratterizzato dalla messa in esercizio del tratto Alamanni – Careggi della linea tranviaria T1.
- Scenario di riferimento 2023 (SR2023): scenario relativo all'anno di entrata in esercizio della linea T3, senza l'infrastruttura di progetto. L'assetto infrastrutturale include tutti i progetti viabilistici previsti per il medesimo orizzonte temporale e la linea T2 Aeroporto-La Pira nella sua configurazione della Variante Alternativa al Centro Storico (VACS).
- Scenario di progetto 2023 (BAR2023): scenario di progetto, che include la linea T3 (lotto II) Bagno a Ripoli-Don Minzoni con frequenza 5 minuti. Oltre all'infrastruttura oggetto di analisi, lo scenario include tutte le modifiche alla viabilità connesse alla sua realizzazione e i parcheggi scambiatori di progetto.

La simulazione dei 3 scenari permette di ottenere una previsione dei saliti-discesi lungo le linee tranviarie alle diverse fermate e di valutare l'effetto dell'implementazione infrastrutturale sullo shift modale, la congestione stradale e i livelli di utilizzo del resto dell'offerta TPL (TPL su gomma urbano ed extraurbano).

A seguito alle richieste del verificatore avanzate durante il processo per la validazione della progettazione definitiva della linea 3.2.1 tratto Libertà – Bagno a Ripoli, lo studio trasportistico è stato integrato con un ulteriore scenario di simulazione che riguardasse almeno venti anni dagli scenari simulati. A seguito del confronto con la Stazione Appaltante è stato fissato come anno di studio il 2049 e definito un assetto di sviluppo per il sistema di trasporto pubblico; anche in questo contesto sono stati studiati 2 scenari, quello di riferimento, senza l'opera oggetto di analisi, e quello di progetto con la messa in esercizio di T3.2.1. Lo scenario 2049 presenta una rete tram molto sviluppata, per lo più completa; sono infatti ipotizzate in esercizio anche linea T3.2.2 Rovezzano -Libertà, T4.1+T4.2 Leopolda- Piagge-Campi Bisenzio (PFTE 2020), T2.2 estensione della linea

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 57 di 285

2 tram verso Sesto Fiorentino (PFTE 2020). Vengono inoltre assunte attive le linee di Bus Rapid Transit Greve in Chianti – Rovezzano e Poggibonsi -T2 Guidoni. Contestualmente la domanda di trasporto viene aggiornata rispetto alle modifiche urbanistiche note per il comune di Firenze e per i comuni di prima cintura; in particolare si ipotizzano realizzati al 2049 gli interventi urbanistici riguardanti il Training center delle Fiorentina, la ex Manifattura Tabacchi, l'area ex OGR, l'area ex Gover, il PUE di Castello, l'espansione urbanistica prevista dal nuovo Piano Strutturale del comune di Campi Bisenzio sulla base delle informazioni già recepite dalla stessa Amministrazione comunale per lo studio di pre-fattibilità tecnica economica dell'estensione tranviaria T4.2. Dal punto di vista delle politiche gestionali del traffico, per il Comune di Firenze si attua al 2049 lo Scudo Verde nella sua versione evolutiva. Anche per questo scenario aggiuntivo di lungo termine, l'obiettivo dello studio di trasporto è la valutazione delle prestazioni e dell'attrattività della linea T3.2.1. I risultati sono però da inserire in un contesto infrastrutturale e di domanda completamente diverso rispetto a quello al 2023 : in generale, data la veloce evoluzione negli ultimi 10 anni delle abitudini di mobilità, con la nascita della micromobilità elettrica anche in sharing, le prevedibili evoluzioni del parco veicolare e gli imprevisti economici che segnano inevitabilmente il trend evolutivo della mobilità, come successo nel 2008 con la crisi economica e nel 2020 con l'emergenza sanitaria Covid19, è molto difficile fare una previsione per uno scenario di lungo termine. I risultati ottenuti sono legati ad un approccio di tipo conservativo rispetto all'attuale, senza assumere ipotesi relativi a fattori che sono sì oggetto di studio, ma su cui gli esperti non sono ancora riusciti a delineare degli scenari in modo concorde.

3.1 La Metodologia

Come anticipato, lo studio trasportistico si basa su un modello di trasporto multimodale a 4 stadi dell'ora di punta mattutina del giorno feriale medio; in particolare sono oggetto di indagine e simulazione le componenti privata (su gomma) e pubblica (su ferro e gomma) del trasporto, ma entrano nella catena modellistica anche i modi moto, piede e bici, che hanno una rilevanza non trascurabile nell'indagine delle dinamiche urbane di mobilità. La rete privata, pubblica e pedonale è stata implementata sull'area urbana con sufficiente dettaglio, includendo tutte le linee Ataf & Linea e tutte le strade necessarie agli spostamenti interzonal.

Il modello simula entrambe le tipologie di utenza sistematica e non sistematica. In particolare la prima è oggetto di simulazione tramite i primi 3 stadi del modello, calibrato anche in base ad una campagna di interviste di tipo stated preferences, mentre la seconda classe di utenti, più varia nella sua composizione e per definizione composta da spostamenti non regolari e quindi difficilmente classificabili, è stata estrapolata a valle di un processo di calibrazione che si è avvalso

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 58 di 285

di un elevato numero di postazioni di rilievo veicolare e di una campagna saliti-discesi alle fermate.

Questa scelta si basa sull'assunzione che, una volta calibrata la componente sistematica (casa - scuola/lavoro), che rappresenta la maggior parte degli spostamenti della punta mattutina, il differenziale registrato sulla rete sia costituito dal resto dell'utenza. La classe non sistematica è residuale sui mezzi di trasporto pubblico nell'ora di punta, dato anche il loro affollamento, e ne costituisce invece la base nelle ore di morbida.

Negli elaborati specifici è illustrata la metodologia di costruzione, calibrazione e validazione del modello, che si basa su processi iterativi successivi.

Il risultato è costituito da:

- modello di generazione, dipendente dalla popolazione residente suddivisa per fasce di età, corrispondenti in linea di massima alla popolazione scolastica e lavorativa;
- modello di distribuzione di tipo gravitazionale basato sugli addetti e la distribuzione dei poli scolastici / universitari, corretto per minimizzare gli scarti con la distribuzione ISTAT ed evitare un fenomeno di eccessivo sprawling;
- modello di ripartizione modale tra i 5 modi piede-bici-moto-auto-pubblico, calibrato sulle interviste all'utenza dell'area metropolitana fiorentina, di tipo Logit;
- modelli di scelta del percorso all'equilibrio per la componente privata e a frequenza per la componente pubblica, in grado di ripartire l'utenza tra ferro-gomma e tram.

A questi si aggiunge un modello misto per l'utenza park&ride, che inserisce nei percorsi all'equilibrio il percorso costituito dal tratto stradale + parcheggio + mezzo pubblico. Tale utenza è considerata nella matrice auto fino al cordone ed in quella pubblica dal punto di salita sul mezzo pubblico. L'assegnazione del percorso si basa non sul tempo di percorrenza ma sul concetto di costo generalizzato, per cui è necessario associare ad ogni classe di utenza un valore economico del tempo (VOT): questa scelta è motivata dal fatto che nel modello sono implementati anche i costi medi di parcheggio ZCS, dei parcheggi di struttura e dei mezzi pubblici, che influiscono sostanzialmente sulla scelta del mezzo e del percorso.

Per valutare in modo efficace gli effetti dell'inserimento della linea tramviaria 3.2.1 in un contesto congestionato come quello urbano fiorentino si è scelto di microsimulare l'ora di punta di un giorno feriale invernale: tale metodologia permette di valutare le prestazioni di dettaglio del sistema urbano di mobilità dato l'assetto delle intersezioni e il regime di circolazione. L'area oggetto di

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 59 di 285

simulazione è riportata in Figura 1, dove in giallo è indicato il tracciato della linea tramviaria di progetto.

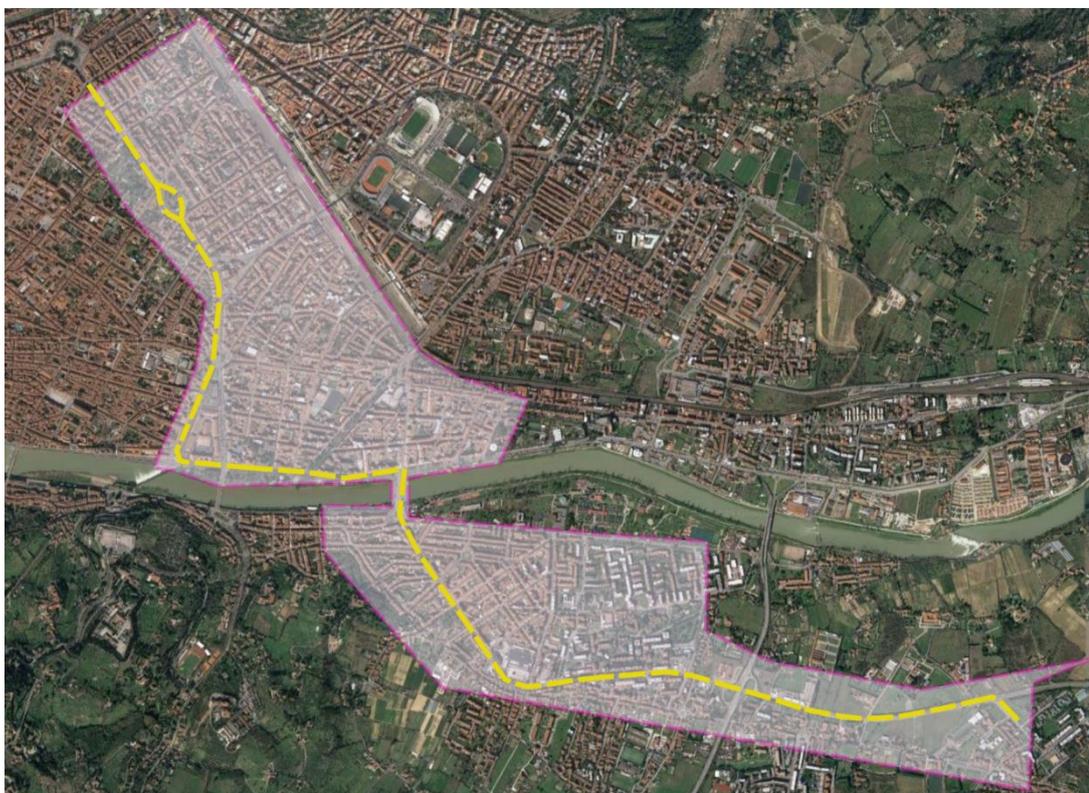


Figura 1: Area di simulazione

3.2 I Risultati

L'utilizzo del modello multimodale a 4 stadi permette di valutare i livelli di utilizzo della linea T3 (lotto II) Bagno a Ripoli-Don Minzoni all'interno del sistema di trasporto dell'area metropolitana fiorentina. Con riferimento all'ora di punta, la linea presenta un buon livello di utilizzo in entrambe le direzioni, con prevalenza per la direttrice verso il centro cittadino.

Per la linea di progetto si stimano oltre 4000 saliti nell'ora di punta ed un beneficio complessivo per tutto il sistema tranviario: il volume di passeggeri delle linee dello scenario di riferimento (T1+T2) aumenterà con la messa in esercizio della linea T3; in particolare, con riferimento all'ora di punta, si prevede un aumento di oltre il 5% dei saliti sulla linea T2, dovuta all'effetto trasbordo dei passeggeri provenienti da Bagno a Ripoli e diretti verso l'area ovest della città. In generale, nel giorno feriale medio, lo scenario di progetto registra circa 50.000 saliti in più sul sistema tranviario rispetto allo scenario di riferimento.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 60 di 285

4. LE SISTEMAZIONI URBANISTICHE

Il presente paragrafo descrive le caratteristiche generali del progetto esecutivo delle sistemazioni urbanistiche della nuova linea tramviaria facente parte del più ampio sistema già in parte realizzato, che collega Firenze, con capolinea in piazza della Libertà (dove avviene l'interscambio con la Linea 2), a Bagno a Ripoli (capolinea in via Granacci). Con riferimento alle progressive chilometriche, i binari del tracciato tranviario della Linea 3 (Il Lotto) hanno inizio in via Don Minzoni (Km 0+000) nel tronchino di manovra/carica batterie e terminano al Km 7+138,81 alla fine del capolinea di Bagno a Ripoli.

La progettazione esecutiva di dette sistemazioni urbanistiche è stata redatta nel rispetto delle osservazioni, prescrizioni e richieste di modifiche e/o integrazioni contenute nella delibera di approvazione del progetto definitivo; inoltre sono state prese in carico le indicazioni ricevute, tramite il RUP, dai Comuni di Firenze e Bagno a Ripoli nel corso delle varie riunioni effettuate durante lo sviluppo dell'attività progettuale e le disposizioni impartite in sede di Conferenza dei Servizi.

Per dettagli relativi alle caratteristiche tecniche e geometriche della sede tramviaria (protezioni, plano-altimetria del tracciato, sezioni trasversali in linea e nelle fermate), ai criteri di verifica della sede adottati nella progettazione del tracciato della linea tramviaria (distanze minime della cassa del rotabile dagli ostacoli fissi continui e discontinui, distanze minime tra le casse dei rotabili stessi e distanze della cassa del rotabile dalle banchine di fermata) ed ai dettagli relativi al progetto di assetto delle intersezioni a raso con la viabilità stradale ordinaria (architettura degli incroci di progetto, segnaletica orizzontale e verticale e sistema di controllo semaforico) si rimanda agli specifici elaborati progettuali che fanno parte del presente progetto.

4.1 Caratteristiche Generali della Linea

La linea 3 (Il lotto) della tramvia di Firenze si sviluppa su un tracciato sostanzialmente a raso in Comune di Firenze e, nella parte finale, in Comune di Bagno a Ripoli; esso è suddiviso nelle seguenti tratte:

- La prima tratta è a doppio binario e si parte da viale Don Minzoni sul lato sud (tronchino di manovra e per ricarica tram), transita in piazza della Libertà (lato est dove c'è capolinea Libertà) e imbocca viale Matteotti (al centro dell'attuale sede stradale) sfruttando parte dei binari della Variante Alternativa al Centro Storico (VACS) Lotto 2, quindi percorre tutto viale Matteotti fino a raggiungere piazzale Donatello; le fermate presenti in questa tratta sono Matteotti e Donatello.
- La seconda tratta è a binari singoli che si attestano ai lati di piazzale Donatello in aderenza alle aiuole alberate che perimetrano il "Cimitero degli Inglesi"; non sono presenti fermate.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 61 di 285

- La terza tratta è a doppio binario e la sede tranviaria è posizionata al centro della sede stradale di viale Gramsci fino a raggiungere piazza Beccaria; le fermate di questa tratta sono Pellico e Leopardi.
- La quarta tratta si sviluppa in piazza Beccaria ed è a binari singoli sdoppiati che seguono i flussi veicolari e che permettono di mantenere al centro la Porta storica; in questa zona è prevista la fermata Beccaria.
- La quinta tratta si sviluppa, dopo piazza Beccaria, su viale della Giovine Italia ed è a binari accoppiati che si attestano sul lato sinistro del viale (procedendo verso il Lungarno); la sede tranviaria risulta adiacente al complesso edilizio dell'Archivio di Stato e alla Caserma dei Carabinieri, fino al Lungarno Pecori Giraldi dove si porta in posizione prossima al centro del viale. Al termine di viale della Giovine Italia viene ubicata la fermata Piave.
- La sesta tratta parte all'altezza dell'incrocio con ponte San Niccolò-viale Amendola, è a binari singoli sdoppiati che si attestano ai lati dell'aiuola centrale con alberature di Lungarno del Tempio e Lungarno Cristoforo Colombo; le fermate previste sono, in ordine di percorrenza, Ghirlandaio e Verrazzano.
- All'altezza del ponte Giovanni da Verrazzano, la sede tranviaria ritorna a doppio binario, curva salendo sul ponte e attraversa l'Arno fino a raggiungere piazza Ravenna; quindi attraversa il quartiere di Gavinana attestandosi su via P. Bracciolini e piazza Gavinana (lato est), viale D. Giannotti (al centro della via), piazza G. Bartali, viale Europa (al centro della via) fino al confine del Comune di Firenze, posto in corrispondenza di via Cimitero del Pino (settima tratta). Le fermate previste in tutto questo tratto sono: Giannotti, Bandino, Erbosa, Europa 1, Europa 2 e Pino.
- La sede tranviaria entra quindi nel Comune di Bagno a Ripoli (ottava tratta), rimane a doppio binario e si colloca al centro della sede stradale di via Pian di Ripoli; sul lato nord di via Pian di Ripoli, tra la via Cimitero del Pino e la via degli Olmi, viene previsto il deposito tranviario per la nuova linea. La tranvia prosegue al centro di via Pian di Ripoli, dove si colloca la fermata Olmi, fino a curvare su via F. Granacci dove, sul lato est, viene previsto il capolinea di Bagno a Ripoli con tre binari.

Il nuovo Deposito, che viene realizzato per la "Linea 3 (II Lotto)", è stato studiato anche per contenere i tram previsti per il futuro ampliamento di tale linea verso Rovezzano; infatti nel rimessaggio si prevede lo spazio per un futuro ampliamento per l'inserimento di altri 5 binari.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 62 di 285

In totale sono previste n° 17 fermate (compresi i due capolinea) e due fabbricati tecnologici (sottostazioni elettriche) denominati San Niccolò e Novello; una terza sottostazione elettrica viene prevista nell'area del deposito tranviario.

Le opere principali che vengono realizzate in questa linea sono: gli interventi sulle strutture del Ponte da G. da Verrazzano, il sottopasso al ramo dello svincolo Marco Polo per consentire ai veicoli l'accesso al parcheggio Scambiatore Europa, il nuovo deposito e i locali previsti in corrispondenza del capolinea di Bagno a Ripoli; vengono realizzate anche due antenne per le comunicazioni del sistema radio Tetra: una nell'area del deposito e l'altra (solo apparato trasmettitore) posizionata sulla sommità di edificio di proprietà del Comune di Firenze in via Giotto n.4. Infine si realizza un nuovo ponte stradale/pedonale/ciclabile sull'Arno, di fronte a via Minghetti, per collegare Lungarno Colombo/A. Moro con via Villamagna.

4.2 Elementi di dettaglio

Nelle planimetrie delle sistemazioni urbane sono state riportate la nuova sede tranviaria e le conseguenti sistemazioni urbanistiche nelle zone oggetto di intervento nell'ambito dell'appalto.

Per quanto riguarda la sede tranviaria sono stati indicati gli assi dei binari con verso di percorrenza, le rotaie dei binari di linea, i cordoli rialzati di bordo della sede e quelli a raso, le banchine di fermata con il nome della fermata e la progressiva.

Relativamente alle sistemazioni urbanistiche sono stati riportati i marciapiedi con il tipo di pavimentazione e i relativi cordoli, gli stalli dei parcheggi auto e i cordoli delle aree verdi e delle aiuole spartitraffico. Sono inoltre indicate le piste ciclabili e, sulla sede stradale, la segnaletica orizzontale e gli attraversamenti pedonali.

Completano le informazioni di progetto l'indicazione delle alberature esistenti conservate e le nuove alberature da impiantare, oltre che l'individuazione dei paletti con catena e del parapetto di protezione della sede dove presenti.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 63 di 285

4.3 Superamento delle barriere architettoniche

Tutti i marciapiedi rientranti nell'area di intervento, in corrispondenza degli attraversamenti pedonali, sono dotati di percorsi tattili per ipovedenti e presentano caratteristiche conformi alle norme vigenti in materia di abbattimento delle barriere architettoniche.

Nello specifico sono prese a riferimento i seguenti dettami normativi:

- Legge Regione Toscana n. 47 /1991 (Data Pubblicazione: 19/09/1991) - Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche;
- Decreto Presidente Giunta Regione Toscana 29/07/2009 (Data Pubblicazione: 03/08/2009) - Regolamento di attuazione della L.R. n.1/2005 in materia di barriere architettoniche;
- Norma UNI 11168-1:2006 - Accessibilità delle persone ai sistemi di trasporto rapido di massa.
- D.P.R. n. 503 del 24/07/1996 - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
- Legge n. 118 del 30/03/1971 a favore dei mutilati ed invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.

Per quanto riguarda gli ABA si rimanda nello specifico all'elaborato in cui sono riportati alcuni particolari costruttivi.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 64 di 285

5. LO STUDIO ARCHITETTONICO

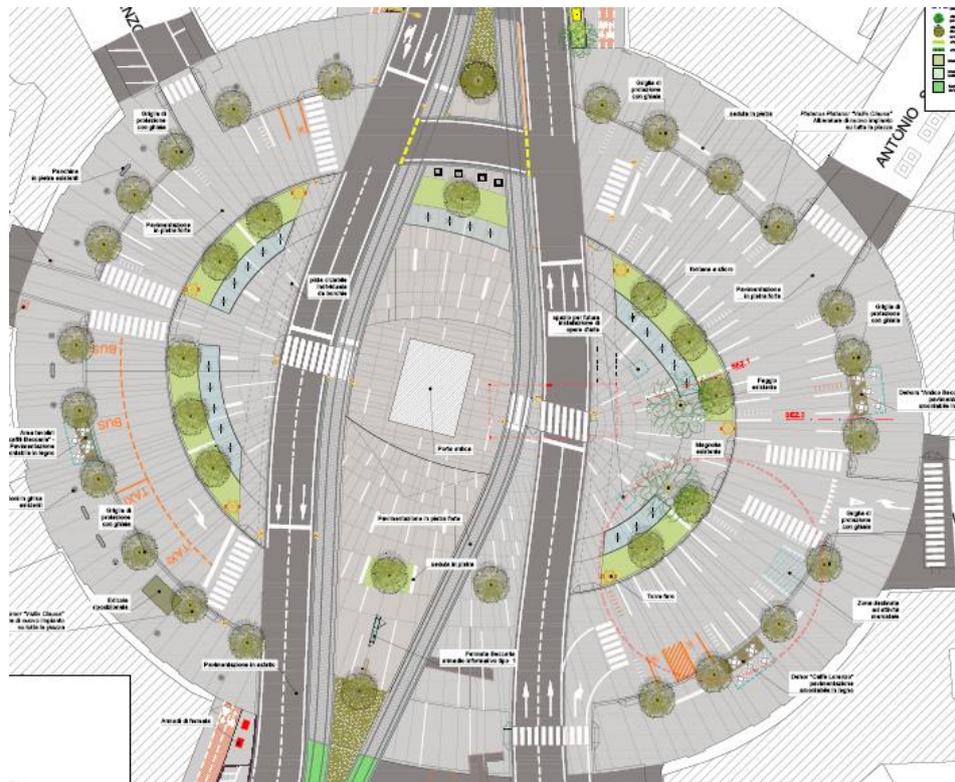
Per tutte le opere connesse alla tramvia, deposito incluso, la progettazione si è prefissa l'obiettivo di mirare alla massima qualità architettonica e a minimizzare l'impatto paesaggistico, con grande attenzione ai riferimenti formali e nella scelta dei materiali più adeguati.

5.1 Le Piazze

La nuova infrastruttura tramviaria si inserisce perlopiù in un contesto storico ed architettonico di assoluto pregio, per questo è stato curato con particolare attenzione l'inserimento della stessa sul tracciato viario con un focus particolare in corrispondenza delle due principali piazze attraversate: piazza Beccaria e piazzale Donatello.

5.1.1 Piazza Beccaria

Il progetto di sistemazione della nuova piazza nasce dalla rilettura del progetto del Poggi e dell'evoluzione del luogo dal 1865 ad oggi. L'idea principale è quella di voler nobilitare l'antica Porta la Croce e creare una sorta di grande tappeto sotto di essa, facendola divenire di nuovo fulcro visivo della piazza, focalizzando le vedute sulla porta. L'idea è di trasformare di nuovo in piazza quella che ad oggi è di fatto una rotatoria.



Piazza Beccaria nasce con intenti scenografici di messa al centro del monumento storico

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 65 di 285

con la creazione di quinte divergenti dal centro e dai fulcri delle piazze e dall'asse centrale dei viali, verso la città. Poggi disegna una quinta di edifici per delimitare la piazza.

Il progetto cerca di accentuare la profondità della piazza inserendo una doppia quinta di alberature, già previste nel progetto originario di Giuseppe Poggi.

La piazza è suddivisa in fasce concentriche. La più esterna a ridosso degli edifici si estende per 10 m e comprende i marciapiedi. A distanza di 1.35 m si trova prima la quinta delle alberature. Troviamo poi la fascia dei parcheggi, costituiti da due file con corsia centrale sul lato est della piazza e da una sola fila di parcheggi con la corsia di manovra sul lato ovest, verso il centro storico. Troviamo poi il secondo filare alberato che sussiste su una fascia verde dello spessore di 4 m affiancata verso il centro della piazza da una corona di fontane a raso. La pavimentazione in corrispondenza delle fontane è ribassata di circa 1 cm in modo da contenere un velo d'acqua quando i getti delle fontane sono attivi e mantenere la continuità della pavimentazione della piazza quando sono disattivate. La nuova pavimentazione della piazza è composta di lastre in pietra forte fiorentina alternate da ricorsi in pietra di trani della larghezza di 10 cm. Gli inserti in pietra di trani sono inseriti nel pavimento come elementi direttori che enfatizzano la dinamicità della piazza e la centralità dell'antica porta. Gli elementi in pietra forte hanno dimensione variabile come la pavimentazione delle antiche piazze e delle vie lastricate del centro storico. La trama, seppur casuale, è generata da ellissi che nascono dal centro e si espandono verso l'esterno; nell'altro senso le direttrici sono costituite da vettori che dall'esterno convergono sull'antica porta la Croce.

Su questo tappeto di fondo vengono tracciati i percorsi, utilizzando finiture diverse in funzione del diverso tipo di percorso:

- asfalto per la sede stradale, che il progetto allontana dalla porta rispetto allo stato attuale, per migliorarne la fruizione pedonale e tutelare il monumento;
- la pavimentazione in pietra forte fiorentina per la sede tramviaria;

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 66 di 285



A seguito della prima conferenza dei servizi furono fatte le seguenti modifiche:

- inserimento del doppio filare alberato a segnalare il limite fra l'area pedonale interna ed esterna e l'area carrabile dotata di parcheggi: la versione precedente ne prevedeva uno solo;
- Il torna indietro che da Piazza Beccaria permette l'inversione per immettersi in viale Giovane Italia cioè la porzione carrabile compresa tra le due sedi tramviarie, è pavimentata con un manto in asfalto invece che in pietra.
- L'esemplare di magnolia ed il faggio presenti sul lato di via Gioberti sono stati mantenuti in sede e protetti alla base con una griglia in ghisa.

La pista ciclabile sul lato Borgo la Croce verrà realizzata in aderenza alla strada ad una distanza di 50 cm dalla carreggiata, in modo da permettere la sosta dei pedoni in attesa dell'attraversamento. La pista ciclabile ricavata nella pavimentazione in pietra della piazza è segnalata a terra con delle borchie in metallo.

A seguito delle osservazioni della cittadinanza e della seconda conferenza dei servizi il progetto è stato rivisto e integrato. Il progetto della Piazza qui rappresentato è stato sviluppato attraverso una serie di incontri preliminari con il Comune e la Soprintendenza (SABAP) di Firenze.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 67 di 285

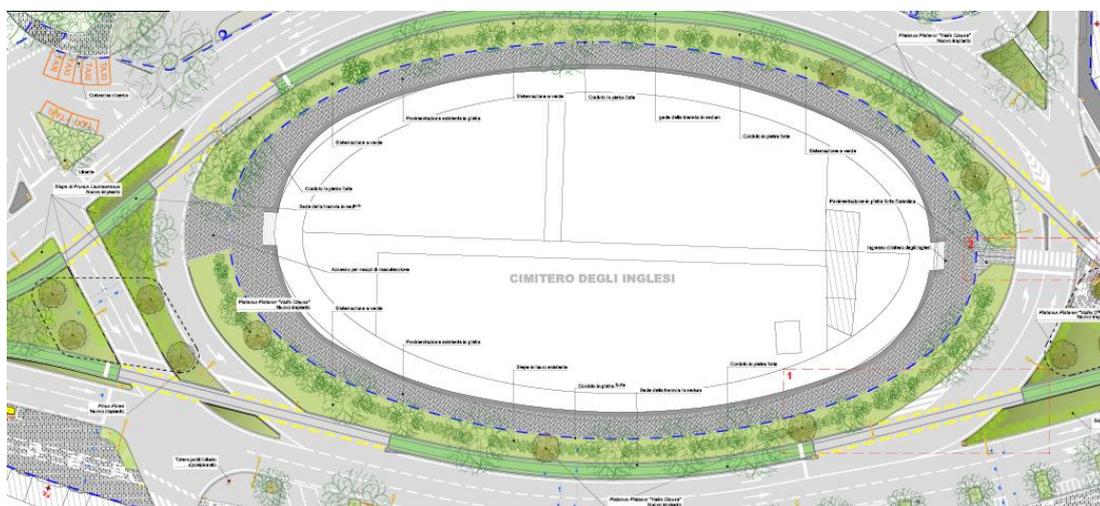
Rispetto alla versione precedente:

- sono state incrementate le aree verdi, prima assenti,
- sono stati inseriti delle specchiature d'acqua in modo da ridurre l'effetto isola di calore nel periodo estivo,
- è stata rimossa la pensilina in corrispondenza della fermata così come fatto su tutto il tracciato dei Viali.

Oltre al mantenimento dei lampioni in ghisa già presenti sul lato del centro storico, l'illuminazione della piazza sarà costituita da sei torri faro (tre sul lato centro e tre sul lato di via Gioberti) una in più rispetto alle cinque torri faro attualmente presenti, che garantiranno l'illuminazione necessaria. Sarà inoltre mantenuta l'illuminazione scenografica di Porta la Croce, riposizionando gli attuali proiettori sulle nuove torri faro.

5.1.2 Piazzale Donatello

L'intervento su piazzale Donatello nasce dall'intento di armonizzare il più possibile l'intervento e dare un'unitarietà al cimitero degli inglesi. Per fare questo è stata creata un'ellisse verde concentrica al cimitero, intorno all'ellisse costituita dalla pavimentazione esistente in pietra posta a ridosso del muro perimetrale del cimitero degli inglesi.



Nell'anello verde verranno messe a dimora nuove piante, in modo da dare completamento al filare esistente. Verde sarà anche la sede tramviaria nell'intero tratto del piazzale, che comprende l'anello centrale e le due aiuole di raccordo con il viale, ad esclusione dei soli tratti promiscui in asfalto posti in corrispondenza degli attraversamenti della sede stradale.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 68 di 285

Verrà inoltre ridisegnato l'attraversamento del viale Gramsci nel punto di raccordo con il Piazzale Donatello, in modo da avere un percorso pedonale che attraversa il viale e che porta anche all'ingresso monumentale del cimitero. Il materiale utilizzato per la pavimentazione del percorso è il porfido, dello stesso tipo utilizzato per pavimentare la sede tramviaria lungo i viali fino ai Lungarni e Piazza della Libertà.

5.2 Le Pensiline

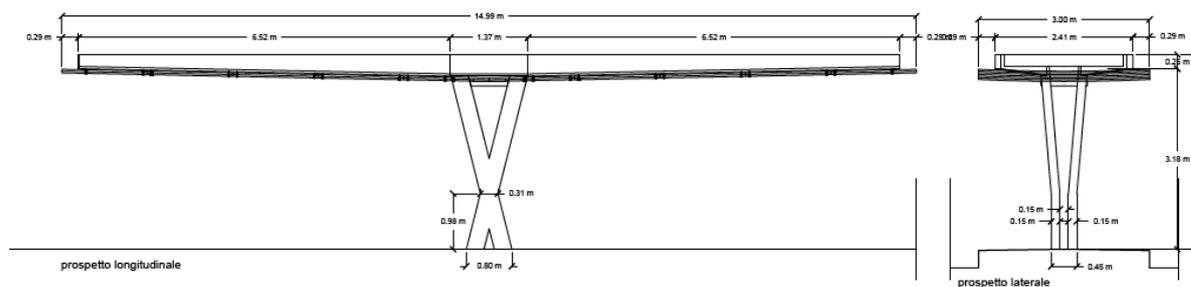
Le pensiline sono state progettate di 3 tipi diversi, in funzione della posizione rispetto ad i binari: a banchina centrale, a banchina laterale e specificatamente per il capolinea di Bagno a Ripoli.

La pensilina ha come riferimenti formali l'architettura razionalista fiorentina legata ai trasporti meccanizzati, come la stazione di Santa Maria Novella di Michelucci. L'idea di leggerezza, trasparenza, l'intreccio di strutture futuriste, l'idea di vettore e di tensione legata al movimento, le rotaie, le grandi stazioni di inizio secolo. L'altro tema di riferimento è l'architettura arborea e rarefatta della grande serra vetrata del Tepidarium di Giacomo Roster, nel giardino dell'orticoltura di Firenze, del 1880, che rimanda direttamente alla cultura orticola e botanica fiorentina, dei nuovi viali di circonvallazione della Firenze capitale d'Italia, dell'architetto Giuseppe Poggi e del suo collaboratore per la parte agronomica Attilio Pucci.

La forma dei quattro montanti centrali ricorda quella di un albero, la pensilina a sbalzo in ferro e vetro rimanda al tema dei binari e degli scambi ferroviari.



N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 69 di 285



A terra la banchina è composta da un tappeto monomaterico in pietra forte. La pietra forte riveste anche la seduta e la parte basamentale del pannello informativo e polifunzionale. Tale elemento integra una serie di servizi e funzioni (obliteratrice, mappa di orientamento, cestino dell'immondizia, identificativo della fermata, display luminoso con informazioni, orologio). La parte centrale del pannello può essere utilizzata come seduta. Oltre l'altezza della panchina (45 cm) il pannello informativo è costituito da pannelli in vetro opalino, come in copertura. La finitura dei montanti verticali è in acciaio cromato opaco, mentre le armadiature che contengono gli apparati elettronici della fermata sono rivestiti dello stesso vetro opalino per uniformarsi al resto.

Le pensiline sono posizionate in corrispondenza della fermata e consentono in caso di pioggia di riparare gli utenti della tramvia e limitare ai pochi secondi della salita e della discesa (20") l'esposizione alle intemperie.

Per quanto riguarda la manutenzione e la durabilità la pensilina è stata progettata per garantire elevate prestazioni in fase di esercizio. L'inclinazione della falda dovrebbe assicurare l'autopulibilità degli elementi.

La traslucenza degli elementi vetrati schermanà i raggi del sole nelle stagioni più calde, pur permettendo la luminosità nei periodi con meno luce naturale. Le pensiline inoltre si posizionano al di sotto delle alberature che nelle stagioni più calde offrono di per se un riparo dall'irraggiamento solare diretto. Nella stagione invernale, quando l'apparato fogliare è assente, il sole è più basso e le temperature sono più rigide, il vetro opalino garantirà il giusto irraggiamento solare permettendo agli utenti di godere dei benefici del sole invernale, quando non schermato dagli edifici intorno.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 70 di 285

5.3 Il Ponte G. Da Verrazzano

La previsione di tracciato, che comprende il passaggio sul ponte Giovanni da Verrazzano ed il doppio binario su tutta la direttrice via Bracciolini, viale Giannotti, rende necessario un ripensamento della viabilità verso il centro città.

Sul ponte da Verrazzano il PD prevede solo una corsia per senso di marcia, mentre la presenza della strettoia in viale Giannotti porta lo stesso ad avere una sola corsia carrabile verso Bagno a Ripoli. Per questo si è reso necessario un completo ripensamento della viabilità verso il centro città con la realizzazione di un nuovo ponte carrabile veicolare, previsto a prolungamento dell'asse individuato da via Lapo da Castiglionchio, che permetterà il collegamento con Lungarno Colombo, Lungarno Aldo Moro, in asse con via Minghetti..

5.3.1.1 Necessità e approfondimenti

L'analisi di dettaglio del Progetto Definitivo e delle informazioni raccolte prima dell'avvio della progettazione ha evidenziato la necessità di fare alcuni approfondimenti prima di iniziare l'attività che la norma prevede per il Progetto Esecutivo ossia: la definizione dei dettagli costruttivi delle opere già individuate compiutamente nel Progetto Definitivo.

Qui di seguito descriviamo sinteticamente quanto osservato.

1. Il Progetto Definitivo prevede la sostituzione degli appoggi lineari attualmente in opera con più moderni appoggi in acciaio-teflon. La scelta pone problemi tecnici e di ottemperanza alle Normative vigenti oggi. In particolare, la variazione dello schema vincolare cambia la "risposta" della campata in termini strutturali che, così vincolata, trasferisce sollecitazioni diverse alle restanti strutture.
2. Le ricerche d'archivio hanno anche portato a verificare che non sono disponibili gli elaborati di dettaglio dell'opera così come è costruita, ma solo alcuni frammenti del progetto del 1969. Rimane, quindi, incertezza riguardo il peso proprio della struttura, a maggior ragione se pensiamo che le indagini visive pregresse hanno verificato che non esiste precisa corrispondenza tra gli elaborati del progetto e l'opera effettivamente eseguita.
3. Le schede di ispezione effettuate solo su base visiva allegate al Progetto Definitivo riportano conclusioni sulla sicurezza che, in ambito metodologico, non sono contemplate in normativa. Le foto e le ispezioni visive denotano fenomeni di pitting sulle superfici metalliche della soletta, mentre gli appoggi sembrano interessati da fenomeni di ossidazione dovuti ad agenti atmosferici. Per questi ultimi appare urgente e necessario

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 71 di 285

–in ragione della vetustà dell’opera - valutare se siano giunti a fine corsa causando l’adagiarsi orizzontale della campata metallica sulla campata in c.a.p.

4. Per la sostituzione degli appoggi occorre eseguire il sollevamento della campata metallica. Si tratta di una operazione non prevista nel Progetto Definitivo né negli elaborati tecnici né in quelli economici. In particolare, la sostituzione dei suddetti appoggi lineari richiede che venga realizzato un pacchetto (spessore) adeguato a colmare la differenza di altezza tra vecchi e nuovi apparecchi. Sarà quindi necessario eseguire lavorazioni per le quali è richiesta una altezza libera adeguata minima di circa 1,5m che è possibile ottenere solamente attraverso un sistema di sollevamento complesso. La conseguente concentrazione degli sforzi richiede connessioni più profonde nella seggiola gerber ospitante a cui consegue la necessità di maggiori informazioni sullo stato dell’opera, necessarie anche per le verifiche delle operazioni di sollevamento.
5. Dalla documentazione del Progetto Definitivo emerge che le valutazioni preliminari di livello 3 riguardo la sicurezza della struttura, portano ad una classe di attenzione Medio – Alta, per la quale lo stesso progettista del Progetto Definitivo, in base alla norma, prescrive un monitoraggio semestrale i cui risultati non sono ancora noti.
6. Allo stato attuale sono accessibili le valutazioni Preliminari di Sicurezza eseguite con il Progetto Definitivo riguardanti la sola sezione di mezzeria della campata metallica.
7. In questi casi la norma vigente richiede una Valutazione del grado di sicurezza dell’opera esistente di Livello 4 (Valutazione Accurata), che prevede l’esecuzione di indagini strumentali approfondite e conseguenti valutazioni di calcolo strutturale, che richiedono tempistiche elevate.

Il Ponte da Verrazzano

è un’opera esistente che, per sua stessa natura tipologica, presenta numerosi nodi critici in riguardo la durabilità degli elementi strutturali nel tempo. Si segnala la necessità di effettuare ulteriori approfondimenti finalizzati all’integrazione delle informazioni contenute nel Progetto Definitivo al fine di ampliare il quadro conoscitivo disponibile coerentemente alle richieste delle norme ora vigenti. Alle indagini dovrà poi seguire la Valutazione Preliminare della Sicurezza che tenga conto sia delle carenze eventualmente individuate durante il rilievo di dettaglio che del comportamento strutturale.

Gli approfondimenti, descritti sinteticamente qui sopra, rappresentano una condizione necessaria per poter eseguire le verifiche integrative finalizzate alla conferma delle

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 72 di 285

conclusioni del Progetto Definitivo. Solo a valle di dette verifiche potrà essere sviluppato il Progetto Esecutivo conformemente alla normativa oggi vigente

5.4 Il Ponte di Bellariva – (nuovo ponte sull’Arno)

Il nuovo Ponte sul Fiume Arno, nel centro abitato della città di Firenze, si pone a servizio della nuova Linea 3 della rete tramviaria cittadina pur non ospitando i binari del nuovo collegamento tra il centro storico e Bagno a Ripoli.

Nella sua concezione, infatti, il progetto tramviario ha voluto trasferirvi il traffico stradale attualmente servito dal Ponte G. da Verrazzano al fine di consentire a quest’ultimo di ospitare la nuova sede.



Il nuovo ponte sull’Arno, così come definito nel progetto definitivo, sarà di tipo stradale, assimilato ad una strada urbana (simile alla Cat E) con (1+2 corsie) con percorsi ciclopedonali ai lati e collegherà la riva Nord del fiume fra Lungarno Colombo e Lungarno Aldo Moro con la riva sud di Via Villamagna, congiungendo Via Marco Minghetti con Via Lapo da Castiglionchio e Piazza Gualfredotto da Milano.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 73 di 285

Il nuovo ponte è caratterizzato da un impalcato in sistema misto acciaio calcestruzzo, continuo su due campate di luci rispettivamente 85+79 m, per uno sviluppo complessivo, di 164 m.

La progettazione del nuovo ponte, nella configurazione individuata nel progetto Definitivo, è stata fortemente influenzata da una serie di vincoli e input progettuali quali il tracciato piano altimetrico dell'asse stradale, il franco richiesto da normativa rispetto alla quota di piena duecentennale, la possibile interferenza con la condotta dell'acquedotto, oltre che naturalmente ridurre al minimo il numero delle pile in alveo. Si tratta di vincoli di contesto che sono stati altrettanto rispettati nell'ambito del presente PE.

Il nuovo asse stradale, caratterizzato da un tracciato rettilineo di circa 340m, si prefigge di essere una continuazione lineare tra la Via Marco Minghetti con Piazza Gualfredotto da Milano, intersecando l'asse fluviale secondo un angolo di circa 66°. Il punto di innesto del nuovo asse con il Lungarno Colombo cade in prossimità del manufatto relativo alla camera di accesso al tunnel di attraversamento dell'acquedotto. Tale manufatto sarà inglobato all'interno del futuro svincolo previsto come un incrocio semaforico a T.

Sia la riva Nord del fiume (Lungarno Colombo e Lungarno Aldo Moro) che la riva sud (Via Villamagna, sono caratterizzate da una quota altimetrica inferiore alla quota di piena duecentennale del fiume Arno. (sez. di riferimento n°609). Il profilo altimetrico del nuovo tracciato scavalca l'alveo mediante due livellette con pendenza pari al 7% ed al 6 % con un raccordo verticale di 650m.

L'utilizzo di due livellette con elevata pendenza, comunque inferiore ai limiti di normativa, permette di avere un vertice altimetrico, e quindi un franco sulla piena duecentennale, compatibile con le esigenze strutturali del nuovo ponte. Nel pieno rispetto di quanto previsto in PD il nuovo ponte è caratterizzato infatti da uno spessore variabile, che va da un minimo pari a 1.50 m, in corrispondenza della sezione di collegamento fra lo sbalzo della spalla A (lato Nord), per motivi di compatibilità con il franco richiesto sulla piena duecentennale, ed uno spessore massimo di 4.60 m in corrispondenza della pila P1.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 74 di 285

5.4.1.1 Vincoli ed esigenze derivanti dal progetto definitivo

Il Progetto Esecutivo (PE) “ingegnerizza” le scelte progettuali del Progetto Definitivo (PD), e ne approfondisce gli aspetti di cantiere ed installazione in opera anche alla luce delle ulteriori indagini conoscitive effettuate sia in ambito geologico/geotecnico che sui sottoservizi,

Durante lo sviluppo del PE sono stati condotti i seguenti approfondimenti:

- ulteriori indagini conoscitive effettuate in ambito geologico/geotecnico come prescritto nel PD;
- indagini sui sottoservizi presenti nelle aree oggetto di intervento;
- individuazione della cantierizzazione esecutiva e della fasistica di realizzazione;
- miglioramento degli aspetti manutentivi.

il tutto con l’obiettivo di garantire tempi di esecuzione in linea con quanto previsto nel cronoprogramma essendo quest’opera sul percorso critico di progetto.

Le parti d’opera coinvolte sono le seguenti:

- Impalcato strutturale;
- Spalla A;
- Spalla B;
- Pila in alveo;
- Carter di rivestimento impalcato
- Fasi cantierizzazione

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 75 di 285

5.4.1.2 Il Progetto Esecutivo del Ponte

Fermo restando il pieno rispetto della forma architettonica dell'opera definita nell'ambito del PD ed approvata in ambito Paesaggistico, la disamina tecnica pensata in un'ottica di riduzione delle tempistiche di messa in opera dell'impalcato, ha portato a proporre la semplificazione del graticcio portando lo stesso da una configurazione da 3 travi principali e 2 di spina a 4 travi uguali.

La struttura principale dell'impalcato, il graticcio, è stata quindi "sezionata" in due componenti trasversali, realizzando due coppie di travi tra loro connesse con traversi ad anima piena e tre longitudinali, in modo da calibrare i pesi da sollevare sia in funzione delle luci da superare che delle capacità delle gru di sollevamento da impiegare.

Le attività di assiemaggio in opera si limitano, così, alla sola realizzazione dei traversi reticolari di connessione tra le due coppie ed il processo costruttivo ne risulta semplificato e velocizzato. Insieme ad una limitata riprofilatura della livelletta stradale, innalzata per un tratto in modo costante di circa 15 cm, queste modifiche hanno permesso di ottenere anche un conseguente miglioramento delle prestazioni statiche dell'impalcato riducendo la freccia in mezzera a 15.5 cm, corrispondente ad un rapporto $f/L=1/548$.

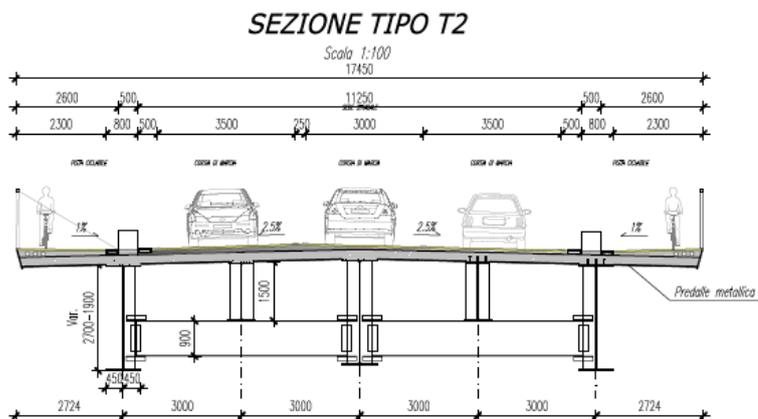
N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 76 di 285

5.4.1.3 Impalcato strutturale

Si propone il passaggio della geometria del graticcio portando lo stesso da una configurazione con 3 travi principali e 2 di spina a quella con 4 travi uguali.

Le predalles sono di tipo metallico in analogia al PD.

A seguito dell'incremento del numero di travi principali aumentano conseguentemente il numero di appoggi che passano da 3 (sulla pila di tipo friction pendolum e sulla spalla B, due del tipo friction pendolum e due di tipo unidirezionale) e da 5 presenti sullo sbalzo pila A (di tipo multidirezionali) a 4 appoggi su spalle e pila, tutti di tipo friction pendolum



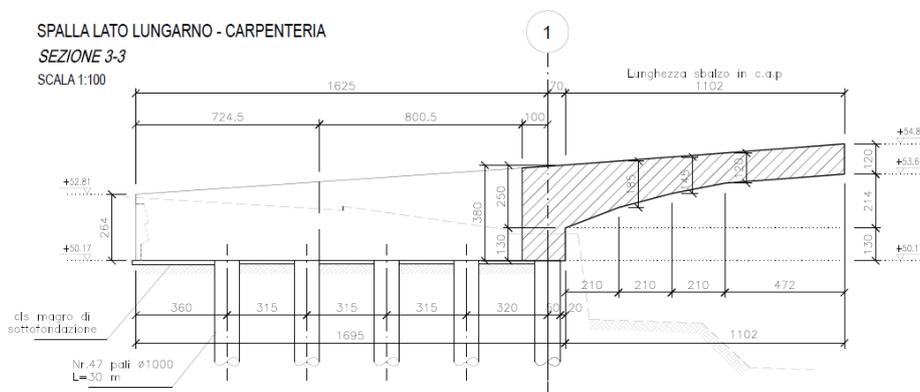
Sezione TIPO PD



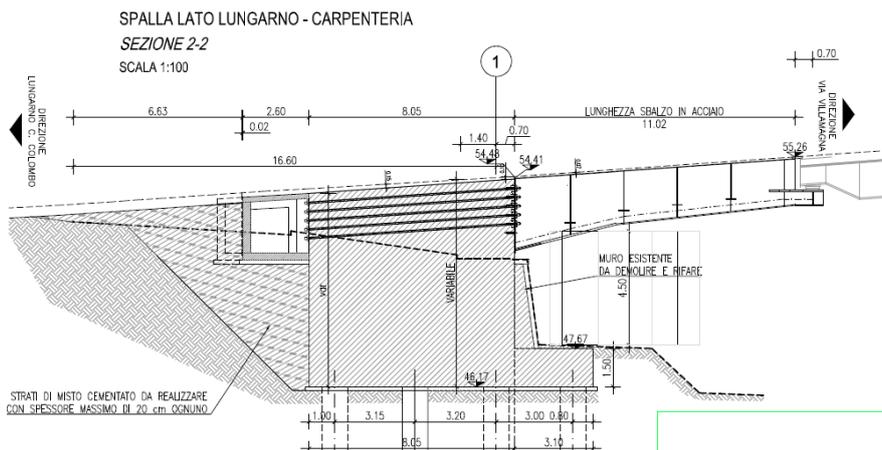
Sezione TIPO PE

5.4.1.4 Spalla A

Le modifiche sulla Spalla A sono relative alla sostituzione dello sbalzo in cls con una equivalente struttura ma in acciaio. Tali scelte sono state dettate anche dagli approfondimenti effettuati a seguito del rilievo eseguito tramite laser scanner all'interno del manufatto idraulico interferente con la spalla, che ha mostrato la presenza di due tubi dell'acquedotto controtubati in una galleria del diametro di 3.50 m, che ha vincolato la geometria delle fondazioni. Gli sbalzi metallici sono stati allineati agli apparecchi di appoggio e le strutture trasversali assolvono il compito di ripartitori dei carichi tra le travi che sono in numero maggiore rispetto al numero degli appoggi. La seggiola metallica è quindi parte integrante della struttura portante e presenta un'altezza che consente l'installazione dei traversi della campata sull'allineamento degli appoggi. Gli isolatori friction pendulum sono analoghi a quelli previsti sia sulla pila che sulla spalla B e passano da n.3 a n. 4.

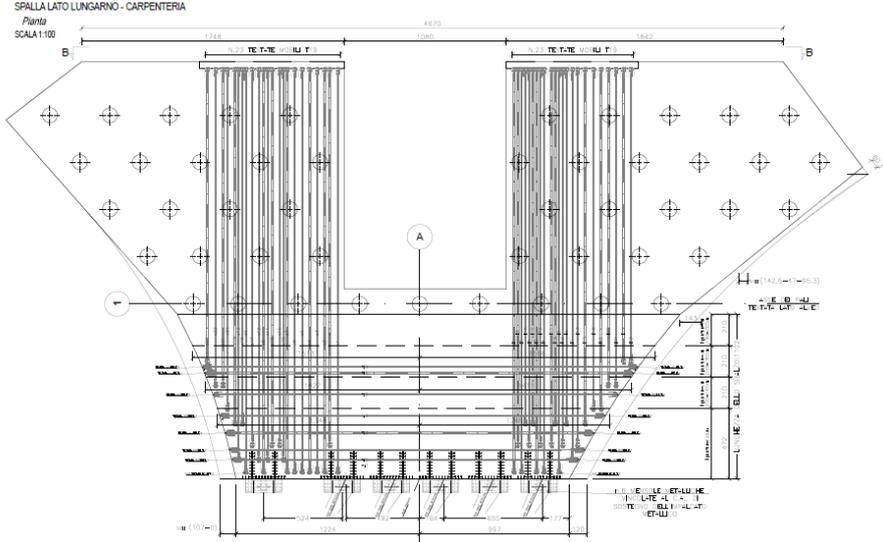


Sezione TIPO PD

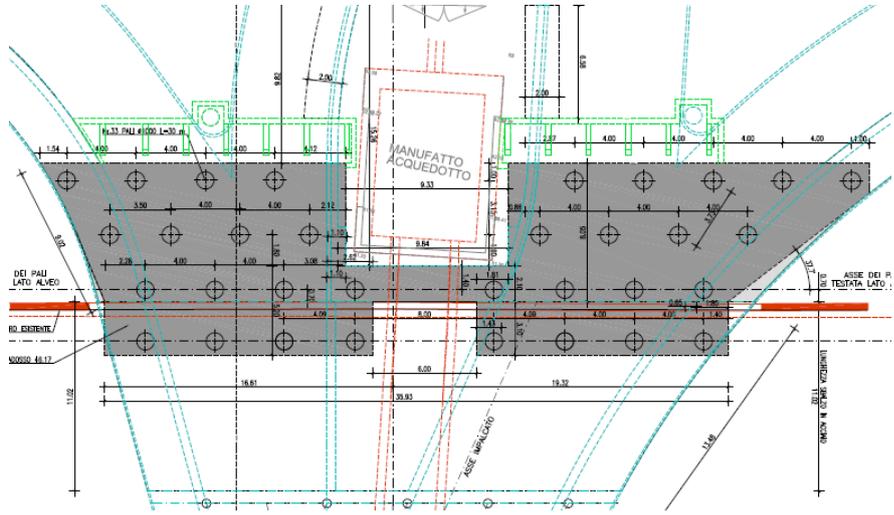


Sezione TIPO PE

L'ancoraggio delle 11 nervature a sbalzo viene affidato a 26 barre Dywidag che trasmettono la flessione delle mensole al corpo massiccio della Spalla A e al setto presente in corrispondenza del manufatto idraulico. Il setto, che si incrementa di spessore passando da 1.70 m a 2.10 m, trasmette la flessione ricevuta dalle mensole metalliche e la componente eccentrica del taglio, come torsione al corpo spalla che trova reazione direttamente nella palificata in funzione della rigidità assiale di quest'ultima.



Pianta Spalla A PD



Pianta Spalla A PE

Le fondazioni vengono geometricamente compattate con la conseguente rimodulazione delle lunghezze dei pali che passa da n. 47 $L = 30\text{m}$ del PD alla configurazione del PE in cui sono presenti n. 33 pali di tipo CFA, $L = 37\text{m}$.

5.4.1.5 Spalla B

In relazione alle modifiche introdotte per l'incremento delle travi dell'impalcato, la Spalla B prevede affinamenti relativi al solo schema vincolare con l'introduzione di quattro apparecchi isolatori e con un leggero incremento della lunghezza dei pali di fondazione che passano da 18 m a 20 m di lunghezza, mantenendo invariate la geometria della stessa e il numero (n.28).

5.4.1.6 Pila in Alveo

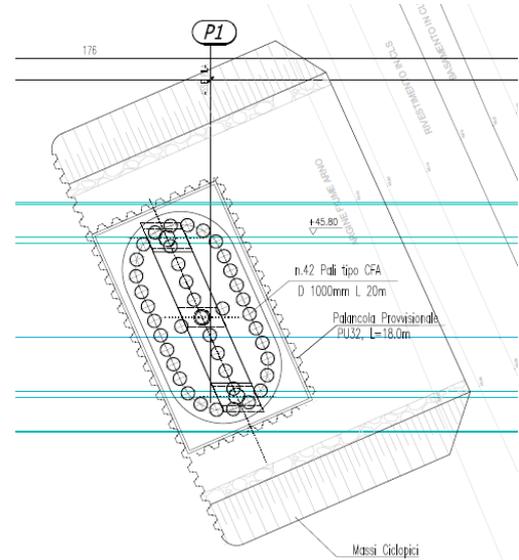
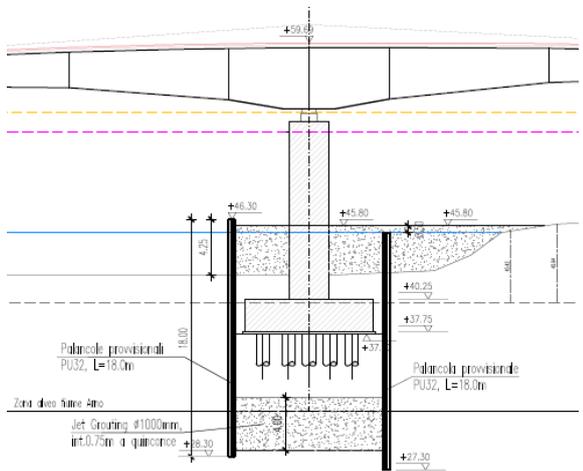
L'approfondimento delle conoscenze sul terreno di fondazione, avvenuto attraverso l'esecuzione di due ulteriori sondaggi nelle zone più limitrofe all'opera, ha permesso di reperire maggiore confidenza sull'effettiva natura del suolo e dei livelli e tipologia di falda. In aggiunta agli ulteriori approfondimenti idraulici effettuati sui livelli idrici del fiume Arno e alla possibilità di ottimizzare i tempi esecutivi, motiva in sintesi la proposta di eseguire una fondazione a pozzo su terreno consolidato in alternativa alla fondazione su pali con tappo di fondo in jet-grouting prevista nel PD.

In PE vengono quindi ricalibrate le lunghezze di infissione delle opere di presidio provvisori prevedendo palancole tipo PU28 di lunghezza $L = 12\text{m}$ in sostituzione di quelle PU32 $L = 18$.

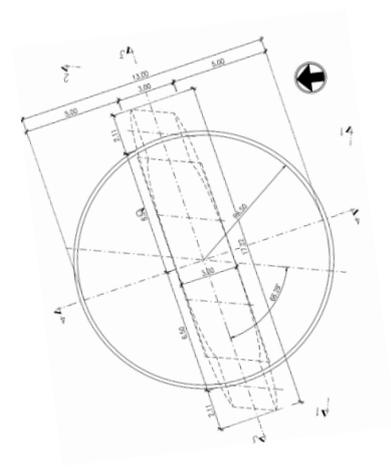
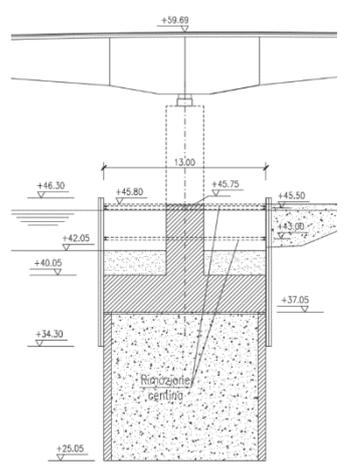
Perimetralmente viene eseguita una coronella di pali CFA $L = 21.75\text{m}$ non armati funzionali sia al mantenimento in asciutta dello scavo che come protezione nei confronti dei fenomeni di scalzamento della fondazione in quanto confinano il jet-grouting da eventuali erosioni dovute a circolazioni sotterranee.

All'interno della coronella si prevedono colonne di jet-grouting $L = 13\text{m}$ con maglia $0.5 \times 0.5\text{m}$ in modo da consolidare il terreno al di sotto del plinto di fondazione su cui lo stesso poggerà come fondazione diretta. Le quote di intradosso plinto rimangono invariate rispetto alle quote imposte in PD ma viene a modificarsi la forma geometrica che passa da rettangolare a circolare. Con tale soluzione si ha una minore profondità di scalzamento, dovuta alla maggiore superficie di calcestruzzo su cui va ad insistere il moto turbolento della corrente fluida causato dall'ostacolo pila e che comunque va ad interessare con conseguenze marginali il pozzo di fondazione.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 80 di 285

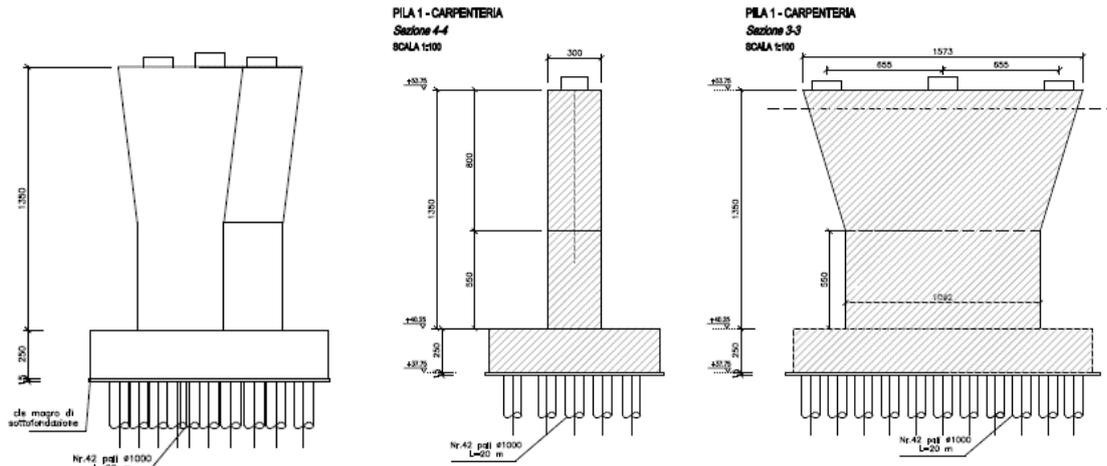


Fondazione Pila PD

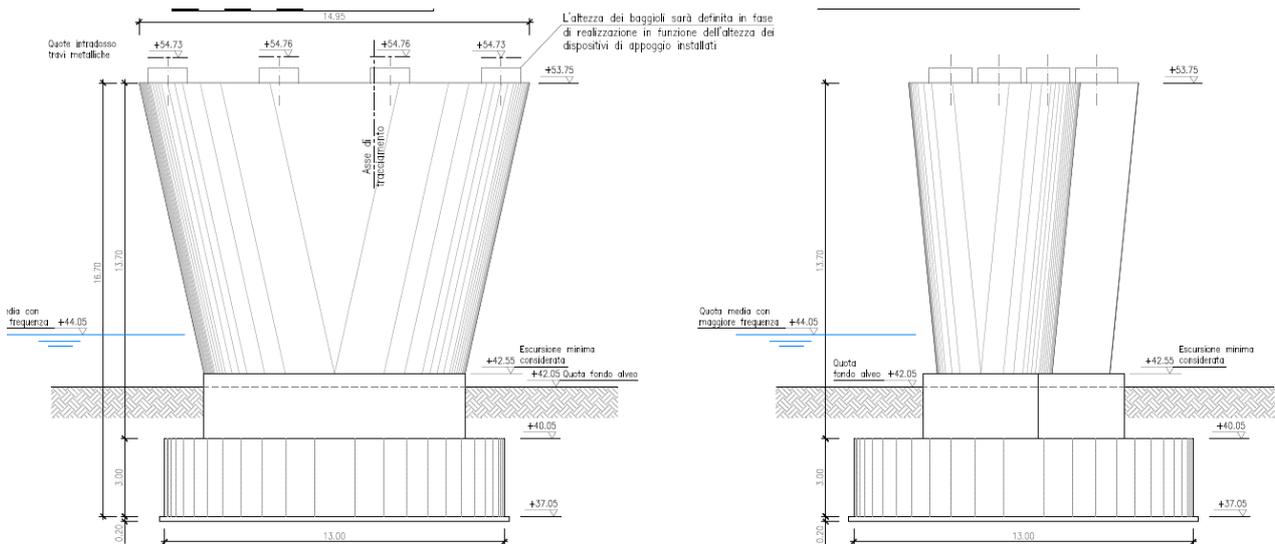


Fondazione Pila PE

L'elevazione della Pila in alveo subisce leggeri ritocchi alla carpenteria, frutto di una più approfondita definizione degli aspetti paesaggistici ed architettonici in coerenza con il carter di rivestimento dell'impalcato metallico e delle maggiori informazioni reperite relativamente ai livelli medi del fiume Arno. Viene pertanto proposta una elevazione con angoli stondati rispetto all'originaria sezione quadrilatera oltre alla ricalibrazione della quota di inizio della sezione variabile del fusto che emergere dal livello medio del fiume.



Elevazione Pila PD



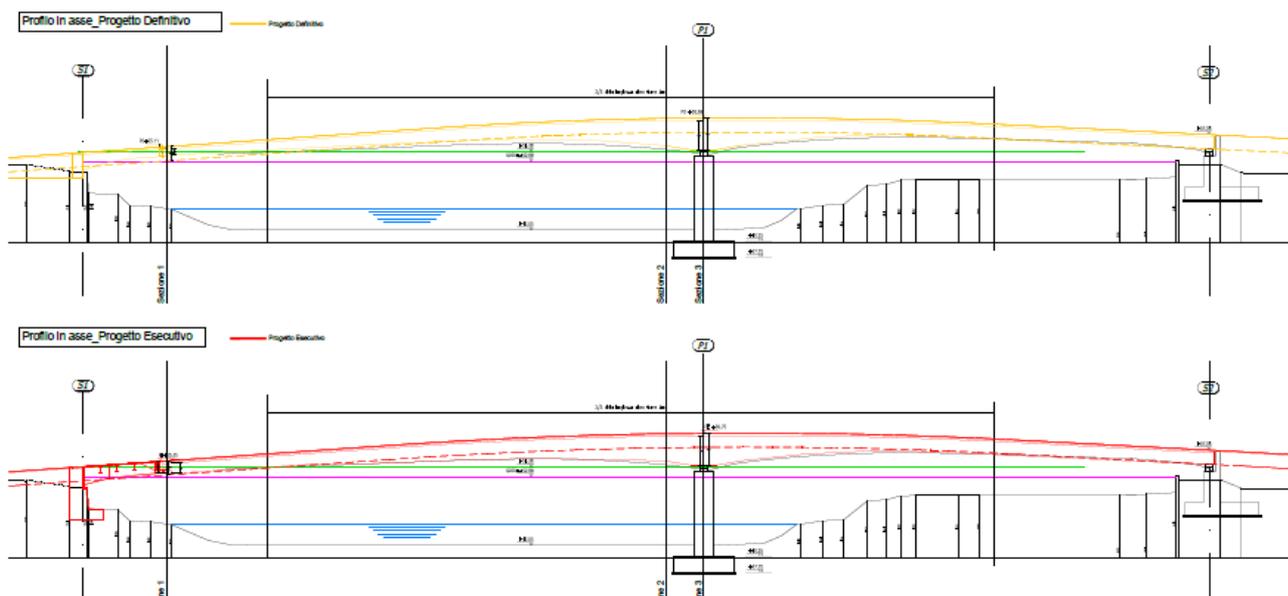
Elevazione Pila PE

5.4.1.7 Carter di rivestimento Impalcato

Da ultimo si evidenzia la modifica relativa all'introduzione di una doppia tipologia di materiale costitutivo il carter di rivestimento dell'impalcato finalizzata, al pari di quanto esposto per le strutture, al miglioramento degli aspetti di tipo temporale e manutentivi garantendo coerenza con le autorizzazioni di inserimento Paesaggistico dell'opera. Pertanto, si prevede che la parte verticale delle velette sia ancora realizzata con pannelli di tipo GFRC come da PD per ricreare la continuità materica tra elevazione della pila e profilo laterale della struttura, mentre le parti oblique e orizzontali sottostanti l'impalcato è prevista l'adozione di pannelli con supporto in alluminio e ricoprimento con materiale composito che rende il pannello, dal punto di vista dell'effetto visivo del tutto simile a quello di GFRC.

L'introduzione del materiale metallico è anche finalizzata ad associare all'impalcato in acciaio, materiali aventi caratteristiche di deformabilità analoghe.

L'andamento del profilo architettonico del ponte resta del tutto analogo a quello già previsto in PD



5.4.1.8 Fasi Cantierizzazione

Le fasi di cantierizzazione vengono previste come di seguito indicato (vedi relazione specifica sulla cantierizzazione):

- Nella **fase 1** nell' area del cantiere Nord si realizzerà la fondazione della spalla Nord, mentre nell'area del cantiere Sud verranno realizzati i pali di fondazione della spalla Sud, e della pila Arno.
- Nella **fase 2** nell' area del cantiere Nord inizierà la realizzazione delle elevazioni della spalla Nord, mentre nell'area del cantiere Sud verranno realizzati le fondazioni e le elevazioni della pila Arno e della spalla Sud. A seguito del completamento delle elevazioni della Pila verranno rimosse le palancole e verrà ripristinato l'alveo del fiume. Nel cantiere Sud in una zona adeguatamente adibita verrà iniziato l'assemblaggio dei conci della trave dell'impalcato
- Nella **fase 3**, nell'area del cantiere Sud, verranno varate le travi impalcato tra la spalla Sud e la Pila Arno. Nelle stesse campate verrà realizzata la soletta. Sempre nell'area Sud verranno assemblati i restanti conci trave dell'impalcato. Nell'area nord verrà realizzata la parte a sbalzo della spalla nord previa realizzazione di palancole di protezione. Al termine della realizzazione delle elevazioni verranno rimosse le palancole e sarà eseguito il ripristinato dell'alveo.
- Nella **fase 4** verrà eseguito il varo delle travi dell'impalcato tra la pila Arno e la Spalla Nord. A seguito dello stesso verranno completate le saldature dei conci trave
- Nella **fase 5** verrà completata la soletta e i muri andatori. Si eseguiranno le finiture impalcato, le sistemazioni urbane finali, il completamento della sistemazione degli argini e delle aree esterne. Verrà svolta graduale rimozione delle aree logistiche di cantiere

In particolare, per le attività di cantierizzazione (stoccaggio materiali, apprestamenti di cantiere, piazzali di assemblaggio, ecc.) è previsto l'allestimento di due piazzole dedicate.

Le piazzole, interferenti con l'alveo del fiume, per la necessità di garantire la sicurezza delle aree di lavoro in caso di eventi di piena del fiume Arno, sono state progettate a quote compatibili con quelle previste in caso di piene con Tr pari a 30 anni (come previsto dalla normativa). Le opere di sostegno di questi terrapieni sono costituite da palancole e combined-wall dimensionate sia a sostenere le spinte dei rilevati costituenti le piazzole che i carichi collegati alle attività di cantiere.

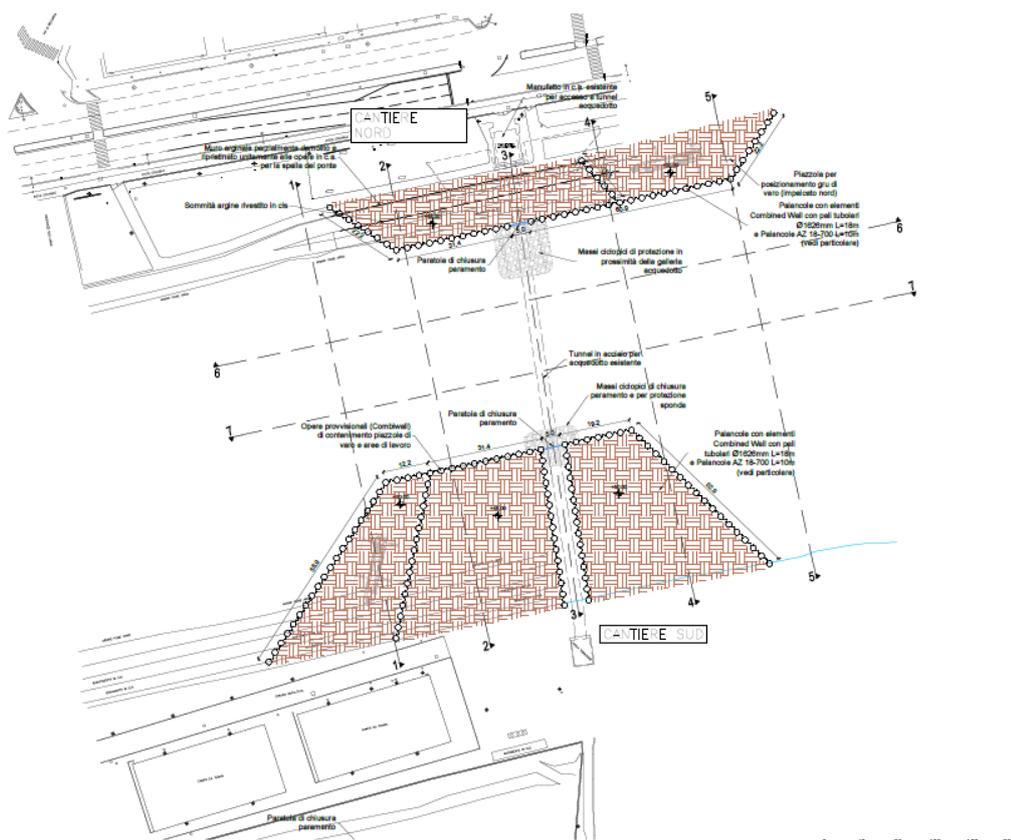
N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 84 di 285

La geometria delle piazzole è conseguente alla presenza dell'interferenza con il tunnel dell'acquedotto che attraversa il fiume in corrispondenza delle zone soggette a intervento

Lo studio della messa in opera della struttura metallica prevede le seguenti sequenze operative:

- ❖ nel cantiere sud, sarà posizionato, il primo concio tra la spalla B e un sostegno provvisorio intermedio posto tra la suddetta spalla e la pila P1; successivamente sarà varato un secondo concio che si poggerà sull' appoggio intermedio e la pila 1 (già realizzata); questo secondo concio poggerà a sbalzo sulla pila in modo tale che il varo del terzo concio possa avvenire con una gru posizionata sul piazzale sud e una su quello nord (lato spalla A)

Per poter eseguire queste attività è necessario prevedere un piano di lavoro complanare con le aree di assemblaggio delle carpenterie metalliche, che consenta il transito dei carrelloni per la movimentazione dei conci a terra oltreché il posizionamento delle tre gru (due a sud e una a nord) in posizione il più avanzato possibile rispetto all'alveo del fiume per ridurre i tiri di e gli sbracci delle stesse.



Planimetria piazzole PE

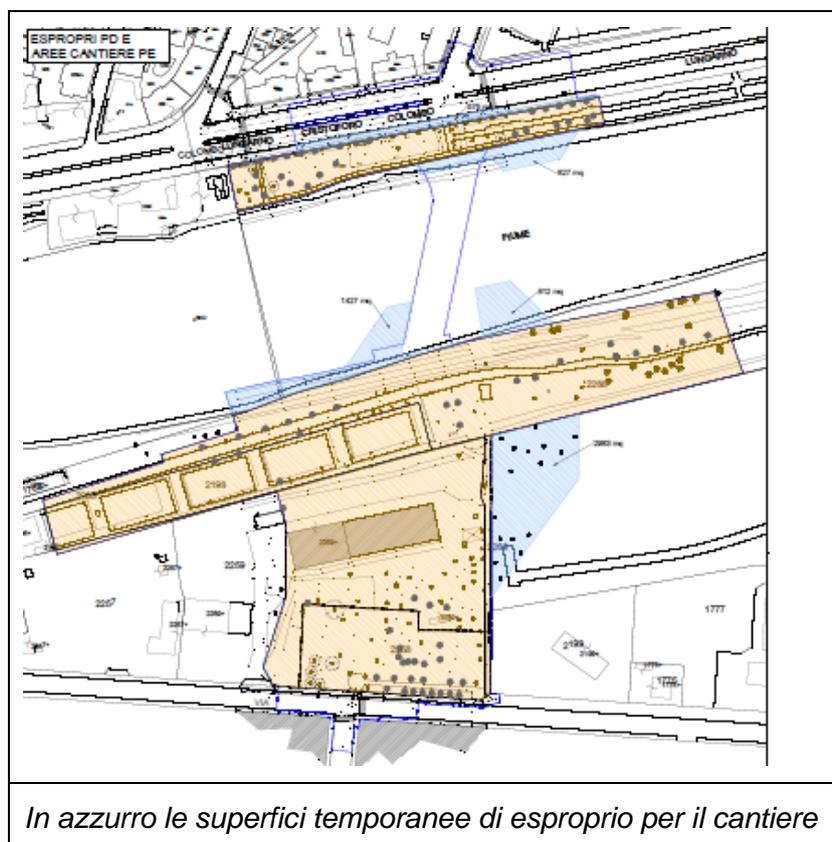


Sezione piazzole PE

5.4.1.9 Aree interessate dalle fasi di cantiere –

La realizzazione del ponte e soprattutto le fasi di varo come descritte nel paragrafo precedente, al pari di quanto previsto in PD, necessitano di aree operative che dovranno essere occupate temporaneamente dalle attrezzature di varo e dai mezzi operativi di cantiere.

Le aree da occupare temporaneamente per l'esecuzione dei lavori sono quelle in azzurro riportate nella seguente immagine.



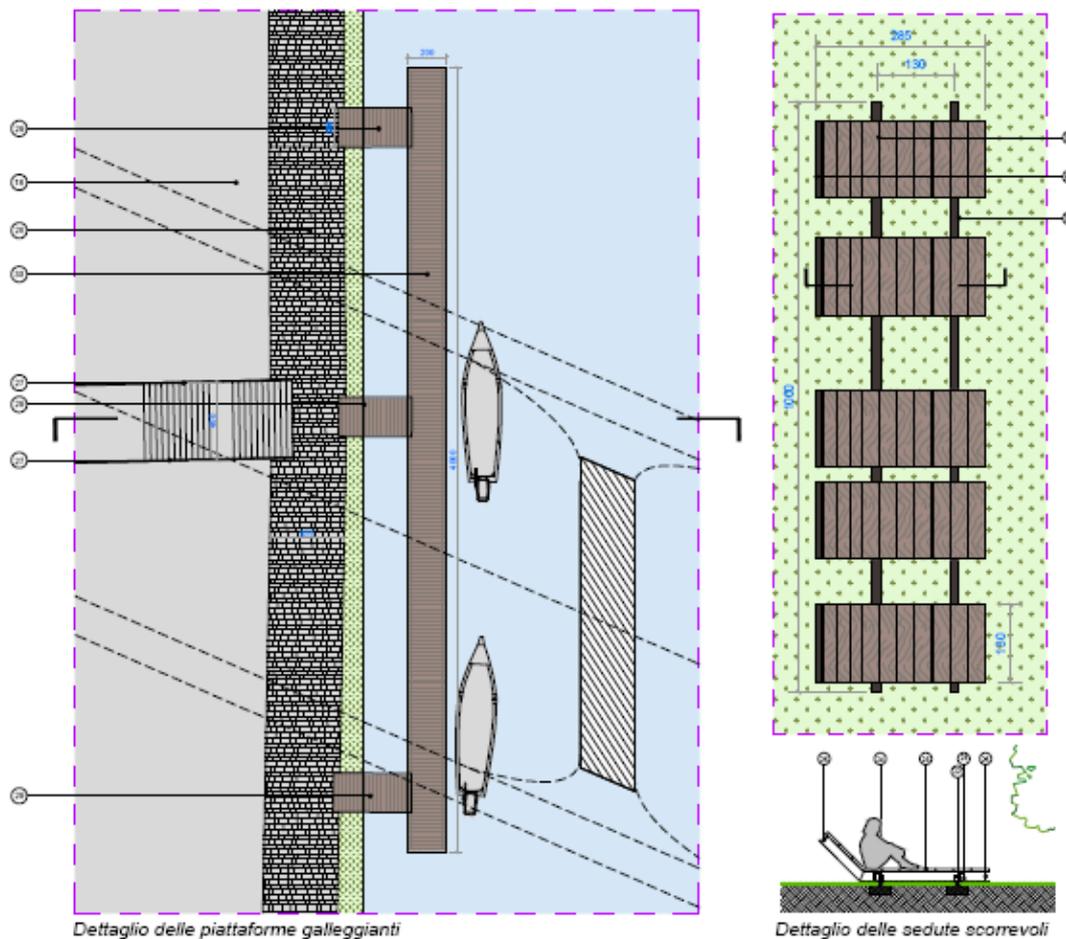
Le aree ricadenti all'interno dell'alveo sono di proprietà demaniale e in gran parte risultavano interessate anche nelle ipotesi di PD. Inoltre, la presenza dell'interferenza con il controtubo dell'acquedotto e gli approfondimenti relativi alla cantierizzazione determinano la necessità di acquisire temporaneamente aree aggiuntive per il cantiere a sud rispetto a quanto previsto nel PD.

L'area del cantiere sud ricade su una proprietà comunale (la n° 2260 del Comune di Firenze) e sarà interessata – temporaneamente - per una superficie aggiuntiva di 2983mq.

5.4.2 Il nuovo parco

In corrispondenza degli appoggi del nuovo ponte vengono a modificarsi gli argini esistenti. Sul lato Nord (Bellariva) è previsto lo spostamento dell'area cani e l'interruzione di percorsi pedonali sull'argine del fiume, fra l'hotel Ville sull'Arno ed il Tuscan Hall (area ex teatro-tenda). Il percorso ciclo-pedonale lungo strada sarà invece garantito da un attraversamento semaforizzato. Sono inoltre previste nuove sedute ed aree picnic nelle aree verdi ai lati del ponte.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 87 di 285



Sul

lato sud (Albereta) le modifiche al parco sono costituite seguenti interventi:

- Spostamento di un campo da tennis dall'area di innesto del nuovo ponte all'area del vecchio bocciodromo;
- Creazione di un nuovo skate-park al posto del vecchio campo da tennis. Nella versione precedente del progetto era stato ipotizzato il posizionamento del bocciodromo al di sotto della seconda campata ma per motivi di sicurezza idraulica tale ipotesi è stata scartata;
- Ripavimentazione del viale interno al parco con sostituzione del vecchio manto in asfalto con un nuovo manto in cemento architettonico pigmentato color terra.
- Spostamento del percorso ciclo-pedonale fra via di Villamagna ed il fiume in modo da creare una fascia verde con alberatura continua in modo da schermare la recinzione dell'area di pubblicacqua e mitigarne l'impatto visivo.
- Creazione di un percorso ciclo-pedonale di raccordo fra il nuovo ponte ed il viale interno del parco;

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 88 di 285

- Inserimento di nuovi elementi di arredo urbano (sedute, illuminazione pubblica, aree di sosta – picnic, cestini dell'immondizia). Le sedute sono costituite da lettini in ferro e legno posizionati su binari a ridosso dell'argine.

- Previsione di una nuova banchina di attracco e varo di mezzi fluviali leggeri

Il tratto di percorso pedonale viene ripristinato in terra stabilizzata ed arredato con sedute continue che vengono a crearsi sfruttando la differenza di quota fra il nuovo percorso ed il bordo.

il paramento murario in pietra al di sotto del piede del ponte sul lato destro del fiume sarà ripristinato re sarà riqualficato il percorso pedonale esistente.

5.5 Il deposito di Bagno a Ripoli

Il Nuovo deposito verrà realizzato a Bagno a Ripoli, in un lotto sul lato nord di via Pian di Ripoli, sul confine con Firenze, nei pressi del Cimitero del Pino e del parcheggio scambiatore Europa. L'area d'intervento è costituita da un lotto pianeggiante delimitato a sud da via Pian di Ripoli, ad est dalla via del Cimitero del Pino e nella parte più distante dalla strada principale dal muro perimetrale del cimitero stesso, a nord da un terreno privato di una villetta affacciata sulla via interna di San Lortenzino a Ripaltuzza, ad est da via degli Olmi, che unisce via Pian di Ripoli con l'ingresso dell'omonima Villa Olmi.

L'area fa parte della Pianura pensile (PPE) costituita da suoli con tessiture da medie sabbiose, area di ricarica degli acquiferi, a rischio strutturale di esondazione.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 89 di 285



Percorrendo la strada che da Firenze va a Bagno a Ripoli troviamo l'area d'intervento sulla sinistra. Sullo sfondo, oltre l'Arno, si vedono le colline di Fiesole. il paesaggio è caratterizzato da una breve pianura su cui sono disposte numerose antiche ville, case coloniche e chiese, sparse nella campagna caratterizzata da oliveti, seminativi, colture promiscue, prati, incolti e orti, con e filari di alberi e siepi posti in corrispondenza della viabilità secondaria e della rete di fossati che ricalcano l'antica centuriazione romana della campagna al di fuori di Firenze.

Oltre la carreggiata stradale una bassa siepe cinge la strada sul lato nord, lasciando intravedere il paesaggio sullo sfondo. Sul lato destro della strada oltre una fascia di vegetazione troviamo un'area fortemente urbanizzata di recente formazione con edifici lineari a 3-4 piani inseriti in lotti caratterizzati da una buona presenza di verde (prati e pinete con alcune attrezzature pubbliche). Oltre il primo lotto si trova il quartiere di Sorgane, realizzato nel 1962 su progetto degli architetti Ricci e Savioli, testimonianza emblematica del brutalismo architettonico fiorentino ed elemento significativo del paesaggio urbano esistente, che costituisce un nucleo urbano dotato di una sua riconoscibilità.

La nuova conformazione dell'area depositi e manutenzione mezzi, vede l'accorpamento dei corpi denominati impianti fissi e sottostazione elettrica formanti adesso una L di eguali bracci con passaggio attraverso la congiunzione di altezza netta 2,5m.

I tre corpi risultanti: il rimessaggio, l'officina per la manutenzione e l'edificio sopra descritto hanno

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 90 di 285

tutti un aspetto stereometrico, connotati da un basamento in cemento prefabbricato rigato (matrice a fughe verticali), alto sempre 2,50m.

A completare il prospetto dei tre edifici troviamo una fascia in polycarbonato alveolare ad altezza variabile in base alla dimensione dei diversi corpi. La scelta del cemento nel basamento è da ricercare nel tentativo di garantire una continuità materica tra l'attacco dell'edificio e il terreno, mentre la scelta del polycarbonato nella parte superiore delle facciate è un tentativo di smaterializzare e attenuare la massività dei volumi, cercando anche una relazione cromatica con il cielo.

Le aperture sono state disposte in modo da comporre delle finestre a nastro: si alternano parti vetrate apribili in corrispondenza dei locali che lo richiedono, a parti vetrate che diventano opache quando poste davanti ai pilastri o tamponamenti.

Tutte le coperture sono piane e trattate a verde pensile estensivo, compresi gli shed dell'officina di manutenzione. Tale sistema di copertura è anch'esso sormontato da uno strato di verde di tipo estensivo dotato di appositi sostegni data la pendenza delle falde di circa 18°.

Le fondazioni degli edifici di officina (impianti fissi e rotabili) e rimessaggio, a seguito delle ulteriori campagne di indagine geognostiche effettuate durante lo sviluppo del PE sono state riviste, prevedendo fondazioni a platea. Questo non solo consentirà di velocizzare le lavorazioni di esecuzione delle opere, ma garantisce una diffusione uniforme dei carichi delle strutture in elevazione e una maggiore confidenza del fenomeno di cedimenti differenziali.

La recinzione che delimita il deposito risulterà arretrata rispetto al filo strada in modo da lasciare una porzione di parco a ridosso della strada e della pista ciclopedonale. (Vedi rendering).

Il progetto di mitigazione prevede l'eliminazione delle colline precedentemente proposte.

Lungo viale Europa fra la pista ciclabile e il deposito, in posizione intermedia verrà posizionata una recinzione alta 1,50 m, separata dalla strada da un'ampia fascia di prato e schermata sul lato della strada da una siepe informale d'alloro.

Oltre la recinzione verranno disposti una serie di alberi in modo casuale (a macchia rustica) con specie di III e II grandezza fra cui Salici, Aceri campestri, Tiglio Argentato, Pioppi cipressini e Lecci (20-25 cm).

L'area interessata dai binari di accesso dei tram al deposito in corrispondenza del prato sarà

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 91 di 285

pavimentata in cemento architettonico come le aree esterne del deposito.

Essendo l'area ampia all'interno del parco del deposito saranno inoltre introdotti individui di alcune specie esteticamente attraenti (i.e. fioritura vistosa, fogliame autunnale, corteccia colorata, ecc.) come, ad esempio, *Betula jaquemontii* o *Betula utilis* 'Jaquemontii', *Fraxinus oxycarpa*, *Koelreuteria paniculata*, *Liriodendron tulipifera*, *Liquidambar styraciflua*, *Nyssa sylvatica*, *Parrotia persica* (allevato ad arbusto), *Pyrus calleryana* 'Chanticleer', *Ulmus* ibridi resistenti alla grafiosi selezionati dal CNR di Firenze ('Arno' e 'Fiorente'), *Ulmus parvifolia*, *Ulmus* 'Sapporo Gold', *Zelkova serrata*.

La costruzione che ospiterà il deposito sarà circondata da pioppi cipressini (clone maschile per evitare la produzione dei pappi), specie a rapida crescita, particolarmente adatta a schermare la costruzione.

L'area a verde in oggetto, in questa fase, sarà realizzata solo in parte, in quanto su parte del sedime si prevede l'installazione del campo base che sarà utilizzato come supporto logistico e per le maestranze, non solo in questa fase ma anche per il successivo lotto 3.2.2.

Il completamento di questa area a verde attrezzata dovrà dunque essere demandata nella fase esecutive del lotto 3.2.2

5.6 Il capolinea di Bagno a Ripoli

Il nuovo capolinea nel Comune di Bagno a Ripoli è posizionato in un'area che confina, oltre che con via Granacci, anche con via Don Lorenzo Perosi ed è delimitata a nord est da una lottizzazione di villette con giardino piuttosto recente.

Tra questa e il lotto di intervento è presente un percorso pedonale delimitato anche da un muro porticato che verrà salvaguardato per preservare la privacy della lottizzazione.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 92 di 285



L'impianto prevedrà una fermata con due banchine che serviranno tre fermate, le due banchine saranno coperte da pensiline raccordate ad un fabbricato che condenserà una serie di funzioni. Il complesso oltre alle canoniche funzioni di attesa, informazione e fornitura di biglietti prevede anche un piccolo bar, un locale soggiorno per il personale della tramvia, un blocco bagni pubblici diviso per sessi e un locale a disposizione della polizia municipale. Intorno al complesso sarà ampliato il parcheggio già esistente e verranno sistemate alcune fermate degli autobus per favorire lo scambio tra le due tipologie di mezzi pubblici, inoltre il complesso sarà collegato al parcheggio scambiatore previsto nel quale sono presenti circa 366 posti auto.

A completamento è prevista anche la sistemazione dell'area a verde in modo da trasformare il capolinea in un luogo di sosta comodo e piacevole che possa incentivare l'utilizzo del bar anche ad avventori non direttamente collegati con la tramvia. Per questo motivo il parchetto compreso tra la linea tramviaria, le case esistenti e l'edificio del capolinea sarà recintato con una recinzione a maglia sciolta e dotato di cancelletti in acciaio verniciato dotti di serratura. All'interno di tale area sarà realizzato un passaggio pedonale che prevede un'ampia seduta lineare e sinuosa.



L'edificio sarà completamente realizzato in carpenteria metallica e rivestimento in vetro semitrasparente. Il tema sarà quello della leggerezza e della trasparenza, per questo motivo tutti i pilastri verranno celati all'interno di pareti vetrate, anche quelli che sostengono le pensiline e le coperture saranno più sottili possibili. Si prevede di avere un bordo della copertura di circa 12 cm. La copertura stessa avrà una leggera pendenza verso l'interno di circa il 7% in modo da non poter essere intravista se non da molto lontano. Ci si deve allontanare di circa 40 metri per scoprire che la copertura non è completamente piana. Le coperture saranno realizzate in pannello sandwich metallico mentre l'intradosso sarà sempre metallico ma trattato con una finitura più materica e granulosa che restituisca una sensazione di un materiale più pesante come l'intonaco o il cemento armato in opposizione con la leggerezza e la trasparenza dei piedritti e delle strutture portanti verticali.

I materiali che costituiscono le pavimentazioni esterne e i cordoli saranno sempre in pietra forte come tutte le altre stazioni della linea. Le pavimentazioni interne saranno la prosecuzione di quelle interne tranne che per i servizi igienici e le aree di preparazione del bar per le quali si propone un gres porcellana con le medesime caratteristiche estetiche ma con caratteristiche tecniche più aderenti alle funzioni.

Dal punto di vista dimensionale la pensilina copre circa 472 mq di cui 148 mq saranno dei veri e propri volumi chiusi alti circa 3,8 m per un volume totale di 562,4 mq. La superficie totale pavimentata sarà di 1586 mq, l'area a verde invece sarà di 3468 mq, mentre l'area destinata a sede tramviaria, che comunque sarà realizzata a prato avrà una estensione di circa 1037 mq. Per quanto riguarda i parcheggi si prevede una integrazione di quelli già esistenti fino ad arrivare a 33 posti auto. Per quanto riguarda gli autobus si prevede lo stazionamento di 4 autobus su via Perosi, di fronte alla fermata del tram e di altri due autobus (extraurbani) su via Granacci, di fianco alla fermata.

5.7 Caratteristiche prestazionali delle opere: materiali, funzionalità inserimento nel territorio.

La descrizione delle opere della linea tramviaria, con particolare attenzione ai materiali in riferimento ai contesti paesaggistici interessati è stata riportata nella relazione

- 3217XX1000PE_0A relazione generale sullo studio architettonici

Le caratteristiche prestazioni dei materiali utilizzati con riferimento anche a criteri ambientali minimi sono riportate nel documento

- 321CAP0000PE Capitolato speciale opere Civili; in particolare in tale documento è possibile riscontrare le norme CAM al paragrafo 14.2.2, e i requisiti cam dei materiali utilizzati al paragrafo 14.3.4

Per quanto attiene le caratteristiche dei materiali da costruzione occorre far riferimento agli elaborati

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 94 di 285

relativi alle tabelle materiali ovvero ai seguenti documenti:

- 3217LX10070PE Nuovo Ponte Arno tabelle Materiali
- 3217WX10232PE Deposito Bagno a Ripoli- Materiali e prescrizioni

Per quanto riguarda le caratteristiche delle finiture e delle caratteristiche prestazionali delle parti architettoniche del deposito, le stesse sono riportate ne seguenti documenti:

10054	321	7WX	10233	0A	PE	20	D01		Particolari
10062	321	7WX	10234	0A	PE	20	D01		Abaco delle murature
10063	321	7WX	10235	0A	PE	20	D01		Abaco dei solai
10143	321	7WX	10236	0B	PE	20	D01		Abaco dei serramenti
10065	321	7WX	10237	0A	PE	20	D01		Abaco dei controsoffitti

Per le sottostazioni

- 3217WX10046PE Progetto architettonico- sottostazione elettrica (deposito) – Abaco infissi e materiali

5.8 Criteri Ambientali Minimi

Ai fini della applicazione dei criteri di cui al DM del 23/6/2022 n°256 è stata prodotta una relazione specifica nella quale sono state **riportate le verifiche di conformità dei CAM relativi alla fase di progettazione**

Nello specifico, con riferimento alla tipologia di appalto previsto per le opere in oggetto, la disamina h portato a ritenere **applicabili i criteri di cui al capitolo 4 del suddetto DM “Criteri per l’affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi**

In particolare, il documento 321AMB10013PE_0A Criteri Ambientali Minimi – relazione tecnica, al paragrafo 7, viene verificata la conformità ai vari criteri delle soluzioni progettuali specificando se il criterio sia applicabile o meno al consto progettuale specifico.

La suddetta relazione è accompagnata da un allegato 321AMB10014PE Criteri Ambientali Minimi- Allegato - dove sono riportati i calcoli e le verifiche specifiche per alcuni criteri specifici per i quali si è ritenuto di fornire valutazioni e verifiche specifiche diversamente non riscontrabili negli altri documenti di progetto; si tratta delle valutazioni relative ai seguenti criteri:

- 2.3.3 Riduzione dell’effetto isola di calore

- 2.4.2 Prestazione energetica
- 2.4.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria
- 2.4.6 Benessere termico
- 2.4.7 Illuminazione naturale
- 2.4.8 Dispositivi di protezione solare
- 2.4.9 Tenuta all'aria
- 2.4.14 Disassemblaggio e fine vita
- 2.5 - Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione

5.9 Requisiti dei luoghi di lavoro

Per quanto attiene i requisiti igienico sanitari degli edifici oltre che gli aspetti dimensionali si rimanda alla relazione: 3217WX10240PE Relazione architettonica, in particolare i capitoli 3.1, 3.2; 3.3;3.4; 3.5; 3.6

Inoltre, sono stati predisposti per ciascun edificio i seguenti elaborati grafici

Progetto architettonico - Officina manutenzione rotabili:

3217WX10241 PE Dimostrazione accessibilità

3217WX10242 PE Vie di esodo e apparecchiature antincendio

3217WX10242 PE Segnaletica di sicurezza conforme alla norma UNI EN ISO 7010:2012

Progetto architettonico – rimessaggio

7WX10242PE Dimostrazione accessibilità

7WX10242PE Vie di esodo e apparecchiature antincendio

7WX10242PE Segnaletica di sicurezza conforme alla norma UNI EN ISO7010:2012

Progetto architettonico- impianti Fissi

7WX10243PE Dimostrazione accessibilità

7WX10242PE Vie di esodo e apparecchiature antincendio

7WX10242PE Segnaletica di sicurezza conforme alla norma UNI EN ISO 7010:2012

Progetto architettonica sottostazione elettrica

3217WX10242 PE Vie di esodo e apparecchiature antincendio

3217WX10242 PE Segnaletica di sicurezza conforme alla norma UNI EN ISO 7010:2012

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 96 di 285

6. LO STUDIO AMBIENTALE

Il progetto esecutivo ha considerato e preso atto di tutti gli studi di carattere ambientale sviluppati in fase di PD finalizzato all'individuazione dei potenziali impatti ambientali significativi correlati alle scelte progettuali ivi individuate che, pertanto il PE ha sviluppato.

Lo studio ambientale del PD è incentrato sull'analisi dei potenziali impatti generati sulle componenti ambientali significative dalle parti progettuali (come lo studio delle emissioni in atmosfera o del clima acustico correlato alla realizzazione della nuova linea tramviaria), lo studio sulle matrici ambientali per gli impatti potenziali derivabili dall'intero tracciato di progetto, e i di risultati sulle simulazioni dello scenario complessivo di progetto.

A tale scopo, (e per tener conto degli esiti delle analisi già ampiamente sviluppate nel PD, relative alle componenti ambientali Rumore, Vibrazione, ambiente idrico suolo sottosuolo e atmosfera), tale documentazione sarà riallegata al presente PE.

Tra gli obiettivi dichiarati nel progetto Definitivo e di cui le impostazioni progettuali ivi previste sono state considerate nello sviluppo delle varie tematiche del PE vi è la riqualificazione della parte di città attraversata e razionalizzazione e potenziamento del servizio pubblico e quindi della mobilità in generale. Da questi elementi, infatti, deriva un bilancio sostanzialmente positivo dei prevedibili effetti ambientali associati al progetto. Tuttavia, poiché possono risultare significativi gli impatti da cantiere, seppure di carattere temporaneo, per i disagi che potrebbero causare alla popolazione ed alle attività distribuite lungo la fascia impegnata dai lavori, il progetto esecutivo prevede sia gli elaborati di dettaglio relativi alla fase di cantierizzazione, ma anche la produzione, prima dell'inizio dei lavori del così detto Piano Ambientale della Cantierizzazione (PAC), che analizza e prevede mitigazioni per le seguenti

le componenti ambientali:

- Rumore
- Vibrazioni
- Campi elettromagnetici
- Ambiente idrico
- Suolo e sottosuolo
- Atmosfera e qualità dell'aria

Si rimanda pertanto a tale documento, il dettaglio delle soluzioni operative individuate, che unitamente ai

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 97 di 285

consueti piani di gestione ambientale delle imprese esecutrici, rappresentano lo strumento con il quale tali tematiche saranno risolte. Il PAC, come previsto dalle norme regionali sarà prodotto prima dell'inizio dei lavori e non rientra nei documenti di PE.

6.1 IL Progetto di Monitoraggio Ambientale

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio, tenendo in considerazione sia gli impatti diretti che le attività di cantiere e l'esercizio dell'opera avranno sulle componenti ambientali, sia gli impatti indiretti correlati soprattutto alla fase di cantierizzazione, fornendo indicazioni in merito alle fasi in cui si articoleranno i monitoraggi, alle componenti ambientali oggetto di rilevamento, alle tipologie e metodologie di indagine e alla frequenza/periodicità delle misurazioni.

Lo scopo principale del PMA è quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di re-orientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso, in conformità alle indicazioni tecniche di cui alle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.lgs. 163/2006 e s.m.i.) del 18.12.2013, aggiornato a giugno 2014).

Il Piano di Monitoraggio Ambientale previsto ha lo scopo di dare un quadro omnicomprendivo della situazione ambientale e territoriale esistente - fase Ante Operam, di quella che si verrà a verificare in Corso d'Opera e di quella relativa alla fase di esercizio dell'infrastruttura (Post Operam).

L'analisi del territorio attraversato dall'infrastruttura, l'identificazione dei ricettori ambientali più sensibili alle varie fasi di lavoro, l'identificazione e la valutazione degli impatti ambientali riportati all'interno dello studio svolto per la Verifica di Assoggettabilità a V.I.A., costituiscono la base per l'impostazione metodologica del Piano, nonché per la fase di ubicazione delle stazioni di monitoraggio e per la definizione della frequenza e delle quantità delle campagne di misura.

Per ognuna delle componenti ambientali saranno identificati degli indicatori in grado di descrivere compiutamente i singoli fenomeni - sia fisici che chimici - legati alle dinamiche dei lavori.

Le componenti ed i fattori ambientali presi in esame ai fini del presente progetto sono così intesi ed articolati:

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 98 di 285

- atmosfera
- rumore
- vibrazioni
- campi elettromagnetici
- ambiente idrico superficiale e sotterraneo

L'identificazione e la scelta delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio e controllo è già stata ampiamente sviluppata nella fase di PD.

Tale documentazione è stata integrata e revisionata a valle di incontri specifici con il Comune di Firenze anche per coordinare e ottimizzare le tempistiche di esecuzione ed evitare inutili sovrapposizioni con attività di monitoraggio già in essere nei lotti della tramvia già attivati.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale indica infatti gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio/collaudo (PO), per le componenti ambientali oggetto di indagine, tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell'opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

Le varie fasi di monitoraggio sono riportate di seguito.

COMPONENTE	FASE		
	ANTE OPERAM	CORSO D'OPERA	POST OPERAM
ATMOSFERA	•	•	•
RUMORE	•	•	•
VIBRAZIONI	•	•	•
AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE	•	•	•
AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO	•		•
CAMPI ELETTRROMAGNETICI	•		•

Per la definizione delle finalità, degli indicatori e dei parametri di monitoraggio, e per l'identificazione delle specifiche tecniche per lo svolgimento dei monitoraggi, delle varie

componenti ambientali prese in esame, si rimanda agli elaborati specialistici del PMA.

6.2 Il Piano di Gestione delle Materie

È stato predisposto, il Piano di gestione materie, che integra e aggiorna quello del progetto di PD, sulla base della ulteriore campagna di indagini eseguita in ottemperanza alle prescrizioni sul PD.

Tale documento ha lo scopo di descrivere le modalità operative da adottare per la corretta gestione dei materiali di risulta prodotti nell'ambito delle lavorazioni per la realizzazione della Linea tramviaria oggetto di studio.

Al riguardo si ricorda che uno stralcio del suddetto documento è già stato presentato per le così dette- opere di prima fase, ed era finalizzato a consentire l'avvio di un primo gruppo di lavorazioni (Parcheggi scambiatori e viabilità alternative) in anticipo rispetto a tutto il resto delle lavorazioni previste per la tramvia.

6.3 Bilancio dei materiali di risulta delle lavorazioni

Nel dettaglio, il progetto esecutivo della Linea 3 Il lotto porterà alla produzione di circa **369.772 mc** di materiali di risulta (in banco) di cui:

- circa **27.236 mc** relativi alle opere di Fase 1 così suddivisi:
 - Materiali prodotti dalle attività di scavo: circa *22.323 mc*;
 - Materiali derivanti dalle attività di fresatura dell'asfalto della viabilità limitrofa/demolizioni: circa *4.913 mc*
- circa **342.535 mc** relativi alle restanti opere e oggetto del presente documento così suddivisi:
 - Materiali prodotti dalle attività di scavo: circa *230.260 mc*
 - Materiali derivanti dalle attività di demolizione: circa *12.957 mc*;
 - Miscele bituminose: circa *98.341 mc*;
 - Legno, vetro e plastica: circa *977 mc*

Con riferimento alla realizzazione delle opere oggetto del presente documento, di seguito si riporta il dettaglio dei quantitativi che si prevede di produrre in fase di realizzazione, mentre per il dettaglio relativo ai quantitativi relativi alle opere di Fase 1 si rimanda allo specifico documento (321PGM10001PE_0C).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 100 di 285

**Tabella 6-1: Riepilogo dei materiali prodotti nell'ambito della realizzazione delle
restanti opere**

Tipologia opere	Produzione Terre e rocce [mc in banco]	Produzione materiali da demolizione/fresatura/legno, vetro e plastica [mc in banco]
Fermate	2 406	1 152
SSE	2 209	15
Sede tranviaria	45 097	26 912
Sistemazioni urbane e sottoservizi	116 337	77 299
Deposito	30 134	0
Nuovo Ponte Arno e Opere d'arte secondarie	13 031	4 566
Piazzali per messa in sicurezza aree di cantiere in alveo	20 215	0
Attività di cantierizzazione per sicurezza	830	2 331
TOTALE MOVIMENTI TERRE	230 260	112 276

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto mentre i materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

In particolare, in riferimento ai materiali terrigeni prodotti nell'ambito delle lavorazioni legate alla realizzazione delle opere di cui alla precedente tabella, sulla base dei risultati ottenuti a

seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto (circa 195.079 mc) gli interventi previsti per il prolungamento della Linea tranviaria 3 Il lotto saranno caratterizzati da seguenti flussi di materiali:

- produzione ai siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo ed infine utilizzati all'interno delle opere in progetto; tali materiali, che saranno gestiti nell'ambito normativo del D.P.R. 120/2017, ammontano a circa **24.088 mc** (in banco) e saranno riutilizzati in parte per la sistemazione di aree verdi e in parte per la realizzazione delle opere di progetto in funzione delle esigenze temporali di cantiere;
- materiali di scavo di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a **206.172 mc** (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

In aggiunta a quanto sopra sarà gestiti come rifiuto, ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., anche il totale del materiale proveniente dalle demolizioni, le miscele bituminose, e materiali vari quali legno, plastica e vetro (circa 112.275 mc); si precisa che nella gestione dei materiali di risulta in regime di rifiuti l'operato dovrà essere improntato favorendo in via prioritaria le operazioni di recupero rifiuti presso impianti esterni autorizzati piuttosto che lo smaltimento finale in discarica.

Si precisa che in riferimento ai quantitativi di terre e rocce da scavo che si intende gestire come rifiuto, sulla base dei risultati analitici ottenuti, non si esclude, ad oggi, la possibilità di riutilizzarne, in regime di sottoprodotto, una quota parte per colmare il fabbisogno di altre linee tramviaria che potrebbero avere una contemporaneità in termini di tempi di realizzazione; nel caso in cui questa ipotesi si realizzi sarà cura dell'Appaltatore effettuare le opportune comunicazioni e di trasmettere tutta la documentazione necessaria per una gestione secondo il regime normativo di sottoprodotto (Allegato 6 del DPR 120/2017)

Stante quanto sopra, per maggior completezza delle informazioni di seguito si riporta dettaglio dei quantitativi prodotti e della loro gestione facendo riferimento all'intero progetto comprensivo anche delle opere di Fase 1 già oggetto di specifico documento (321PGM10001PE_0C)

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 102 di 285

Tabella 6-2: Dettaglio modalità gestionali opere anticipate

DETTAGLIO MATERIALI - OPERE DI FASE 1					
Tipologia opere	Produzione (mc in banco)	Fabbisogno (mc)	Riutilizzo interno (art. 185 del D. Lgs. 152/2006) (mc)	Gestione come rifiuto (mc)	Approvvigionamento esterno (mc)
Parcheggi scambiatori	22.323	39.241	3.058	19.265	36.183
Viabilità limitrofa	4.913	8.058	-	4.913	8.058
TOTALE	27.236	47.299	3.058	24.178	44.241

Tabella 6-3: Dettaglio modalità gestionali restanti opere

FASE 2: DETTAGLIO MATERIALI – RESTANTI OPERE						
Tipologia opere	Produzione specifica		Peso spec. (t/mc)	Produzione complessiva (mc)	Riutilizzo come sottoprodotto (mc)	Gestione come rifiuto (mc)
Fermate	Terre e rocce	2 406	1,8	3 558	0	3 558
	Demolizioni	0	2			
	Miscele bituminose	1 152	2			

FASE 2: DETTAGLIO MATERIALI – RESTANTI OPERE						
Tipologia opere	Produzione specifica		Peso spec. (t/mc)	Produzione complessiva (mc)	Riutilizzo come sottoprodotto (mc)	Gestione come rifiuto (mc)
SSE	Terre e rocce	2 209	1,8	2 225	0	2 225
	Miscele bituminose	15	2			
Sede tranviaria	Terre e rocce	45 097	1,8	72 009	0	72 009
	Demolizioni	0	2			
	Miscele bituminose	26 912	2			
Sistemazioni urbane e sottoservizi	Terre e rocce	116 337	1,8	193 636	5 139	188 497
	Demolizioni	9 638	2			
	Miscele bituminose	66 823	2			
	Vetro, Legno, Plastica	837	2			
Deposito	Terre e rocce	30 134	1,8	30 134	10 657	19 477
Nuovo Ponte Arno e Opere d'arte secondarie	Terre e rocce	13 031	1,8	17 597	8 198	9 399
	Demolizioni	3 208	2			

FASE 2: DETTAGLIO MATERIALI – RESTANTI OPERE						
Tipologia opere	Produzione specifica		Peso spec. (t/mc)	Produzione complessiva (mc)	Riutilizzo come sottoprodotto (mc)	Gestione come rifiuto (mc)
	Miscele bituminose	1 218	2			
	Vetro, Legno, Plastica	140	2			
Piazzali per messa in sicurezza aree di cantiere in alveo	Terre e rocce (Materiale riciclato materiale da cava)	20 215	1,8	20 215	0	20 215
Attività di cantierizzazione per sicurezza	Terre e rocce	830	1,8	3 162	95	3 067
	Demolizioni	111	2			
	Miscele bituminose	2 220	2			
TOTALE MOVIMENTI TERRE		342 535		342 535	24 088	318 447

Tabella 6-4: Dettaglio modalità gestionali Linea 3.2.1

Tipologia opere	Produzione (mc in banco)	Riutilizzo interno/sottoprodotto (mc)	Gestione come rifiuto (mc)
Opere anticipate	27.236	3.058	24.178
Restanti opere	342.535	24.088	318 447
TOTALE	369.772	27.146	342.626

NOTA: Attuale previsione di utilizzo. La destinazione del riutilizzo interno potrà essere aggiornata in corso d'opera secondo l'effettiva evoluzione temporale delle opere interessate da movimenti materia.

Si precisa che nella gestione dei materiali di risulta in regime di rifiuti l'operato dell'Appaltatore dovrà essere improntato favorendo in via prioritaria le operazioni di recupero rifiuti presso impianti esterni autorizzati piuttosto che lo smaltimento finale in discarica.

Per il dettaglio si rimanda al seguente documento del progetto definitivo:

- 321PGM10002PE – Relazione Tecnica Piano di gestione dei materiali

All'interno del documento sopra citato sono indicate le eventuali cave e discariche autorizzate e in esercizio, che possono essere utilizzate per la realizzazione dell'intervento.

6.4 Nota in merito alla tematica acustica

La tematica acustica è trattata nei seguenti elaborati di PD FL32-PD-SFA-RL-002 - RELAZIONE DELLO STUDIO DI FATTIBILITA' AMBIENTALE e FL32-PD-SFA-RL-001 - RELAZIONE DI VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA: tali documenti vengono riallegati al progetto esecutivo. In ogni elaborato i contenuti relativi alla valutazione previsionale di impatto acustico presenti sono attinenti alla tipologia e scopo dell'elaborato stesso.

All'interno di questi documenti sono presenti le valutazioni acustiche inerenti:

- Inquadramento normativo
- Valutazione degli impatti:

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 106 di 285

- Inquadramento dell'area;
- Sintesi della Valutazione impatto acustico in fase di realizzazione
- Sintesi della Valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'opera: stato di fatto, stato di progetto, stato di raffronto e interventi di mitigazione

Sono inoltre presenti le valutazioni acustiche relative:

- Inquadramento normativo
- Inquadramento dell'area
- Metodologia di lavoro per la valutazione
- Campagna di monitoraggio fonometrica ante operam
- Modello di calcolo del rumore veicolare e ferroviario
- Caratterizzazione acustica dello stato di fatto del traffico stradale
- Caratterizzazione acustica dello stato di progetto dell'esercizio tramviario
- Caratterizzazione acustica deposito/rimessaggio di Bagno a Ripoli
- Caratterizzazione acustica parcheggi scambiatori (parcheggio viale Europa e parcheggio Bagno a Ripoli)
- Valutazione impatto acustico in fase di realizzazione
- Valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'opera: stato di fatto, stato di progetto, stato di raffronto e interventi di mitigazione

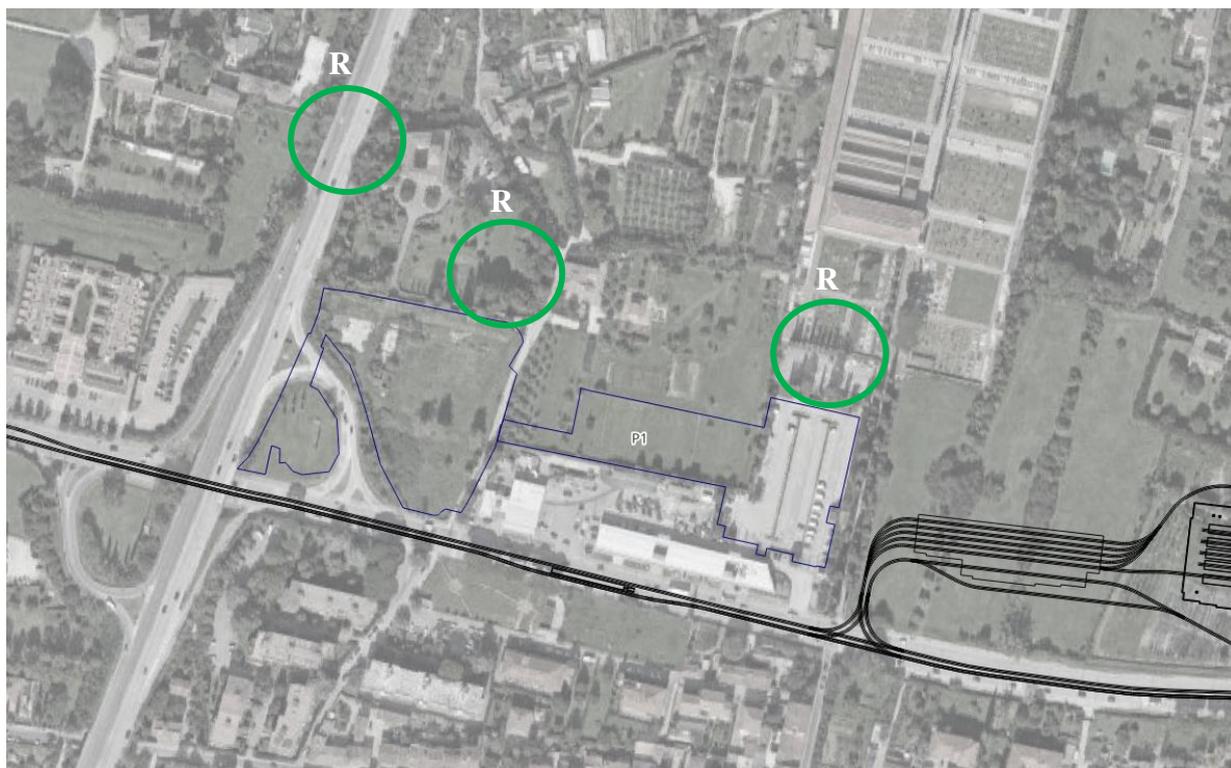
In questa sede si precisa anche che in merito all'ampliamento del parcheggio scambiatore (peraltro previsto in prima fase) già in fase del progetto definitivo era stata prodotta una valutazione previsionale di impatto acustico che teneva conto dei ricettori limitrofi, compreso il ricettore Cimitero "il Pino".

In particolare, all'interno dello Studio Ambientale FL32PDSFARL0010E la tramvia sarà considerata come parte del traffico veicolare, adottando per i livelli sonori quanto previsto per

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 107 di 285

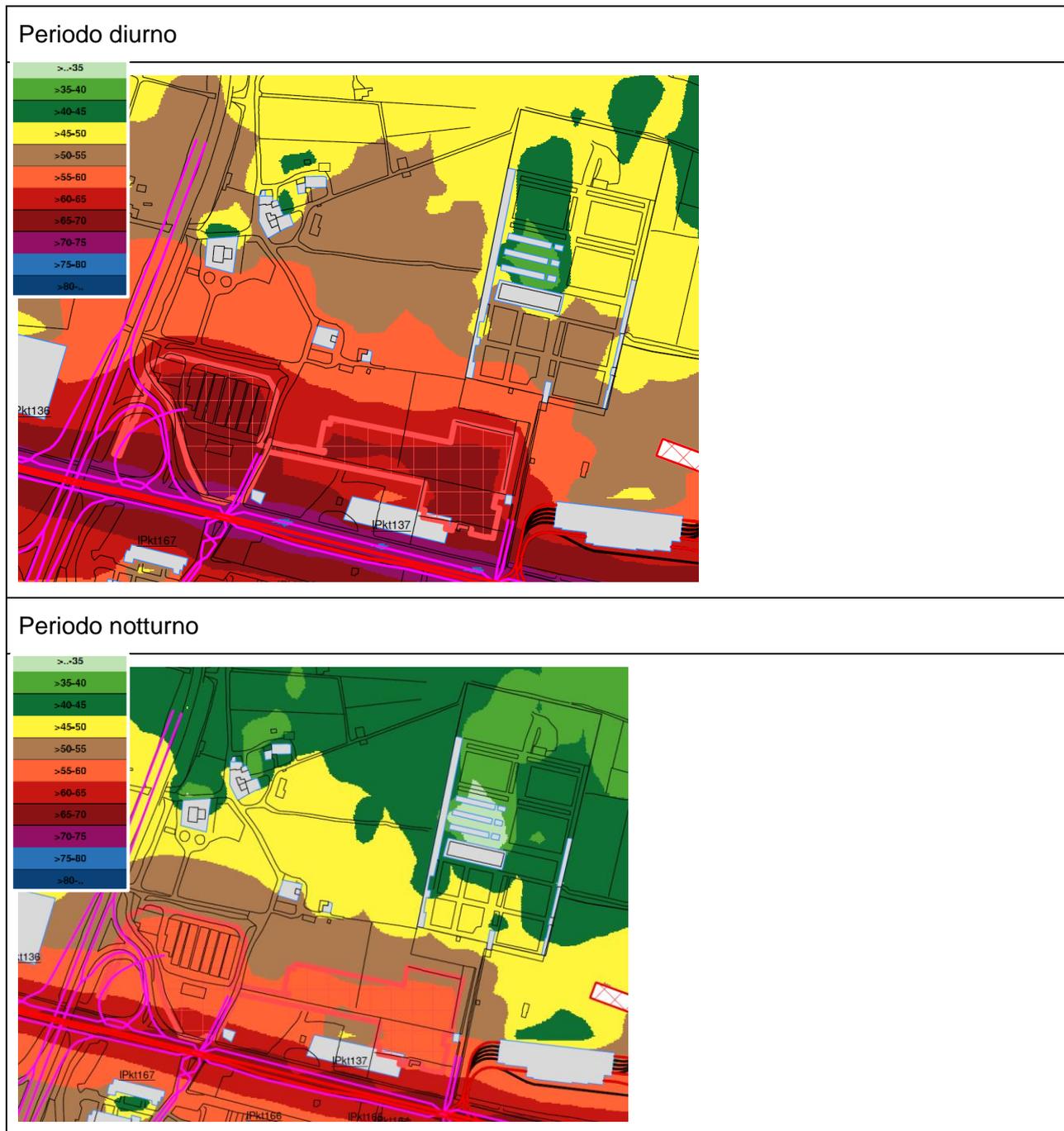
il rumore stradale dal DPR n.142/04 che per lo studio presente risultano, per la maggioranza delle situazioni, di 65 dB(A) nel periodo diurno e 55 dB(A) in quello notturno.

Come ricettori limitrofi all'area parcheggio sono stati individuati 2 ricettori abitativi (R1 e R2) ed il ricettore cimitero, in particolare analizzando l'abitazione facente parte dell'area cimiteriale, denominato R3.



Al fine di verificare il rispetto dei limiti in facciata ai ricettori individuati, si procede con l'analisi dei dati emersi dalle simulazioni acustiche relative allo scenario diurno e notturno di progetto, comprendente sia la sorgente tramviaria sia la sorgente traffico veicolare con i rispettivi parcheggi a piano regime di utilizzo. Pertanto, si riportano di seguito le mappe prodotte in fase di PD relative alla fase di esercizio:

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 108 di 285



Come si evince dalle mappe acustiche relative allo stato di progetto diurno e notturno, comprensive delle emissioni della linea tramviaria 3.2.1 di progetto e del traffico veicolare su gomma, i ricettori abitativi R1 ed R2 limitrofi, compreso l'adiacente cimitero "Il Pino", denominato R3, risultano tutti entro il limite diurno pari a 65 dB(A) e notturno pari a 55 dB(A).

Tali risultati grafici mostrano una situazione migliorativa rispetto allo scenario attuale di simulazione. Si riportano di seguito le mappe acustiche relative allo stato attuale:

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 109 di 285

Periodo diurno



Periodo notturno



Come si evince dalle mappe, lo scenario di progetto comprensivo di linea tramviaria e traffico veicolare risulta significativamente migliorativo rispetto a quello attuale, il quale presenta livelli ampiamente maggiori in facciata ai ricettori, evidenziando una situazione complessiva di progetto qualitativamente migliore.

Tutto ciò premesso, nella fase di progetto esecutivo è stato eseguito un ulteriore approfondimento allo scopo di valutare le emissioni acustiche relative alle attività interne al deposito, al fine di verificare il rispetto dei limiti. In particolare, lo studio ha lo scopo di:

- valutare i livelli di emissione ed immissione generati dall'attività in facciata ai ricettori identificati come maggiormente esposti;
- Identificare i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali per ciascun ricettore e verificarne il rispetto.

L'analisi del clima acustico attuale nell'area di indagine è stata condotta attraverso una misura di monitoraggio fonometrico effettuata nel mese di dicembre 2023, al fine di valutare il rumore residuo presente ed ottenere l'immissione futura tramite la somma dell'emissione simulata.

È risultato, dalle misure effettuate in situ, che il clima acustico presso i ricettori ubicati nell'area oggetto di studio è influenzato in modo importante dal traffico stradale di Viale Europa sia in periodo diurno che in periodo notturno.

In particolare, sono state considerate le seguenti sorgenti sonore come significative:

- Officina manutenzione rotabili;
- Impianto lavaggio mezzi;
- Impianti ad aria compressa;
- Linea tramviaria interna al deposito;
- Torrini di aerazione della sottostazione elettrica.

Al fine di ottenere una valutazione più cautelativa possibile, in termini di impatto acustico verso gli edifici abitativi limitrofi, le sorgenti sono state considerate attive per tutto il periodo di riferimento, ottenendo il livello massimo di impatto in facciata ai ricettori durante la mezz'ora di lavorazione più critica, ovvero l'utilizzo contemporaneo di tutte le sorgenti.

Per lo stato futuro, alla luce delle valutazioni effettuate, delle misurazioni condotte, dei risultati del modello numerico e dal confronto dei livelli calcolati in facciata ai ricettori con i limiti di legge

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 111 di 285

previsti dal DPCM 14/11/97 e dal Piano di Classificazione Acustica del Comune di Padova, in sintesi è risultato:

- il rispetto dei limiti di emissione per entrambi i periodi diurno e notturno;
- il rispetto dei limiti assoluti di immissione per entrambi in periodo diurno. Non sono risultati entro i limiti notturni di immissione i ricettori R1, 2, 3, 4 e 5, tutti collocati in Classe III, aventi limite 50 dB(A). Tuttavia, come riscontrabile dalla misura ante opera e dalla tabella riassuntiva dei livelli, il livello equivalente notturno risulta ad oggi, già oltre il limite di immissione pari 50 dB(A). A tal proposito occorre specificare che il contributo in termini di emissione acustica di progetto derivante dal deposito è risultato ampiamente entro il limite di emissione notturno imposto dai PCCA, nonché inferiore di un livello maggiore di 10 dB(A) rispetto al livello equivalente medio attuale. Tale delta di circa 10 dB(A) tra valore attuale e valore previsto, certifica come il contributo derivante dalle sorgenti interne alla nuova area deposito, risulti pressoché ininfluenza rispetto al clima acustico della zona.
- Il rispetto dei limiti assoluti di immissione per tutti gli altri ricettori in periodo notturno;
- il rispetto del criterio differenziale per entrambi i periodi diurno e notturno

Per maggior dettagli si rimanda all'allegato A alla presente relazione

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 112 di 285

7. STUDIO ARCHEOLOGICO

Lo studio archeologico viene elaborato con lo scopo di raccogliere tutte le informazioni significative ai fini della caratterizzazione archeologica dell'area oggetto di intervento evidenziando le principali aree di interferenza con le opere civili da realizzare.

L'intero apparato dei documenti e dei dati raccolti serviranno a definire gli opportuni accorgimenti progettuali in merito alle attività da svolgere per la salvaguardia di eventuali presenze archeologiche, con un'analisi dettagliata di tutti i dati bibliografici ad oggi conosciuti, relativi a scavi e ritrovamenti effettuati nel passato, delle notizie di archivio, della cartografia storica è mirata, essenzialmente, all'individuazione degli aspetti e degli indicatori archeologico - territoriali e alle possibili interferenze tra essi ed il tracciato viario.

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti documenti:

- 3217DX10001PE_0A Relazione archeologica e documentazione Progetto Definitivo
- 3217DX10009PE_0B Archeologia preventiva - Relazione esiti campagna di saggi archeologici aree extraurbane
- 3217DX10002PE_0A Planimetrie e indagini georadar Progetto Definitivo

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 113 di 285

8. MATERIALE ROTABILE

8.1 Generalità del veicolo

I veicoli tranviari oggetto della fornitura sono destinati sia al prolungamento della linea 3.2.1 Libertà – Bagno a Ripoli caratterizzata da due tratti di linea non alimentati da catenaria e che richiedono la capacità del veicolo di percorrere detti tratti grazie ad un sistema di conservazione dell'energia a bordo, sia alla nuova linea L4 Leopolda-Piagge-Campi Bisenzio.

Il rotabile sarà pienamente conforme alla norma quadro italiana per le tranvie UNI 11174 ed alle norme in essa richiamata.

Il veicolo può circolare sulle attuali linee 1, 2, e 3 della Tranvia della città di Firenze.

Il veicolo non effettua servizio in accoppiata, ma è in grado di accoppiarsi per operazioni di soccorso sia con i mezzi stradali di soccorso in dotazione all'esercente sia con altro un rotabile, compreso anche con gli attuali SIRIO in circolazione.

8.2 Dimensioni esterne

Il veicolo è di tipo Bidirezionale di tipo multiarticolato a pianale ribassato composto da 5 casse denominate rispettivamente MA, RA, P, RB, MB e 3 carrelli di cui 2 motorizzati sotto le casse M ed un carrello portante sotto la cassa P. Alle estremità delle casse si trovano i moduli di cabina CAB-A e CAB-B.

Sulle fiancate, per ciascun lato, sono presenti quattro porte bi-anta e due porte mono-anta, quest'ultime poste in prossimità delle cabine di guida.

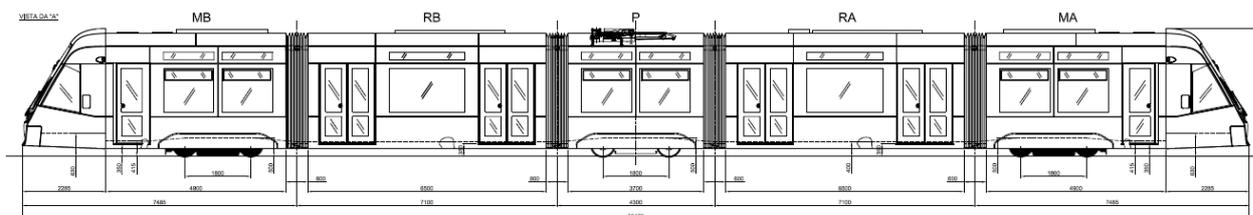


Figura 2 - Figurino Tram Firenze

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 114 di 285

Le dimensioni esterne principali sono riportate nella tabella seguente:

Grandezza	Valore
Lunghezza misurata tra i punti di massima sporgenza	33470 [mm]
Larghezza di cintura	2400 [mm]
Altezza, in condizioni di tara con ruote a nuovo e pantografo abbassato	3500 [mm]
Distanza tra la mezzeria della prima porta ed il punto più avanzato del rotabile	2960 [mm]
Larghezza delle porte mono-anta	800 [mm]
Larghezza delle porte bi-anta	1300 [mm]
Quota incarrozzamento passeggeri dal piano del ferro (pdf)	350 [mm]

Tabella 5 - Dimensioni principali tram

8.3 Postazioni PRM

Per i passeggeri a ridotta mobilità, che utilizzano carrozzelle, sono previste 4 postazioni, situate in posizione simmetrica nelle casse che presentano la quota pavimento il più uniforme possibile per agevolare la movimentazione interna.

Ai fini dell'abbattimento delle barriere architettoniche l'incarrozzamento a bordo veicolo dovrà avvenire senza l'ausilio di pedane mobili, adottando la soluzione b) art. 5.1.4 della UNI 11174:

- La distanza orizzontale fra la soglia delle porte ed il bordo della banchina sarà minore o uguale di 70 mm
- La altezza della soglia delle porte ed il piano della banchina dovrà essere compreso tra + 50 e - 20 mm.

Per il rispetto di tali requisiti è ammesso l'uso di una soglia che sporga rispetto alla sagoma trasversale della cassa secondo quanto previsto dalla UNI 11174 e dalla UNI 7156:2020.

8.4 Capacità passeggeri

L'area destinata ai passeggeri in piedi, calcolata secondo i criteri dettati dalla UNI EN 15663, è pari a 37,3 m², le 4 postazioni per le Persone a Ridotta Mobilità si considerano non occupate. I sedili sono 54 tutti di tipo fisso. Nelle casse intermedie sono previsti sedili, dotati di braccioli pieghevoli, riservati a persone con ridotta capacità di mobilità (R).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 115 di 285

Le capacità passeggeri nelle diverse condizioni di carico sono riportata nella tabella seguente

Passeggeri Seduti	54
Passeggeri in piedi a 6 pass/m ²	≥ 222
Carico utile eccezionale: passeggeri totali a 6 pass/m ²	≥ 276

Tabella 6 - Capacità Passeggeri

8.5 Requisiti di Design

Per il design degli esterni sono previste ampie finestre che assicurino grande visibilità e trasparenza per una totale immersione nell'ambiente cittadino.

Per il design degli interni si è data particolare attenzione all'ergonomia: lo spazio minimo per il movimento del passeggero è garantito sia in sosta che in transito, nonché lo spazio minimo per la manovra del sedile e l'accesso al comparto per il conducente.

8.6 Condizioni ambientali

Il rotabile è progettato e costruito considerando le seguenti condizioni ambientali:

- Utilizzo dei rotabili all'aperto
- Scariche atmosferiche sulla catenaria
- Temperatura dell'aria per le apparecchiature come da CEI EN 50125-1 fascia T3
- Zona climatica (Italia): Winter II, Summer I come da UNI EN 14750-1
- Classificazione veicolo ai fini della climatizzazione: Categoria B come da UNI EN 14750-1
- Possibile deposito di ghiaccio sul filo di contatto.
- Valore massimo di umidità rilevato in un periodo di 30 giorni consecutivo dell'anno: 95% (a 40°C)
- Presenza di fogliame, polvere e pollini a seguito del transito su porzioni di rete lungo viali alberati

8.7 Profilo di Missione

Per i dati relativi al profilo di missione considerato per i veicoli facenti parte della flotta della Linea in oggetto si prega di riferirsi al documento “3211XX40017PE Piano RAMS”

8.8 Impatto sull’ambiente

8.8.1 Rumorosità esterna

Particolare attenzione è posta nella progettazione e nella realizzazione del veicolo, adottando le soluzioni atte a prevenire e a controllare l'emissione acustica del veicolo in tutte le sue condizioni di esercizio.

In generale le sorgenti di rumore e di vibrazione che si presentano sono essenzialmente di tre tipi:

- sorgenti interne, che comprendono ventilatori, reostati, impianti di condizionamento, porte, ecc.;
- interazione ruota rotaia;
- rumore aerodinamico;

Il controllo del rumore avviene operando direttamente sulle sorgenti di emissione e attraverso soluzioni progettuali tese all'introduzione di dispositivi e tecnologie appropriate.

I livelli di pressione sonora continua equivalente L_{pAeq} , T_p (definiti nella UNI EN ISO 3095) rilevati all'esterno del veicolo nelle condizioni e con le modalità di misura indicate nella UNI 11174 e UNI EN ISO 3095, rispettano i seguenti limiti:

Velocità (km/h)	0	50
Rumore Esterno	60 dB(A)	75 dB(A)

Tabella 7 – Comfort acustico all’esterno del veicolo

8.8.2 Vibrazioni

Il veicolo è dotato di ruote elastiche limitando le masse non sospese, in modo da ridurre le vibrazioni, in accordo con quanto riportato nella UNI 11174.

8.8.3 Compatibilità elettromagnetica

Per le emissioni elettromagnetiche il veicolo è conforme alla norma UNI 11174 e alla CEI EN 50121

Per i requisiti di immunità, il veicolo è conforme alla norma EN 50155.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 117 di 285

Per i limiti per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici, il veicolo è conforme alla CEI EN 50500.

8.8.4 Prodotti e materiali inquinanti

Per i prodotti e materiali inquinanti valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

Tutti i materiali utilizzati nella costruzione dei rotabili sono assolutamente privi di: amianto e suoi derivati o composti, di piombo, composti bituminosi, lana di vetro, lana di roccia, materiali a base fibrosa con diametro minimo della fibra inferiore a 6 micron e quant'altro, alla luce dello stato dell'arte della conoscenza tecnica specialistica al momento dell'inizio della costruzione, venga ritenuto inquinante per l'ambiente, tossico o nocivo per i viaggiatori e per gli operatori addetti alla condotta e manutenzione del rotabile, di altri elementi che con l'invecchiamento sono soggetti a sfaldamento con creazione di pulviscolo e ritenute pericolose per l'ambiente, i passeggeri, il personale di condotta e di manutenzione.

Per tutti i materiali da utilizzare nella costruzione dei rotabili che comportino o possano comportare rischi per i viaggiatori, per il personale di condotta e di manutenzione e rischi per l'inquinamento ambientale, sarà fornita la "SCHEDE DI SICUREZZA DEI MATERIALI" in ottemperanza al regolamento CE 1907/2006 (REACH), al successivo CE 453/2010 ed alle direttive europee e nazionali in materia.

8.8.5 Consumo energetico

Il veicolo è dotato di un sistema per la misura dell'energia consumata durante il servizio, realizzato dalla logica di veicolo che sfrutta i sensori presenti a bordo.

Maggiori dettagli sono riportati nel paragrafo 1,7.5 del documento 3211XX40001PE Descrizione generale di veicolo e nel documento "3211XX40016PE Prestazioni trazione e frenatura per simulazioni sistema STS"

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 118 di 285

8.9 Comportamenti al fuoco

La progettazione dei veicoli e la scelta dei materiali sono condotte in modo da limitare al massimo il rischio di propagazione degli incendi.

Il veicolo, in tutte le sue parti, è conforme alla UNI CEI EN 45545, con classificazione di tipo N (normale) con:

- categoria operativa OC1
- livello di rischio HL1

Tutti i componenti non metallici saranno corredati di Certificazione di Comportamento al Fuoco.

In fase di progettazione esecutiva sarà calcolato il carico di incendio; allo stato attuale il carico di incendio è stimato cautelativamente in 108900 MJ.

8.10 Comfort Acustico

Per il comfort acustico (o rumore interno) i livelli di pressione sonora continua equivalente all'interno del veicolo rilevati nelle zone interne al veicolo, rispettano i seguenti limiti:

Velocità (km/h)	0	40	60
Cabina di guida (*)	63 dB(A)	66 dB(A)	70 dB(A)
Comparto passeggeri	65 dB(A)	70 dB(A)	72 dB(A)
Articolazione tra le casse	65 dB(A)	72 dB(A)	74 dB(A)

Tabella 8 – Comfort acustico all'interno del veicolo

La rumorosità all'interno del comparto a rotabile fermo, durante la fase di apertura e chiusura delle porte non supera i 70 dB(A) con i dispositivi acustici disattivati.

Le condizioni del veicolo dovranno prevedere porte e finestrini chiusi e nel caso di rotabile fermo, con tutti i sottosistemi operanti, compresi gli impianti di ventilazione e condizionamento, nelle condizioni di normale esercizio.

Le misure saranno condotte in accordo alla UNI EN ISO 3381.

8.11 Comfort di Marcia

Per il comfort di marcia valgono le indicazioni delle norme UNI EN 12299 e UNI 11174, con la precisazione che il gradiente di accelerazione in avviamento e frenatura di servizio (jerk) non sarà superiore a 1.1 m/s³.

8.12 Abitabilità interna

Per l'abitabilità interna valgono le condizioni della norma UNI 11174, con le seguenti precisazioni:

- Il tasso di comfort, inteso come percentuale di posti a sedere rispetto al numero di passeggeri totali calcolato a 4 passeggeri a m², è maggiore del 25%
- Altezza libera del cielo all'interno del comparto, dal piano del pavimento. è non minore di 2100 mm, per l'intera lunghezza della cassa, ad esclusione della zona degli intercomunicanti (dove l'altezza è non minore di 2000 mm);
- Larghezza minima "libera" dei corridoi è non minore di 500 mm per la intera lunghezza della vettura (la larghezza non comprende lo spazio di eventuali sedili mobili trasversali in posizione aperta e non comprende lo spazio dei piedi dei passeggeri seduti su eventuali sedili trasversali (fissi o mobili); al riguardo si consideri che i piedi dei passeggeri occupano 300 mm.
- Il pavimento è a pianale ribassato, con rialzi e gradini conformi alla norma UNI 11174.

8.13 Illuminazione interna

L'illuminazione all'interno del veicolo è realizzata con tecnologia a LED costituito da canali luminosi continui posti ai lati del rivestimento della zona centrale del cielo, per il comparto passeggeri, e composto da faretti posti nel rivestimento del cielo di cabina. Tale impianto è conforme alla UNI EN 13272 con le indicazioni riportate nella norma UNI 11174.

In corrispondenza delle porte non sono presenti gradini.

8.14 Comfort termico

Per il comfort termico del rotabile valgono le indicazioni della norma UNI 11174 con logica e funzionamento separati degli impianti di cabina rispetto a quello del comparto passeggeri.

Il rotabile è classificato, In accordo alla EN 14750, come Categoria B.

La climatizzazione di comparto è sviluppata e testata secondo la norma EN 14750 parte 1 e parte 2.

La climatizzazione di cabina è sviluppata e testata secondo la norma EN 14813 parte 1 e parte 2.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 120 di 285

9. I SISTEMI TECNOLOGICI

Nei seguenti paragrafi vengono riassunte le indicazioni di massima relative ai sistemi tecnologici. Per le informazioni specifiche e gli approfondimenti necessari si rimanda alle relazioni specifiche e agli elaborati di dettaglio.

9.1 Trazione Elettrica

É prevista una linea di contatto composta da un solo filo sagomato, della sezione di 120 mm² per ciascun senso di marcia, progettata nel rispetto della norma EN 50119:2020, e supportata, per il trasporto dell'energia occorrente, da un cavo a posa interrata (feeder) della sezione complessiva di 1.200 mm² collegato in parallelo. Nell'officina di manutenzione rotabili del deposito è prevista l'utilizzazione della catenaria rigida mobile.

Per il sostegno della linea di contatto sono previste le seguenti tipologie:

- sospensione trasversale con funi isolate e ancoraggi a muro;
- sospensione con mensola distinta per binario e sostegno tubolare centrale alla sede tramviaria, nei tratti dove la tramvia corre al centro della sede stradale;
- sospensioni con mensole distinte per binario, con mensola per due binari e tiranti radiali e longitudinali;
- sospensione trasversale e sostegni tubolari laterali alla sede tramviaria;
- tiranti radiali e pali esterno curva per sostenere la linea di contatto nelle curve di piccolo raggio;
- sospensione elastica sotto ad infrastrutture di linea;
- sospensione di tipo rigido sotto ad infrastrutture/rimessaggio del deposito.

L'altezza della LdC è prevista sotto sospensione di mt. 5,60 dal piano del ferro per permettere il transito in tutta sicurezza dei mezzi su gomma, sia sulla sede tramviaria promiscua riservata, sia in corrispondenza degli incroci stradali. Il filo di contatto è regolato per la maggior parte del tracciato mediante taglie e contrappesi mentre, per la zona di piazza della Libertà, vista la tipologia e complessità del tracciato, il filo di contatto è del tipo ad ormeaggio fisso. La medesima tipologia di linea di contatto a filo fisso è impiegata all'interno del deposito di Bagno a Ripoli.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 121 di 285

Per ridurre l'impatto dei sostegni, nelle zone dove la linea di contatto è del tipo a filo regolato e dove la geometria del tracciato lo permette, i sostegni sono stati posizionati prevedendo campate in rettilineo fino ad un massimo di 50 metri.

La linea aerea di contatto di posa aerea (Catenary) è prevista unicamente nei tratti compresi tra le fermate di:

- inizio tratta viale Don Minzoni km 0+000 e viale Matteotti km 0+416,71
- Fermata Piave km 2+266,93 e Fermata Verrazzano km 3+367,31
- Fermata Erbosa km 4+623,00 e Fermata Capolinea Bagno a Ripoli km 7+138,81
- Deposito tranviario di Bagno a Ripoli

Nei restanti tratti del percorso tranviario non è prevista la linea di contatto aerea (Catenary Free) in quanto il tram si muoverà in maniera autonoma con il sistema di alimentazione di bordo previsto dal rotabile.

9.1.1 Circuito di Ritorno e Circuito di Terra

Il circuito di ritorno di linea è del tipo con binario ad isolamento di terra ridotto, come previsto dalle norme CEI 50122-2:2010, per limitare le correnti vaganti. A tale proposito si evidenzia che la conduttanza di dispersione complessiva verso terra dei binari di corsa sarà inferiore a 5/100S per ogni Km. Per raggiungere i valori di conduttanza sopra indicati, in fase di realizzazione del binario è prevista la posa di una guaina isolante in grado di garantire detti valori nel tempo. Il circuito di ritorno del deposito è previsto del tipo tradizionale con binari a terra.

Per la sicurezza delle persone contro i pericoli di tensionamento in caso di cedimento degli isolamenti, è previsto un impianto di messa a terra conforme a quanto previsto dalle norme vigenti, composto da una corda di rame da 120mm² per il collegamento di tutte le strutture metalliche collocate nella zona della linea aerea di contatto e del pantografo, da una presa di terra per ogni sostegno e da un collegamento, in ogni fermata del circuito di terra descritto, al circuito di ritorno con interposizione di apposito diodo.

9.1.2 Sostegni e Mensole

Sono previsti due diverse tipologie di sostegni e mensole scelte con lo scopo di mitigare l'impatto ambientale nel contesto urbano dove si inserisce la linea tranviaria.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 122 di 285

Per i tratti lungo la linea tranviaria sono stati previsti sostegni tubolari in ghisa con valore architettonico come quelli già impiegati sulle precedenti linee tranviarie, aventi base flangiata. Le mensole, anch'esse del tipo architettonico come già impiegate sulle precedenti linee tranviarie, sono sostenute con tiranti di collegamento palo-mensola, posate orizzontalmente ed equipaggiate con doppio isolamento posto in prossimità dell'attacco al sostegno del tipo snodato. I sostegni e le mensole, successivamente alla lavorazione, saranno verniciati con aggrappante epossidico e smalto poliuretano di colore a scelta della Committenza.

Per la linea tranviaria all'interno del Deposito di Bagno a Ripoli, per motivi pratici e funzionali dettati anche dalla complessità del tracciato e scambi di ingresso si è privilegiato la funzionalità e sono previsti sostegni tubolari in lamiera pressopiegata del tipo poligonale a 12 lati, totalmente zincati a caldo e con base flangiata.

9.1.3 Linea di Contatto con Catenaria Rigida

L'officina della tramvia di Bagno a Ripoli sarà costruita con sei binari attrezzati con linea di contatto del tipo a catenaria rigida mobile (CRM). Il sistema previsto garantisce l'accesso del carro ponte ai convogli e agli elementi tecnici sui tetti dei convogli stessi.

La CRM in posizione d'esercizio potrà essere alimentata a 750 Vcc dalla sottostazione d'alimentazione attraverso un sezionatore commutatore, e sarà inoltre collegata elettricamente con la linea aerea esterna. Nella posizione rimossa la CRM si collegherà automaticamente al sistema di protezione e messa a terra attraverso un collegamento franco al circuito di ritorno.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 123 di 285

9.2 Sistema di Supervisione e Controllo dell'esercizio

Il sistema di trasporto a guida vincolata del tipo tranviario, attraversando gli agglomerati urbani su strade ordinarie, si trova, in genere, in sede promiscua mediante una piattaforma carrabile che permette il transito e le intersezioni con le vie di flusso di altri veicoli e dei pedoni.

Il Regolamento di Esercizio in un sistema tranviario è fondamentalmente basato sul principio della **marcia a vista** regolato da tabelle orarie.

In particolare, la marcia a vista impone al Conducente di procedere nel percorso stabilendo e controllando la via in modo tale da poter fermare prontamente il veicolo, nel tratto di visuale libera, appena se ne manifesti il bisogno.

Il cadenzamento nella marcia, le partenze dai capolinea, dalle fermate, dai tronchini (o punti intermedi prestabiliti del tracciato) vengono definite da tabelle orarie pre-schedulate (servizio).

Il Conducente del tram inoltre è soggetto all'osservanza della regolamentazione del **Codice della Strada** vigente ed è responsabile del rispetto delle indicazioni della segnaletica luminosa e fissa disposta lungo il tracciato e della distanza tra il proprio veicolo a quello che lo precede.

In ogni caso il Conducente resta l'unico responsabile della marcia del veicolo pertanto dovrà arrestare il veicolo stesso negli spazi opportuni al fine di evitare qualsiasi tipo di collisione.

Nel caso della tranvia di Firenze, il sistema di trasporto a guida vincolata del tipo tranviario attraversa tratte urbane e parte della sede è protetta e delimitata lateralmente da elementi di separazione fisica atti a ridurre o eliminare i rischi di invasione della sede da parte dei veicoli o pedoni non autorizzati; esso assume la denominazione, definita dalla normativa **UNI 8379**, di Tranvia Veloce o metrotranvia.

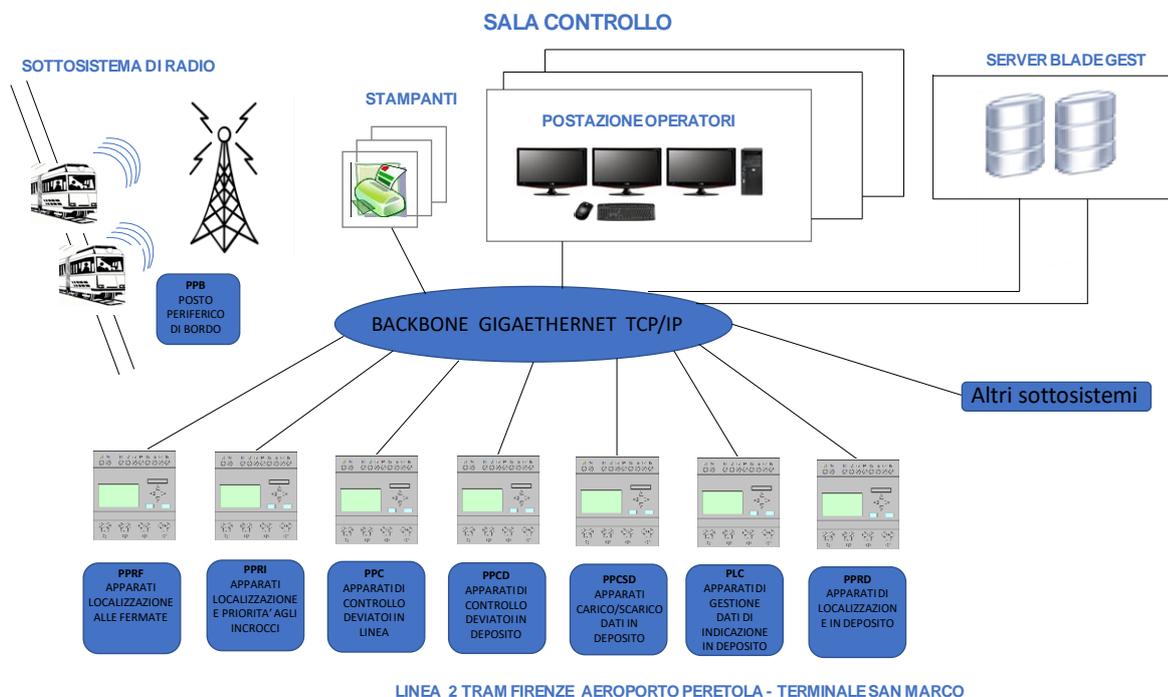
Il modello completo della tranvia è realizzato con lo scambio informativo tra:

- Impianto di segnalamento di linea e di deposito
- Impianto di localizzazione e priorità semaforica
- Sistema di telecomunicazioni
- SCADA per gestione impianti fissi
- SCADA per gestione impianti di trazione
- Sistema di manutenzione
- Sistema UTC Tranvia
- Sistema di sincronizzazione oraria

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 124 di 285

- Sistema radio

La figura seguente evidenzia l'architettura del sistema di segnalamento costituito dagli impianti di segnalamento e localizzazione:



Ciascun sottosistema, opportunamente configurato, è composto da apparecchiature elettroniche installate presso il Posto Centrale di Controllo (PCC), lungo il tracciato della tramvia (PPC, PPRF, PPRI) ed a bordo dei tram (PPB).

Caratteristica importante dell'impianto è la modularità dei suoi sottosistemi, operativamente indipendenti e capaci di comunicare tra loro tramite una rete di comunicazione.

L'impianto di Segnalamento assicura i transiti in sicurezza nei tratti singolari di linea quali:

- zone di manovra: capolinea o bivi;
- zone a scarsa visibilità: tunnel, sottopassi o curve;
- nei tratti di circolazione banalizzata a singolo binario;
- intersezioni con viabilità ordinaria (incroci stradali, pedonali);
- intersezioni tra le linee tranviarie.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 125 di 285

In tali aree sono previsti degli apparati che permettono di ottenere un adeguato livello di sicurezza al fine di garantire i transiti dei veicoli ed evitare collisioni e/o deragliamenti in corrispondenza dei deviatori.

Pertanto il Conducente, nella gestione della marcia del veicolo, deve scrupolosamente attenersi alle indicazioni di ausilio fornite dagli apparati di linea e di bordo le quali, comunque, non lo sollevano dalle responsabilità della conduzione del veicolo in regime di “marcia a vista”.

In relazione a quanto riportato, di seguito verranno descritte le caratteristiche principali ed i requisiti funzionali degli apparati del **Sistema di Segnalamento**, con l’obiettivo di definire specifiche modalità di esercizio per la gestione della circolazione, mantenendo le condizioni di marcia a vista tipiche dei sistemi tranviari.

Tali impianti hanno le stesse prestazioni e caratteristiche tecniche di quelli realizzati per la Linea 2 lotto 1: Peretola Aeroporto – Piazza Unità e, per tale scopo, sono previste le stesse logiche e tecnologie già utilizzate.

Il **Sistema di Segnalamento** è costituito dai seguenti impianti:

- ⇒ controllo e comando zone di manovra (capolinea e bivi);
- ⇒ localizzazione dei veicoli;
- ⇒ regolazione della marcia;
- ⇒ priorità semaforica.

Tali impianti saranno realizzati utilizzando i seguenti apparati:

- PCC → Server
- Veicolo → Apparati di bordo
- Linea → PPRI , PPRF, PPC

Tutte le funzionalità del Sistema di Segnalamento sono controllate e visualizzate al Posto Centrale di Controllo (PCC) realizzato con la Linea 1 e successivamente aggiornato dal gestore della tramvia, dal punto di vista dell’hardware con l’introduzione di un Server Blade.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 126 di 285

Il software installato sul Server Blade è in grado di visualizzare e far gestire agli operatori di centro il regolare svolgimento dell'esercizio di tutte le linee, e consente loro di potere intervenire per l'invio di messaggi mirati o generalizzati ai conducenti e con azioni tendenti a riportare alla normalità eventuali situazioni anomale della circolazione.

La localizzazione del veicolo lungo la linea consente di realizzare la funzionalità di "Train Describer" presso il PCC.

La priorità semaforica consente al veicolo in approccio ad un incrocio con la viabilità ordinaria di ottenere il preferenziamento semaforico, limitando al minimo possibile le perturbazioni al regolare svolgimento del servizio.

9.2.1 Descrizione del Sistema di Segnalamento

Il Sistema di Segnalamento è costituito principalmente dai seguenti impianti integrati nel contesto del modello tranviario:

- Posto Centrale di Controllo;
- Impianto di Segnalamento di linea
- Impianto di segnalamento in deposito
- Impianto di Localizzazione e regolazione tram
- Impianto di priorità semaforica

Lo scopo di tali impianti è quello di fornire uno strumento tecnologico modulare di supervisione e controllo delle numerose e complesse funzioni che coinvolgono molti aspetti di gestione della tranvia, quali l'instradamento, il transito in sicurezza (la logica di controllo periferica è basata su apparati a microprocessore in classe di sicurezza SIL3), il parcheggio della flotta di tram, la priorità semaforica agli incroci stradali, la localizzazione e visualizzazione al PCC della flotta tranviaria lungo il percorso della linea, la regolazione del servizio.

Ciascun sottosistema, opportunamente configurato, è composto da apparecchiature elettroniche installate presso la centrale di controllo, lungo il tracciato della tranvia ed a bordo dei tram.

Caratteristica importante del Sistema è la modularità dei suoi impianti, operativamente indipendenti e capaci di comunicare tra loro attraverso la rete di comunicazione.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 127 di 285

9.2.2 Posto Centrale di Controllo

Un sistema centrale integrato, in grado di gestire tutte le funzionalità del Sistema di Segnalamento. lo stato del servizio delle linee tranviarie, il controllo degli enti di linea e dei principali impianti di fermata, rappresenta una caratteristica basilare per un sistema di trasporto moderno.

A tal fine, per la realizzazione della Linea 3 lotto 2, è prevista l'espansione del software del Posto Centrale di Controllo già esistente nell'ambito della Linea 2 lotto 2 sito nel deposito di Scandicci ed installato sul Server Balde messo a disposizione dal Gestore della tramvia (GEST).

Il Posto Centrale di Controllo consente al personale della sala di controllo di interagire, mediante le applicazioni installate sulla loro workstation, con tutti i sottosistemi di telecomunicazione e supervisione degli impianti situati al Posto Centrale di Controllo stesso e lungo linea; esso implementa tutte le funzioni necessarie ad interfacciare i singoli sottosistemi ed a correlarne le azioni per garantire un elevato livello di automatismo. Le workstation del Posto Centrale di Controllo, pertanto, costituiscono un'interfaccia uomo-macchina che permette agli operatori di gestire il normale esercizio e le situazioni di emergenza attraverso indicazioni e digitazioni user-friendly.

Il sistema di Posto Centrale prevede inoltre la seguente reportistica degli eventi:

- registrazione dei transiti con data e ora relativa al passaggio per ogni veicolo su ciascun loop della linea;
- accesso diretto (dalla workstation operatore) ad un'interfaccia completa di visualizzazione degli allarmi ed eventi relativa ai singoli apparati della linea.

Il Posto Centrale di Controllo è organizzato in due aree tecnologiche principali:

- Sala Controllo;
- Sala Apparati.

Nella Sala Controllo sono ubicate le postazioni operatore (CLIENT) per il comando, il controllo e la supervisione dell'intero sistema.

Nella Sala Apparati, sono installate le apparecchiature di calcolo del posto centrale (SERVER).

L'architettura di Posto Centrale realizzata per la gestione della Linea 3 Lotto 2 è costituita da un Server Blade di proprietà del Gestore su cui è installato il software Smartrams descritto nei paragrafi successivi.

Sul sistema esistente sarà quindi esteso il database e configurato il software necessario per la

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 128 di 285

gestione dei sottosistemi di Segnalamento e Localizzazione di Linea 3 Lotto 2.

Corrispondentemente saranno estese le funzioni di previsione di arrivo in fermata/incrocio e di regolarizzazione.

Nella suite Smartrams è previsto anche il sistema di gestione della priorità semaforica (UTC Tramvia). Il sistema di Localizzazione del sistema Smartrams condivide le informazioni di previsione di arrivo alle fermate e agli incroci con il sistema UTC Tramvia integrato nel sistema di centro per attuare, trasmettendo attraverso la rete Gigabit/Ethernet che connette gli apparati di campo con il centro di controllo, le richieste di preferenziamento al sistema semaforico tramviario periferico. L'estensione alla Linea 3 Lotto 2 di queste funzionalità è insita negli interventi di adeguamento qui descritti.

9.2.3 Impianto di Segnalamento di Linea

La funzione dell'impianto di segnalamento è quella di garantire transiti sicuri in tutti quei punti della linea che possono essere potenzialmente critici in quanto interessati da "rotte", la cui attuazione contemporanea non è fattibile senza rischio di collisione.

In situazioni di questo tipo l'apparato "locale" di segnalamento garantisce l'attuazione in sequenza di fasi che consentono di servire i convogli tranviari attraverso:

- il rilevamento passivo dei convogli sui c.d.b. (circuiti di binario);
- la ricezione delle richieste di attuazione (attraverso loop di comunicazione);
- la prenotazione delle richieste;
- il controllo e predisposizione dei segnali di protezione scambi;
- la verifica delle rotte;
- il blocco delle rotte conflittuali con verifica su matrice di sicurezza;
- la manovra dei deviatori (elettrici);
- l'attuazione sequenziale delle rotte richieste.

A questa sequenza logica corrisponde una struttura di macchina che prevede sempre una ridondanza di controlli con logica di controllo basata su microprocessori con livello di sicurezza SIL3.

La segnalazione sarà costituita da un segnale a più luci. L'attuazione consisterà nel posizionare effettivamente gli scambi secondo lo schema previsto. Le rotte saranno delimitate da apparati di

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 129 di 285

campo tipo Circuiti di Binario.

Quindi l'impianto di segnalamento gestisce intere aree garantendo l'interlocking tra rotte non compatibili garantendo transiti di veicolo in sicurezza e impedendo, la formazione di rotte incompatibili da parte di un altro veicolo.

Si precisa che, anche in questo caso, il Conducente rimane l'unico responsabile nella gestione della marcia del veicolo e deve scrupolosamente attenersi alle indicazioni dei segnali posti lungo la linea tranviaria. Infatti il regime di marcia rimane "a Vista" e comunque la presenza di tali apparati non solleva dalle responsabilità della conduzione e di verifica della via in quanto non in marcia automatica.

9.2.4 Impianto di Segnalamento in deposito

Per consentire il rimessaggio dei 16 veicoli in servizio sulla Linea 3 lotto 2 è prevista la realizzazione di un deposito. Il deposito sarà composto da 5 binari di stazionamento (per un totale di 14 stalli di parcheggio), un'officina per la manutenzione del materiale rotabile con 5 corsie d'intervento, una stazione di servizio e un tunnel di lavaggio veicoli.

La gestione delle rotte all'interno del deposito, in condizioni di normale esercizio, viene effettuata dall'operatore di Posto Centrale di Controllo. Solo in caso di funzionamento degradato, il conducente, a seguito dell'autorizzazione dell'operatore di Posto Centrale di Controllo, può impartire manualmente i comandi sulle rotte, previo azionamento di un apposito pulsante a chiave locale installato sulle paline dei segnali, all'inizio delle rotte stesse.

Infatti tutti i segnali di indicazione delle rotte in deposito sono corredati di una indicazione luminosa supplementare, indicante la rotta preimpostata dall'operatore del segnalamento all'interno dell'area di deposito sottoforma di caratteri alfanumerici luminosi, una delle seguenti destinazioni:

- L (tunnel di lavaggio);
- U (uscita deposito)
- R1, ..., Rn (binario di rimessaggio n-mo);
- A (autorimessa).

L'impianto di segnalamento di deposito permette le operazioni necessarie alla movimentazione interna al deposito e inoltre verifica il funzionamento dei dispositivi ad esso collegati consentendo l'integrazione verso la centrale operativa.

Esso permette la verifica della sicurezza delle manovre e segnala errori, anomalie o guasti al

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 130 di 285

PCC. Da quest'ultimo, saranno consentiti la visualizzazione ed il monitoraggio di tutti gli enti dell'impianto di segnalamento di deposito, permettendo agli operatori la scelta di rotte o di operazioni correlate alla movimentazione in modo sicuro e controllato.

Al fine di rendere maggiormente operative le aree di lavaggio – servizio – officina i movimenti previsti vengono gestiti localmente dal personale di manovra o manutenzione e pertanto non sono controllati dagli apparati di segnalamento.

I dati trasmessi dai dispositivi installati a bordo delle vetture, quali ad esempio l'identificazione della vettura, il rilevamento della posizione della vettura (per aree di competenza), lo scambio bordo-terra delle informazioni utili per scopi di manutenzione e archiviazione statistica viene acquisita dall'impianto.

9.2.5 Impianto di Localizzazione e di Regolazione

Un requisito fondamentale per la supervisione della flotta tranviaria è rappresentato dalla possibilità di visualizzare, sull'interfaccia operatore delle postazioni interessate, la posizione dei convogli tranviari, sia in linea in modo continuo che in deposito per zone.

Le funzioni di localizzazione del veicolo vengono espletate attraverso l'installazione di loop di comunicazione in punti della linea stabiliti in fase progettuale.

Tali dispositivi sono collegati ai relativi apparati di controllo, che provvedono a trasferire i dati di localizzazione al nodo di rete ("switch ethernet") geograficamente più vicino (posto in fermata nell'armadio di telecontrollo).

L'impianto di localizzazione si divide in:

- Localizzazione in fermata
- Localizzazione agli incroci

In funzione delle caratteristiche fisiche del tracciato è possibile associare ad un apparato di localizzazione entrambe le funzioni di localizzazione in fermata e di localizzazione agli incroci (ad esempio quando gli incroci semaforici stradali si trovano nelle vicinanze delle Fermate).

La localizzazione inoltre viene resa continua mediante l'apparato di bordo che con l'ausilio delle informazioni fornite dai loop di localizzazione in linea già oltrepassati e con la distanza misurata dall'odometro è in grado di autolocalizzarsi e trasmettere al Posto Centrale di Controllo, mediante il sistema radio, la propria posizione. A tal proposito, la frequenza minima di messaggi di localizzazione via radio è definita in funzione dei limiti delle caratteristiche tecniche della radio stessa ed in funzione di quanto già realizzato per Linea 2 e 3.1.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 131 di 285

Attraverso le informazioni ricevute al Posto Centrale di Controllo il Sistema di Segnalamento realizza la funzione di “Train Descriptor”, ossia la visualizzazione della posizione del veicolo sul tracciato (fermate, incroci, capilinea) su un opportuno quadro sinottico attraverso il modulo software TrainMonitor. Verrà pertanto visualizzata l'intera flotta con l'ID tram e lo stato in cui ritrova il veicolo (anticipo, ritardo, orario, fuori servizio, etc).

9.2.6 Congruenza tra richiesta rotta e servizio

La presenza nella rete tranviaria di tratte promiscue alle linee 2 e 3.2.1 può comportare che la “richiesta di rotta” effettuata dal conducente non sia congrua con il “servizio del tram” in quelle aree di bivio in cui un veicolo può procedere verso due linee differenti.

Un esempio è l'area della fermata Libertà. Un conducente che sta svolgendo un servizio associato alla Linea 3.2.1 e che quindi dovrebbe deviare verso il Terminale Don Minzoni, potrebbe erroneamente richiedere la rotta verso Linea 2 Aeroporto.

Analogamente, un veicolo di Linea 3.2.1 in partenza dalla fermata Libertà verso Bagno a Ripoli potrebbe erroneamente richiedere la rotta verso Piazza San Marco.

Per evitare le situazioni appena descritte, viene introdotta una funzionalità che verifica che ci sia congruenza tra la richiesta di rotta ed il servizio del tram ed in caso di corrispondenza, il comando viene eseguito dal sistema.

9.2.6.1 Descrizione della funzionalità

La funzionalità di “verifica Congruenza rotta”, dove prevista, agisce come segue:

- una richiesta di rotta corretta da parte del conducente (cioè coerente con il servizio in corso) attiva la prevista sequenza di instradamento, con conseguente movimentazione scambio (se necessaria) e la relativa segnalazione a procedere (segnale a via libera). Il tram procede nella sua marcia in accordo al servizio che sta effettuando;
- una richiesta di rotta non corretta da parte del conducente (cioè non coerente con il servizio in corso) non attua la sequenza di instradamento ed il segnale permane nello stato di via impedita (X); se il tram ha già abbandonato il loop di comando, il conducente è impossibilitato a chiedere una nuova rotta e, di conseguenza, deve:
 1. arrestarsi in corrispondenza della linea di stop del segnale di rotta;
 2. contattare via radio la centrale operativa;
 3. chiedere l'impostazione da remoto della rotta corretta.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 132 di 285

Una volta che la rotta corretta è stata impostata, lo scambio viene movimentato nella direzione richiesta, se necessario, il segnale di rotta si dispone a via libera ed il tram può proseguire la sua marcia.

9.2.7 Sincronizzazione attraversamento aree critiche

La messa in funzione della Linea 3.2.1 avrà un impatto diretto sull'area critica di Piazza Libertà, già di per sé complessa, poiché area ad intenso traffico veicolare e di transito per la Linea 2 VACS Lotto 2. Nello specifico, con la messa in servizio della Linea 3.2.1 verrà attivata la fermata "Libertà", attualmente passante per la Linea 2. Inoltre, subito dopo Piazza Libertà, verrà attivato lo stacco verso la futura Linea 3.2.2, attuale Terminale Don Minzoni. Tali situazioni rendono necessario sincronizzare l'accesso all'area critica "Libertà" da parte delle tre linee: Linea 2, Linea 3.2.1 e Linea 3.2.2.

Il requisito fondamentale per ottenere le migliori prestazioni nell'attraversamento dell'area critica da parte dei tram è la regolarità della marcia della frequenza dei veicoli in modo da prefigurare gestire un loro cadenzamento in tali aree.

Il massimo livello di regolarità può essere ottenuto attraverso le seguenti azioni:

1. Partenza da capolinea nel rispetto del countdown;
2. gestione della regolarizzazione lungo linea;
3. gestione dei nodi a elevata criticità: a titolo di esempio ci si può riferire al nodo Bivio Novoli Aeroporto (Alamanni-Diacceto) in prossimità della stazione ferroviaria di Santa Maria Novella che concentra le principali seguenti problematiche:
 - compresenza costante di veicoli tranviari di linee differenti;
 - elevati flussi veicolari;
 - elevati flussi pedonali.

9.2.7.1 Gestione della regolarità lungo linea

Le seguenti considerazioni, che saranno dettagliate in fase di Progettazione Esecutiva, si basano sulla necessità di operare con il sistema nella sua configurazione e funzionalità standard, quindi attraverso l'applicazione e l'utilizzazione delle modalità operative previste dal sistema.

Le tabelle orarie di servizio dei veicoli, dovranno essere progettate in modo tale che, i tram arrivino nelle aree critiche cadenzati in modo tale da minimizzare le interferenze tra di loro.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 133 di 285

Inoltre, al fine di rispettare l'aderenza alle suddette tabelle orarie, verrà comunicato in modo automatico dal sistema, l'orario di partenza dai capolinea mediante **countdown** sul TrainPAD di bordo.

La regolarizzazione della marcia avviene tramite:

- 1 l'informazione di anticipo/ritardo sul TrainPAD di bordo, rispetto alla tabella di marcia prevista;
- 2 il sistema semaforico che ricevendo gli input dal sistema di localizzazione, predispone le fasi semaforiche, in modo da permettere l'aderenza oraria alle tabelle di marcia del tram e indirettamente induce il driver ad adottare dei comportamenti di guida congrui. Tale regolarizzazione può essere eseguita in modo preferenziale sulle fermate con pedonale in uscita ad esempio aprendo il semaforo in uscita:
 - a. dopo il tempo di fermata standard;
 - b. appena il veicolo arriva in fermata;
 - c. dopo un tempo di attesa prolungato;

a seconda che il tram giunga in orario, in ritardo oppure in anticipo.

Inoltre il sistema di localizzazione, integrato con il sistema di segnalamento regola le partenze da alcune delle fermate immediatamente antecedenti i nodi critici in modo da garantire il corretto cadenzamento e permettere un corretto intervallo di arrivo nelle suddette zone tra tram che percorrono rotte tra loro interferenti.

9.2.7.2 Gestione dei nodi a elevata criticità

Il meccanismo di regolarità descritto al paragrafo precedente crea i presupposti per la gestione ottimale delle aree critiche, regolarizzando l'accesso dei tram e permettendone una gestione efficace.

Possono esserci tuttavia casi in cui il sistema non riesce a raggiungere lo scopo preposto; ciò accade ad esempio in presenza di scarti dalla tabella di marcia troppo grandi per essere recuperati in linea o che questi si presentino in prossimità dei nodi critici. Per questo motivo si prevedono scelte progettuali che, in presenza di accesso contemporaneo di veicoli nelle aree critiche, (rotte interferenti), ne regolino il transito, minimizzando i perditempo e soprattutto evitando che si presentino casi di blocco (deadlock).

Al fine di garantire tale funzionalità, il sistema semaforico e quello di segnalamento saranno progettati affinché siano coordinati nel fornire il verde tramviario ed il segnale di rotta libera.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 134 di 285

Occorre precisare che la gestione dei movimenti tramviari/veicolari negli incroci semaforici, viene effettuata attraverso idonei piani semaforici progettati per ottimizzare queste situazioni, perlopiù chiudendo per tempo tutte le fasi veicolari e pedonali nemiche dei possibili movimenti tranviari al fine di attuare in breve tempo la fase semaforica tranviaria del tram in approccio all'area (e quelle veicolari e pedonali congrue associate).

Le aree di Linea 3 Lotto 2 in cui è previsto il coordinamento tra impianto semaforico e impianto di segnalamento sono:

- Piazza Libertà - Cavour (Linea 2 Lotto II)
- Lamarmora – Libertà (Linea 2 Lotto II)
- Bivio per ingresso deposito (Linea 3 Lotto II)
- Terminale Bagno a Ripoli (Linea 3 Lotto II)

9.2.8 Impianto di priorità semaforica

Uno degli aspetti qualificanti di una metrotranvia è certamente la gestione efficiente dell'attraversamento degli incroci semaforizzati, con richiesta di priorità automatica da parte del veicolo in approccio.

Dall'analisi dei piani schematici delle linee, si osserva come ogni tratta compresa tra due fermate è generalmente interessata da alcuni attraversamenti stradali trasversali da parte del traffico privato.

Questi, se non opportunamente gestiti, creerebbero un notevole rallentamento nella circolazione dei veicoli pubblici, causando una diminuzione non trascurabile della velocità commerciale del tram con conseguente caduta dell'attrattiva che il mezzo pubblico può esercitare sugli utenti.

In virtù di ciò è previsto un impianto di priorità semaforica in grado di ricevere dall' impianto di localizzazione sia le previsioni di arrivo dei mezzi localizzati, sia i segnali di input da inviare al regolatore semaforico per far predisporre la semaforizzazione stradale in modo da favorire il mezzo pubblico, dopo aver rilevato l'approccio del tram all'incrocio.

Generalmente gli attraversamenti sono caratterizzati dall'incrocio di una strada ordinaria con la sede tranviaria. Ciò significa che, in assenza di tram in approccio, il centralino semaforico stradale esegue un normale ciclo delle fasi semaforiche di traffico privato e salta la fase tranviaria. La richiesta di priorità deve quindi chiamare in esecuzione la fase tranviaria all'interno del ciclo semaforico rispettando i vincoli esistenti di minimo tempo di verde sulla direzione incrociante e minimo tempo di sgombero dell'incrocio da parte dei mezzi stradali.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 135 di 285

La priorità semaforica consente all'Esercente di tendere all'obiettivo principale dell'esercizio che è quello di garantire il rispetto dell'orario teorico, sia per fornire un servizio regolare agli utenti, sia per mantenere invariata la propria organizzazione interna in termini di veicoli circolanti e di personale viaggiante.

9.2.8.1 Criteri della priorità semaforica

In condizioni di normale svolgimento dell'esercizio, il sistema di regolazione semaforica del Centro di controllo (UTC), tramite le informazioni di localizzazione dei veicoli ricevute predispone le fasi semaforiche tranviarie agli incroci variando la durata delle fasi del piano in esecuzione affinché il regolatore sia pronto per "servire" al momento opportuno la finestra di verde per il passaggio del tram; viene così eseguita una macroregolazione del traffico tranviario.

Gli apparati di linea svolgono invece la funzione di microregolazione del traffico tranviario. Il tram che si appresta all'incrocio con la viabilità ordinaria invia all'unità di terra, attraverso il ricevitore di terra, le informazioni di approccio, impegno e liberazione dell'intersezione.

L'unità di terra inoltra tali segnali all'armadio di rilevamento incrocio il quale a sua volta invia le richieste alla centralina semaforica; quest'ultima concederà di conseguenza il "via libera" al tram fino all'avvenuto passaggio.

Pertanto, tutta la logica della priorità del tram risiede nel sistema di previsione di arrivo agli incroci e nel sistema di controllo semaforico (UTC di centro e controllori semaforici di linea).

Essendo la gestione della priorità semaforica correlata strettamente con il sistema di controllo semaforico, di seguito verranno fornite delle brevi indicazioni sulle logiche di gestione del messaggio di priorità.

Generalmente le azioni eseguite in seguito alla ricezione di un messaggio di richiesta di priorità sono le seguenti:

- allungamento e accorciamento delle fasi del ciclo semaforico corrente al fine di predisporre la transizione al verde del tram all'istante previsto;
- transizione alla fase di servizio del tram con il verde nella direzione richiesta;
- chiusura della fase tranviaria a valle del passaggio del tram;
- rientro sul normale ciclo semaforico a valle dello sgombero dell'intersezione da parte del tram.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 136 di 285

Questa gestione consente di non penalizzare eccessivamente i flussi veicolari garantendo il ritorno al funzionamento ordinario nel minor tempo possibile.

Per poter effettuare la traslazione del piano semaforico "centrando" la finestra di verde sull'istante di arrivo del mezzo pubblico, sono necessarie le seguenti condizioni:

- che la previsione di arrivo sia disponibile con sufficiente anticipo;
- che la stima del tempo di arrivo sia sufficientemente precisa in modo da non incorrere nei vincoli di massima durata del tempo di rosso sulle direttrici concorrenti (si deve tenere conto anche dei tempi di sosta presso eventuali fermate che precedono l'incrocio).

Questa ultima condizione può essere sufficientemente garantita dal fatto che i mezzi viaggiano in corsie protette.

La rilevazione e la trasmissione continua del dato di posizione (segnali) e stima di arrivo (previsioni) del veicolo durante la fase di approccio all'incrocio, garantisce:

- di predisporre sulla centralina semaforica il ciclo, in modo da essere pronta a fornire il via libera per tempo;
- di segnalare alla centralina l'approccio a breve distanza dall'incrocio;
- di confermare l'avvenuto passaggio e la conseguente "liberazione di coda" del crocevia.

9.2.9 Apparati di bordo

Il sistema che realizza le funzionalità di segnalamento e di localizzazione a bordo veicolo (PPB) è costituito dai seguenti apparati:

- apparato di diagnostica tram, sistema radio, apparato di comunicazione bordo/terra, odometro;
- due console di segnalamento TrainPAD (con inclusa unità VPB) per interfaccia con il conducente (uno per cabina tram) ciascuno costituito da un display touchscreen che rappresentano i dispositivi attraverso cui i conducenti interagiscono con il sistema di elaborazione;
- due apparati di comunicazione bordo/terra (uno per ogni cabina) che permettono

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 137 di 285

lo scambio di dati nelle direzioni bordo/terra e terra/bordo interfacciandosi con l'unità di elaborazione e con l'antenna induttiva di bordo (transponder);

- due antenne induttive di bordo (transponder) per la comunicazione con i loop;

Il veicolo viene dotato di due manipolatori (joystick) installati sul cruscotto, uno per ogni cabina, che consentono al conducente di inviare i comandi sinistra, dritto e destra all'impianto di segnalamento. Inoltre sul cruscotto è presente una spia luminosa per la segnalazione della posizione del veicolo "sopra al loop".

9.2.10 Apparatì di linea

9.2.10.1 Posto Periferico di Controllo

Le apparecchiature elettroniche di linea sono collocate in armadi di zona denominati PPC (Posto Periferico di Controllo). In ciascun PPC sono comprese le sezioni dedicate alle funzioni di:

- alimentazione elettrica;
- controllo della trasmissione terra-bordo (Vecom-8) attraverso i loop stesi tra i binari (solo in linea);
- controllo dei circuiti di binario;
- controllo dei deviatori motorizzati;
- comando dei segnali luminosi tramviari;
- logica di attuazione in sicurezza degli istradamenti (controllore HP-N).

A seconda della complessità della zona controllata, possono essere utilizzati anche più armadi PPC.

9.2.10.2 Circuiti di binario

La Variante Alternativa al Centro Storico ha introdotto delle complessità di tracciato in alcune aree (ad es.: bivio Valfonda – capolinea Unità) dovute alla presenza di apparati di deviazione ravvicinati e la conseguente installazione di un opportuno numero CDB, necessari alla gestione dell'area, anch'essi a breve distanza gli uni dagli altri da attrezzare in tratti di linea di lunghezza ridotta.

Per far fronte a tale restrizione, è stato necessario adottare una diversa tecnologia per la rilevazione in sicurezza del veicolo. I circuiti di binario capacitivi (CDB HSK) infatti, hanno una lunghezza installativa compresa tra 3m e 12m e garantiscono le stesse prestazioni funzionali e di safety dei circuiti di binario tradizionali (CDB HFP).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 138 di 285

9.2.10.3 Circuiti di binario HFP

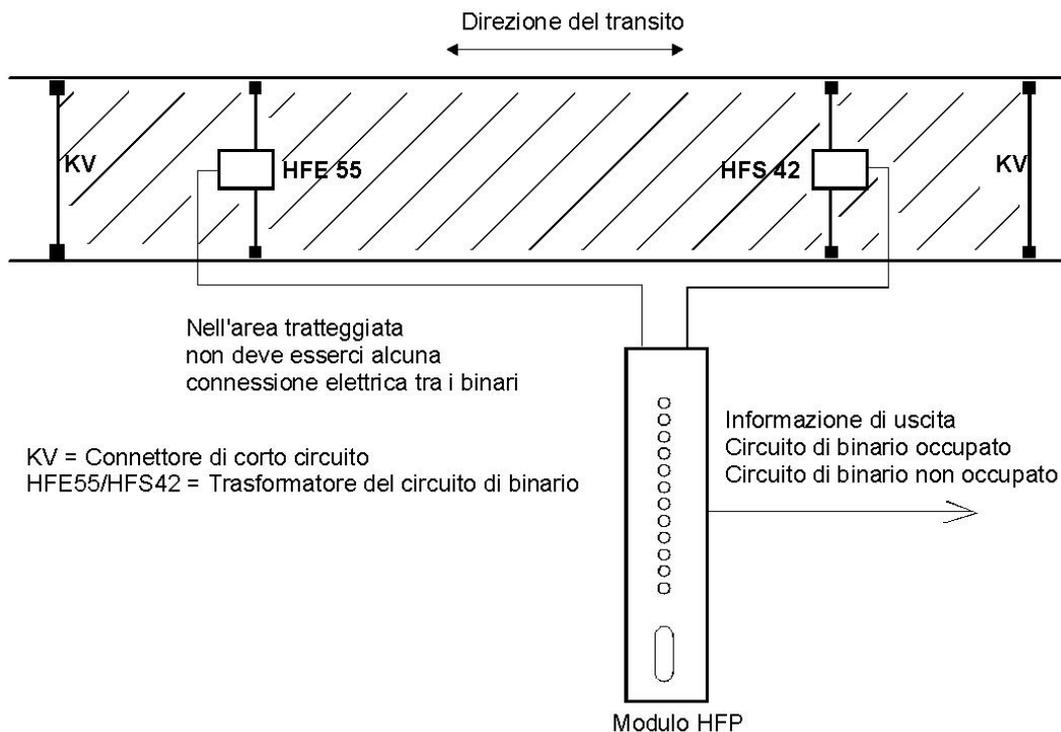
Il circuito di binario HFP è utilizzato per rilevare la presenza di un veicolo tramviario su un tratto di binario. Il rilevamento è determinato dalla presenza di un corto circuito assiale causato dai carrelli della vettura tramviaria all'interno del circuito CDB.

Esso utilizza le rotaie di un tratto di binario di lunghezza variabile a seconda della lunghezza del veicolo e della velocità massima di percorrenza.

Il principio di funzionamento consiste nella immissione di un segnale in tensione alternata (con una frequenza selezionata tra 16 disponibili in un intervallo compreso tra 7,2 e 13,5 kHz) a una estremità della rotaia del circuito tramite un trasformatore trasmettitore e nel suo rilevamento tramite un trasformatore ricevitore all'altra estremità. Il circuito è fornito alle estremità di appositi cavi elettrici di cortocircuito che delimitano la lunghezza del circuito di binario stesso (cortocircuitando le frequenze di lavoro). Il circuito deve essere continuo senza la presenza di giunti isolanti al suo interno.

Un eventuale cortocircuito tra le rotaie, determinato dai carrelli del tram causa uno squilibrio del segnale che viene acquisito dal modulo di controllo del Controllore HP-N che determina lo stato di occupazione del cdb, fino a che non si ristabilisce il segnale corretto che determina la sua liberazione.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 139 di 285



9.2.10.4 Circuiti di binario HSK

In generale, un CDB HSK è occupato dal cortocircuito assiale e diventa nuovamente libero quando non è più presente la massa del veicolo.

Una regolazione automatica assicura la compensazione delle influenze esterne quali ad esempio l'invecchiamento o i cambiamenti climatici.

Il tratto di binario da controllare è limitato in entrambe le direzioni da un cavo di cortocircuito (conduttore in rame con sezione 120 mm^2). Non devono esistere altre connessioni elettricamente conduttive tra le rotaie in questo tratto di binario.

Le rotaie e i cavi di cortocircuito costituiscono i conduttori elettrici in questo tratto di binario e posseggono una resistenza R e un'induttanza L ai quali si aggiunge un condensatore (C) per la formazione di un circuito risonante.

La scheda HSK lavora tramite un oscillatore a frequenza variabile, la cui frequenza di risonanza dipende dalla capacità C del circuito HSK, oltre che dalla lunghezza e dalla larghezza del circuito stesso (R ed L).

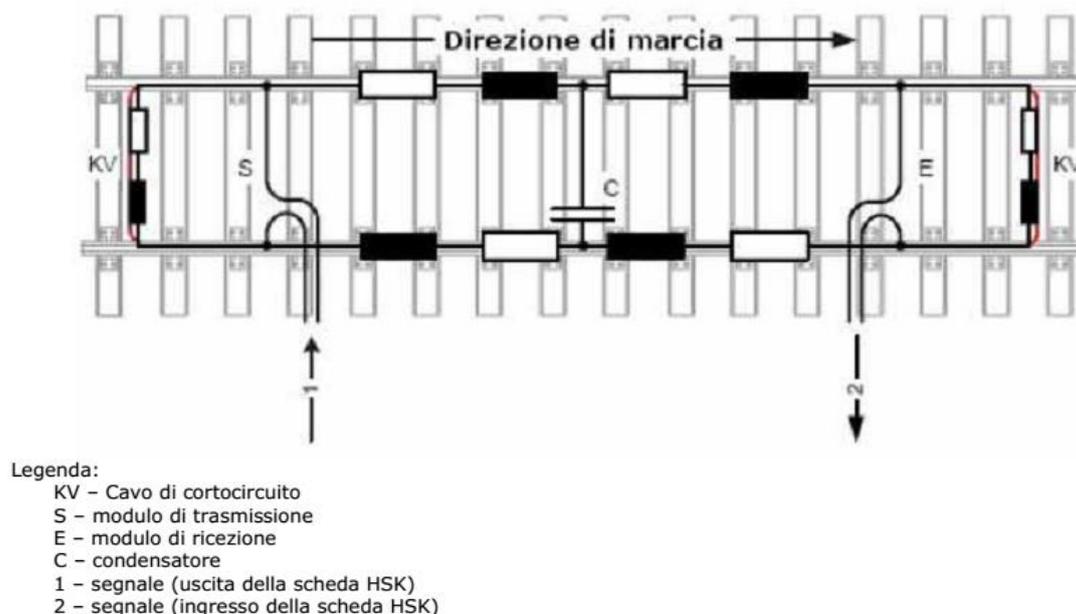
N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 140 di 285

Quando un veicolo transita sopra il circuito di binario ulteriori fattori influenzano la frequenza: il cortocircuito assiale e la massa metallica del veicolo.

Il condensatore del circuito HSK si trova nel modulo C. Il collegamento elettrico alle rotaie del cavo schermato è effettuato tramite un modulo trasmettitore ed uno ricevitore (S/E). Tutti i moduli si trovano all'interno di rail box.

La frequenza e l'attenuazione (ampiezza) del circuito HSK cambiano durante il passaggio di un veicolo ed il superamento od il rientro delle soglie porta ad una commutazione tra i due stati di libero ed occupato, o viceversa.

Tali circuiti di binario sono utilizzati laddove non è disponibile una lunghezza sufficiente per l'installazione dei cdb HFP (che consentono il rilevamento contemporaneo di almeno due



carrelli di veicolo) e possono essere montati su tratti dritti o curvi con lunghezze da 3m a 12m.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 141 di 285

9.2.10.5 Loop

Esso è costituito da una loop buffer che funge da amplificatore di segnale e da un cavo twistato posato tra i binari le cui dimensioni dipendono dalla velocità di transito del tram. La lunghezza tipica è di 3 metri ed essa garantisce il colloquio tra bordo e terra ad una velocità massima di 70Km/h.

Esso costituisce una antenna di trasmissione e ricezione che permette la comunicazione con il veicolo che vi transita sopra.

Viene collegato all'apposito circuito di interfaccia del VECOM-8.

Ciascun VECOM-8 può interfacciare fino a 8 loop di comunicazione. Questi vengono selezionati ciclicamente in trasmissione e su ciascuno viene trasmesso un segnale di interrogazione. Quindi è commutato in ricezione. Se sul loop c'è un veicolo equipaggiato con un transponder Vecom esso reagisce al segnale trasmettendo un messaggio con il proprio codice di identificazione veicolo e altri dati impostati dal conducente. Il ciclo continua quindi con gli altri loop.

9.2.10.6 Casse di manovra

Sono utilizzate casse di manovra a montaggio centrale (interno al binario) dei seguenti tipi:

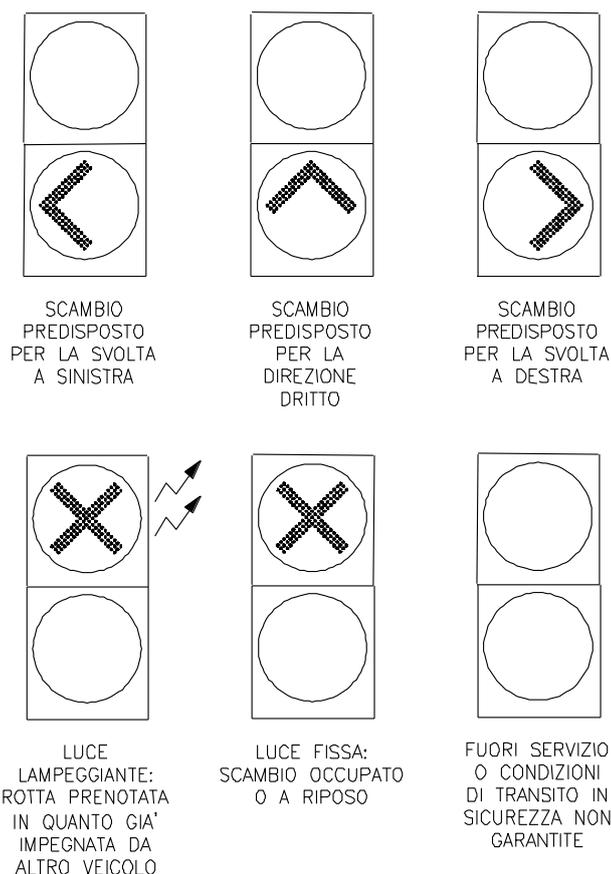
- casse di manovra elettroidrauliche con blocco meccanico degli aghi, normalmente non tallonabili. Sono adottate dove è richiesto il telecomando da bordo tram. Possono tuttavia essere tallonate a bassa velocità in caso di manovre eccezionali con forzamento dei blocchi, senza che questi si rompano e senza operazioni di ripristino;
- casse meccaniche tallonabili con ritorno a molla nella posizione normale. Il meccanismo della cassa dispone di molle a precompressione regolabile che determinano il ritorno degli aghi nella posizione iniziale a seguito di un tallonamento. Sono adottate negli scambi che non hanno alternative di percorso e quindi non hanno necessità di essere telecomandati. Il meccanismo di manovra è inoltre dotato di uno smorzatore idraulico per ridurre la rumorosità durante la movimentazione degli aghi nonché la loro usura;
- casse meccaniche tallonabili con ritorno a molla in una delle due posizioni preselezionate manovrando con apposita leva. Sono adottate negli scambi del Servizio Provvisorio;
- casse meccaniche tallonabili. Il meccanismo della cassa non determina il ritorno degli aghi nella posizione iniziale a seguito del tallonamento.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 142 di 285

9.2.10.7 Segnali tramviari

In base alle modalità operative del Posto Periferico di Controllo ed alla necessità di indicare al conducente del veicolo la prenotazione (memorizzazione) di una rotta occupata, vengono utilizzati in linea ed in deposito i segnali tramviari riportati nella figura.

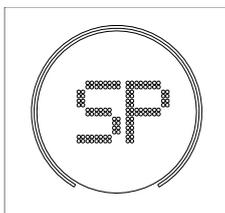
Per garantire la sicurezza, quando il sistema è in uno stato di malfunzionamento entrambe le luci dei segnali sono spente.



La costruzione della tranvia prevede la possibilità di gestire dei casi di interruzione di parti della linea. Per tale scopo sono presenti lungo la linea i Segnali per il Servizio Provvisorio.

Il Segnale per il Servizio Provvisorio, mostrato nella figura seguente, è una lanterna con il simbolo luminoso SP e può essere acceso solo dal conducente tramite un interruttore a chiave posto sul

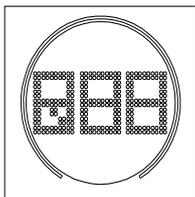
palo del segnale stesso.



I segnali in deposito sono identici a quelli usati per la protezione delle zone di manovra in linea, ma in aggiunta vi è l'indicatore di destinazione, che indica al conducente del tram la rotta che l'operatore del Posto Centrale di Controllo ha impostato.

L'indicatore di destinazione è un segnale luminoso con tre caratteri alfanumerici, le cui possibili indicazioni sono mostrate in figura.

Inoltre, i segnali di deposito sono dotati di una opportuna pulsantiera per permettere al conducente di predisporre la rotta da seguire in caso di anomalia del Posto Centrale di Controllo.



N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 144 di 285

9.2.11 Incroci e Segnaletica

L'inserimento della tramvia provoca una limitazione alla capacità trasportistica su gomma, prendendo spazi in esclusiva precedentemente utilizzati da altri veicoli (sede tramviaria propria).

A tal fine sono previsti nel progetto interventi che facilitino l'inserimento della linea, sia ai fini di limitare la penalizzazione della circolazione attuale su gomma sia al fine di poter far svolgere alla tramvia la funzione di vettore affidabile, veloce e regolare.

Parallelamente sono previsti dalla Direzione Mobilità del Comune di Firenze interventi tesi a ridisegnare la viabilità nelle zone intorno al tracciato della tramvia tramite la definizione di:

- Nuove direttrici principali di traffico privato, tramite interventi strutturali e riordino dei sensi di marcia per ottenere la variazione di destinazione d'uso di alcune strade. Tali interventi risultano funzionali a rendere agevole accesso ad alcune strade e parallelamente minimizzare gli incroci tra la viabilità e il tracciato della tramvia.
- Revisione degli attraversamenti stradali intersecanti la linea tramviaria con lo scopo di minimizzare le interferenze tra veicoli e tram a vantaggio della regolarità dell'esercizio tramviario. Gli attraversamenti della linea sono limitati a quelli minimi indispensabili per collegare due zone rese separate dai binari della tramvia posti in sede propria protetta, o per dare accesso a zone residenziali altrimenti non più raggiungibili da veicoli.

Tuttavia, la linea tramviaria di progetto presenta numerose intersezioni a raso con la viabilità stradale ordinaria e quindi un elevato potenziale di conflitto con la circolazione su gomma. Allo scopo di ridurre al minimo l'influenza di tale potenziale sulla regolarità dell'esercizio tramviario, trattandosi di una tramvia veloce, è previsto l'inserimento di un sistema tecnologico atto a garantire la priorità semaforica al tram rispetto alla circolazione ordinaria. Il sistema di priorità semaforica, essendo finalizzato a favorire la regolarità e la velocità di esercizio del tram, è in grado, possedendo grande flessibilità di gestione, di non penalizzare eccessivamente la circolazione stradale su gomma, sia privata che pubblica.

Il sistema di priorità semaforica è attualmente in esercizio sulla linea T1 ed in ampliamento anche sulla linea T2 del sistema di tramvie di Firenze; verrà esteso anche alla linea 3.2.1.

Il lavoro di progettazione degli impianti per la gestione delle intersezioni semaforizzate fra la linea di traffico tramviaria e le correnti veicolari è stato formulato in aderenza al progetto definitivo. L'obiettivo principale è stato quello di separare i traffici attraverso la definizione di itinerari alternativi, e di conseguenza permettere una regolarità di esercizio alla linea tramviaria che

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 145 di 285

assicura il minor impatto alla circolazione.

È necessario pertanto prevedere:

- l'adeguamento della segnaletica orizzontale, verticale e luminosa presso ogni incrocio;
- la centralizzazione semaforica di tutte le intersezioni con la linea tramviaria, mediante un sistema predisposto per la priorità al mezzo tramviario;
- la realizzazione di Piani Particolareggiati del Traffico per i comparti urbani adiacenti alla nuova linea.

9.2.11.1 Tecnologie

Il sistema di controllo semaforico a Livello centrale è realizzata tramite un sistema UTC Tramvia con lo specifico compito di realizzare un coordinamento funzionale nella regolazione delle intersezioni stradali lungo la tramvia, una gestione centralizzata di tutti i parametri, e consentire inoltre una visione globale del traffico pubblico e privato. Tale gestore ha il compito di:

- attuare i criteri di preferenziamento del trasporto su ferro come sotto descritti;
- effettuare la regolazione dei piani semaforici in funzione dei dati di traffico;
- colloquiare con il sottosistema di localizzazione;
- trasmettere e gestire le informazioni riguardanti i flussi di traffico verso l'UTC comunale.

E' così possibile implementare gli algoritmi per generare "onde verde" semaforiche con variazioni dinamiche in funzione dei dati di localizzazione dei tram in modo tale da consentire a quest'ultimi l'attraversamento degli incroci senza fermata.

In particolare, l'impianto di localizzazione (a cura del Sistema di Controllo e Comando) invia al sistema UTC i dati di localizzazione dei veicoli. L'apparato di localizzazione periferico, per ciascun senso di marcia attraverso contatti liberi da tensione (digital output), rende disponibili al regolatore semaforico di ciascun incrocio informazioni sulla presenza del tram nelle varie situazioni (anticipo, orario, ritardo, in prossimità dell'incrocio, oppure con richiesta forzata della fase semaforica di bordo e liberazione dell'incrocio).

Il sistema di controllo semaforico ha il compito di garantire il preferenziamento dei tram agli incroci per consentire una adeguata velocità commerciale.

Per il raggiungimento di tali scopi, in condizioni di normale esercizio il riferimento per la

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 146 di 285

circolazione dei veicoli è rappresentato dalla tabella oraria, mentre in condizioni anomale il sistema permette l'applicazione di due diverse logiche di regolazione:

- il mantenimento della frequenza di passaggio dei veicoli, e quindi la creazione di una nuova tabella oraria "traslata nel tempo";
- il rispetto della tabella oraria originaria, e quindi l'assegnazione a ogni veicolo di una tabella corrispondente a una corsa differente.

Gli elementi che compongono il sistema di asservimento semaforico sono:

- un sistema di localizzazione del veicolo;
- un sistema di richiesta di attuazione per il preferenziamento semaforico tramite tre loop di terra (1-priorità, 2-comando,3-rilascio). Eventualmente il primo trasponder di priorità può essere associato, in caso di spazi ridotti, con quello di comando dell'incrocio precedente o con quello di localizzazione nella fermata precedente;
- una unità di elaborazione che svolge attività di sincronizzazione semaforica, richiesta di attuazione e comando dei segnali semaforici tranviari dell'incrocio;
- una unità periferica multifunzione (MFU) per la regolazione dell'incrocio stradale;
- semaforo a barre per il tram e il semaforo a tre luci per i veicoli gommati.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento:

3217NX50001PE_0A INCROCI E SEGNALETICA STRADALE - Architettura, segnaletica e impiantistica - Relazione tecnica generale e Capitolato prestazionale

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 147 di 285

9.3 Illuminazione Pubblica

La rete di illuminazione pubblica, gestita per il Comune di Firenze dalla Società Silfi e per il Comune di Bagno a Ripoli direttamente da quest'ultimo, interferisce con svariati punti luce con il tracciato della futura sede tranviaria, che dovranno quindi essere adeguati.

In questa fase di progettazione esecutiva si è eseguito il progetto dello spostamento dei punti luce e delle linee interferenti per garantire la continuità degli impianti, avendo cura che siano rispettati gli standard di legge e comunali per l'illuminazione sia delle strade che della sede tranviaria.

Gli impianti elettrici di illuminazione pubblica sono alimentati da punti di alimentazioni esistenti lungo il tracciato, il presente progetto prevede di confermare detti punti di alimentazione alla pubblica illuminazione ma di prevedere la realizzazione di nuovi sostegni nelle posizioni compatibili con la nuova viabilità verificando il grado di illuminazione e la compatibilità degli impianti esistenti se non interferenti con il nuovo tracciato tranviario.

Le linee elettriche di alimentazione dei sostegni della pubblica illuminazione saranno in cavo tipo FG16OR16 0,6/1 KV in uscita da un quadro già predisposto, sono posate all'interno di polifore interrate raggiungendo i sostegni e attestandosi alla morsettiera del sostegno di illuminazione.

I sostegni per l'illuminazione pubblica saranno del tipo di palo a "Giglio" già in uso sulle tratte oggetto del tracciato tranviario. I sostegni saranno del tipo a sbraccio singolo, doppio e come normalmente in uso negli impianti attuali in opera e approvati dalla Committenza.

Per ridurre l'impatto visivo e il numero dei sostegni, nei casi in cui la posizione del sostegno per la Linea di Contatto e la posizione del sostegno per l'illuminazione pubblica possono coesistere si provvederà ad installare il corpo illuminante sul sostegno della Linea di Contatto.

I corpi illuminanti saranno del tipo a LED già in uso negli impianti attualmente in opera e impiegati nella pubblica illuminazione lungo le linee tranviarie 2 e 3.1.

9.3.1 Descrizione degli Impianti

L'impianto di illuminazione pubblica esistente viene integrato in base al tracciato della tramvia ed alle modifiche che questo comporta sul territorio. In linea generale quindi i sostegni della linea di contatto sono in ghisa e posti lateralmente rispetto alla sede tramviaria, come previsto dal progetto della Linea di Contatto; gli impianti sono integrati, modificati o ottimizzati con l'impianto di illuminazione pubblica in modo da garantire l'illuminazione della sede tramviaria e delle aree interessate limitrofe quali carreggiate, passaggi pedonali, attraversamenti e piste ciclabili.

I sostegni sono a singolo o doppio braccio in acciaio zincato verniciato, sono di altezza variabile

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 148 di 285

tra 6 e 10,00 m; le armature sono costruite in conformità alle norme CEI, con cablaggio in doppio isolamento.

Per mantenere migliori prestazioni di uniformità di illuminazione, garantendo quindi un maggior comfort per gli utenti della strada, è stata prevista in fase di progettazione un'altezza di installazione del corpo illuminante compresa tra 6 e 10 mt fuori terra ed una interdistanza tra i pali pari circa a 25-35 mt, compatibilmente con la tipologia di carreggiata ed i limiti normativi di riferimento. Per quanto riguarda le sorgenti, sono state previste sorgenti a LED.

9.3.2 Alimentazione e Gestione delle Accensioni

Lo schema di principio relativo all'alimentazione della nuova illuminazione pubblica è caratterizzato da due dorsali di alimentazione. Tali linee alimentano, per ogni lato della strada, due circuiti trifase indipendenti tra loro denominati: circuito 1 e circuito 2.

Queste dorsali sono attestate

- a circuiti di illuminazione pubblica esistenti, prelevando energia dai vecchi pali; un circuito viene prelevato dal penultimo palo della linea vecchia, l'altro circuito dall'ultimo e vanno rispettivamente al primo e secondo palo della nuova installazione;
- direttamente dagli interruttori di un quadro SILFI esistente (caso più comune).

Ogni circuito alimenta più sostegni in modo da equilibrare il più possibile le fasi di cui è composto.

I pali sono collegati al circuito di terra tramite un cavo G/V 1x16mmq o di sezione superiore che ne collega mediamente 5 di essi ad un picchetto di terra installato dentro un pozzetto come previsto dal capitolato SILFI.

Al fine di garantire il funzionamento del sistema di accensione a cascata adottato dall'impianto di pubblica illuminazione della città di Firenze, va verificato puntualmente ed eventualmente integrato, attraverso posa di n°2 cavi bipolari aggiuntivi, che il collegamento di pilotaggio permetta la commutazione dei relè presenza tensione posti in ogni armadio, che devono essere eccitati dal quadro a monte. Gli interventi di realizzazione della tranvia, oltre al nuovo piano di illuminazione pubblica devono assicurare il mantenimento di questo tipo di collegamento.

Per quanto riguarda i sistemi automatici di controllo e riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne, questi vengono gestiti localmente da ogni lampada di illuminazione attraverso apposito dispositivo "intelligente".

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 149 di 285

Per il contenimento dell'inquinamento luminoso generali si presentano due situazioni tipiche:

- Linee in cui è possibile adottare il sistema di riduzione del flusso luminoso: si tratta di linee di nuova realizzazione o di linee esistenti che sono alimentate in modo da poter rendere attivo il sistema di riduzione di potenza e quindi di flusso luminoso.
- Linee esistenti a cui vengono raccordate nuovi parti d'impianto d'illuminazione pubblica che attualmente sono funzionanti con il sistema tutta notte / mezza notte, ovvero nelle ore notturne prevedono la parzializzazione del numero delle sorgenti luminose anziché della loro potenza. Per esse il sistema di parzializzazione non può che essere congruente con quello della linea a cui si raccordano, tuttavia è sempre possibile, nel caso di adeguamento del tratto esistente, mettere in atto il sistema di riduzione di potenza e quindi di flusso luminoso riprogrammando il sistema di alimentazione a bordo lampada.

9.3.3 Cavidotti, collegamenti ed impianto di terra

I cavi di alimentazione sono posati in opera entro cavidotti in PVC di diametro adeguato (\varnothing 50mm), interrati a 60 cm di profondità e a 70 cm se in carreggiata. Le linee dorsali lungo linea sono posate entro un cavidotto in PVC di diametro 110 mm, l'infrastruttura IP sarà in definitiva composta da n°2 tubi da 110 più un tritubo da 50mm.

I pozzetti di derivazione, di dimensioni 40x40x60 cm con chiusino in ghisa carrabile, sono realizzati in prossimità di ciascun punto luce; altresì, gli stacchi di derivazione vengono collegati alla linea dorsale principale tramite pozzetti di ispezione con coperchio carrabile in ghisa delle dimensioni di 42x80x70 cm e delle dimensioni di 80X80X70 cm in relazione alla tipologia di vie cavi principali stesse. I chiusini rispettano la normativa vigente, e la marcatura degli stessi riporta l'indicazione "ILLUMINAZIONE PUBBLICA" oppure "IP".

I collegamenti elettrici per derivare i singoli punti luce sono realizzati tramite morsettiera con doppio isolamento estraibile e dotata di portafusibili sezionabili posizionata all'interno del palo sul quale sono collocate le armature stesse; tale morsettiera è accessibile dall'esterno tramite portello base palo con chiusura con viti di serraggio a cava speciale azionabili solo mediante chiave dedicata per evitare manomissioni, con morsetti di diametro adeguato alla sezione dei cavi da collegare e contrassegnati dal marchio IMQ.

Sebbene l'impianto di illuminazione pubblica sia un sistema a doppio isolamento, gli elementi infissi nel terreno sono dotati di messa a terra con corda G/V da 16mmq. I bracci a parete sono

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 150 di 285

invece privi di tale collegamento, così come previsto dalla norma CEI 64-8.

9.3.4 Illuminazione del Nuovo Ponte

Il nuovo ponte sul fiume Arno verrà costruito in prossimità dell'intersezione di Via Minghetti e il Lungarno Colombo Lato spalla Arno Firenze e il parco dell'Anconella Lato Spalla Bagno a Ripoli. Per ottenere un grado di illuminamento adeguato sulle carreggiate stradali sono state previste delle torri faro, in ogni torre faro è stato previsto l'installazione di 6 proiettori per illuminazione di grandi aree della ditta Gewiss del tipo "Smart Pro 2.0". Garantendo così i livelli richiesti dalla normativa vigente e soprattutto una uniformità nella illuminazione che non dia fastidio all'utente della strada.

9.3.5 Valutazioni in merito alle norme UNI EN 13201-2:2016 i e CEI EN 62471

Si riporta qui di seguito una breve valutazione in merito alle norme UNI EN 13201-2

UNI EN 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali

La UNI EN 13201-2 assegna, dal punto di vista illuminotecnico, i valori minimi di luminanza, illuminamento, uniformità e controllo dell'abbagliamento.

La Norma europea definisce, secondo i requisiti fotometrici, le categorie illuminotecniche per l'illuminazione stradale volta a soddisfare le esigenze visive degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

Il software utilizzato tiene in considerazione nello sviluppo del calcolo illuminotecnico tutte le classificazioni presenti nella Normativa vigente.

CEI EN 62471 – Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada

Qualsiasi fonte luminosa può recare danni, la normativa italiana ed europea obbliga il produttore ad eseguire dei test di laboratorio e scrivere sulla lampada la classe di rischio se presente. Esistono inoltre dei limiti di emissione da non superare. Test da eseguire, classi di rischio e limiti di emissione sono definiti nella normativa EN 62471. Il testo unico sulla sicurezza, D.Lgs. 81/2008 riprende questi limiti e li applica ai luoghi di lavoro per la tutela di tutti i lavoratori

Il danno potenziale della radiazione luminosa varia con la lunghezza d'onda e con la dose ricevuta. La dose è data dalla potenza per il tempo di esposizione.

La EN 62471 definisce dei limiti assoluti di esposizione per la superficie della cute e della cornea, definisce delle classi di rischio e definisce i limiti di emissione per i vari gruppi.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 151 di 285

Secondo EN 62471 paragrafo 6.1, definisce i gruppi di rischio (per la luce blu) come segue:

Gruppo di rischio 0 (Gruppo Eccezionale): Non provoca alcun rischio fotobiologico.

Gruppo di rischio 1 (Rischio basso): la filosofia di base per questa classificazione è che la lampada non presenta alcun rischio a causa delle normali limitazioni comportamentali nell'esposizione.

Gruppo di rischio 2 (Rischio medio): la filosofia di base per questa classificazione è che la lampada non presenta alcun rischio a causa del degrado termico o della risposta di prevenzione del rischio a fonti di luce molto luminose.

Gruppo di rischio 3 (Rischio elevato): la filosofia di base per questa classificazione è che per un'esposizione improvvisa o breve, la lampada può presentare un pericolo regolare.

Relativamente al rischio da luce blu, è possibile definire un valore di illuminamento (al livello degli occhi) in funzione della temperatura di colore (CCT) della lampada, al di sotto del quale il rischio è uguale o inferiore al gruppo 1.

Una temperatura di colore (CCT) più alta significa una luce con maggiore potenza nella lunghezza d'onda del blu.

Tutte le lampade che verranno installate devono riportare sulla confezione il gruppo di rischio.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 152 di 285

9.4 Sistemi Informativi e trasmissivi

I sistemi informativi e trasmissivi sono composti da: sistema trasmissivo, sistema Radio Tetra, sistema di bordo, impianto di diffusione sonora, pannelli informativi, sistema di sorveglianza video TVCC, impianti telefonici, impianto di sincronizzazione oraria e sistema di tariffazione.

9.4.1 Il Sistema Trasmissivo

Il sistema trasmissivo è basato su di una Rete in Fibra Ottica che utilizza Switch Ethernet di Layer 3 per ogni nodo di rete, ovvero in corrispondenza di ogni fermata. Tali apparati garantiscono le caratteristiche richieste in termini di switching/routing/priorità dei diversi flussi di traffico dati che devono essere trasportati dalla rete in oggetto.

La linea 3.2 avrà una propria rete in fibra ottica con topologia ad anello che garantirà, in caso di guasto in un tratto di linea, la richiusura del traffico dati sul ramo di rete attivo. La richiusura avverrà al PCC e sfrutterà le fibre ottiche messe a disposizione per le Linee esistenti.

La caratteristica della fibra monomodale risponderà alle norme ITU in vigore.

La fornitura e posa in opera sarà realizzata in accordo alle buone regole dell'arte, ed alle normative ITU.

La finestra di lavoro della fibra ottica sarà anch'essa in accordo alle normative ITU in relazione alla velocità/capacità del sistema trasmissivo.

I cavi a F.O. saranno terminati sui telai delle fermate e SSE della tramvia installati in appositi armadi in caso di spillamento (drop-insert).

Al fine di rispondere al meglio ai requisiti richiesti, la soluzione proposta presenta le seguenti funzionalità:

- Gestione del protocollo IP;
- Gestione del routing, per gli instradamenti del traffico e per la realizzazione della protezione ad anello;
- Configurazione e garanzia della Qualità del Servizio (QoS) in termini di priorità, banda passante, ritardo massimo, ecc.;

Per le utenze di TVCC, la Telefonia di fermata e la Diffusione Sonora (in quanto scambiano dati sensibili ai ritardi di trasmissione) saranno adottate politiche di Qualità del Servizio (QoS).

Come già accennato la rete proposta è una Gigabit Ethernet, ed è disposta su ring ottico con protezione ad anello che distribuisce, tramite switch di tipo L3, tutti i servizi di comunicazione

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 153 di 285

da e verso le fermate tramite interfacce ethernet.

L'architettura prevede un nodo principale ridondato situato nel PCC (Posto Comando Centrale), dal quale partirà un anello che conetterà le fermate in modo alternato (vedi schema del documento **3214XX50001PE_0A** di analisi RAM per il sistema tx dati)

Tale configurazione permette che, in caso di guasto di uno degli elementi del trasporto dell'informazione dal centro alla fermata, sia consentito il funzionamento della rete anche in condizioni degradate senza perdita di dati sensibili.

I nodi della rete garantiranno la corretta assegnazione delle priorità di trasmissione ai pacchetti appartenenti ad ogni flusso, in modo che a ciascuna applicazione sia assicurata la Qualità del servizio richiesta anche in caso di congestione della rete.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento:

- **3214GX50001PE_0A** – Rete Trasmissione Dati – Relazione tecnica.

9.4.2 Il Sistema Radio Tetra

Il sistema di comunicazione radio utilizzato impiega la stessa rete radiomobile TETRA già prevista per linee esistenti, opportunamente ampliata e potenziata; in tal modo viene garantita la piena compatibilità ed interoperabilità tra gli utenti delle tre linee tranviarie.

Le principali caratteristiche della tecnologia TETRA vengono di seguito elencate:

- sistema di comunicazione radio digitale allo stato dell'arte, pienamente compatibile con lo standard TETRA definito a livello europeo;
- instaurazione veloce delle chiamate;
- gestione delle priorità tra le varie comunicazioni radio per far fronte alle eventuali situazioni di emergenza;
- elevata efficienza "spettrale" rispetto agli altri sistemi radiomobili;
- sicurezza delle comunicazioni, grazie a procedure di autenticazione e protezione di tipo crittografico;

Il sistema di comunicazione radio è composto dal:

- sistema centrale: formato dalla centrale SCN, dal sistema di gestione NMS e dalle postazioni operatore radio;

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 154 di 285

- sistema Radio di Terra: formato da Stazioni Radio Base (SRB) che garantiscono la copertura agli apparecchi radio mobili e veicolari;
- sistema Radio Mobile: formato dagli apparati radio mobili e dagli apparati veicolari installati a bordo dei tram, che consentono la comunicazione in fonìa del tipo half-duplex fra il treno ed il PCC e la comunicazione dati tra il tram e il PCC

Le caratteristiche tecnologiche degli apparati della rete proposta permetteranno di soddisfare i seguenti requisiti:

- essere in grado di supportare indifferentemente traffico voce e dati;
- garantire in modo automatico la registrazione in rete dell'utente mentre si muove sul territorio (CELL-RESELECTION).

La rete provvede alla selezione automatica in accesso dei terminali. I terminali sono serviti indipendentemente dalla loro posizione lungo le linee tramviarie. In particolare il sistema è progettato per consentire, lungo l'intero sviluppo della linea:

- comunicazioni in fonìa tra utenti mobili e la Centrale Operativa (PCC);
- servizio di trasmissione dati;
- trasmissione dati di localizzazione tra i radiomobili a supporto del sistema AVLS (Automatic Vehicle Location System).

Per maggiori dettagli si rimanda al documento:

- **3214AX50003PE_0A** – “Sistema di comunicazione radio TETRA - Studio di copertura”.

9.4.3 Il Sistema di Bordo

Il sistema di bordo (OBS) è costituito essenzialmente da:

- Unità di Controllo radio (CU-Control Unit) basata su logica a microprocessore;
- Apparati di cabina utilizzati dal conducente per la comunicazione fonìa e dati con il PCC:
- Radio handset (microtelefono con tastiera);
- Altoparlante con amplificatore di cabina, microfono nascosto di cabina;
- Pedale allarme aggressione.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 155 di 285

I veicoli della flotta tranviaria sono bidirezionali e pertanto è prevista la duplicazione degli apparati di cabina. Per quanto riguarda la ridondanza degli apparati di bordo, è prevista, per ciascun veicolo, la duplicazione degli apparati radio di bordo. Tale sistema consentirà le seguenti funzionalità:

- Gestione delle comunicazioni radio in fonia e dati con il PCC mediante interfaccia con gli apparati radio di bordo (ricetrasmittitori radio completi di antenne e convertitori di tensione, radio handset);
- Interfaccia verso il sistema di segnalamento di bordo: per la gestione delle segnalazioni di allarme relative alle apparecchiature radio di bordo e agli apparati di cabina sopra riportati, in accordo a quanto riportato successivamente; per la gestione della comunicazione dati via radio con il PCC;
- Interfaccia verso il sistema di informazioni ai viaggiatori per la diffusione di annunci sonori provenienti da PCC;
- Interfaccia verso il sistema di diagnostica del veicolo (apparecchiature di veicolo installate sul rotabile);
- Gestione della segnalazione di allarme aggressione conducente verso gli operatori di PCC;
- Diffusione in viva voce di annunci sonori da PCC;
- Comunicazione dati per lo scambio dei dati da bordo a PCC mediante i posti periferici lungo linea; in particolare, la trasmissione da bordo ai posti periferici dovrà essere realizzata mediante transponder;
- Stazioni carico/scarico dati presso il Deposito (carico delle tabelle orarie, scarico dati di bordo, etc.).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 156 di 285

9.4.4 Impianto di Diffusione Sonora e Pannelli Informativi

Il sistema consente all'operatore del PCC di effettuare la diffusione di annunci sonori di servizio o per gli utenti del mezzo, nelle fermate e/o sui veicoli, tramite pannelli informativi e altoparlanti posti nelle fermate.

Gli annunci ai viaggiatori a terra possono riguardare:

- ora;
- tempo d'attesa;
- destinazione prossimo tram;
- coincidenze;
- annuncio prossimo tram in arrivo;
- perturbazioni impreviste;
- passaggi senza sosta;
- evacuazione;
- informazioni varie di gestione;
- informazioni in tempo differito;
- pubblicità;
- informazioni culturali, sportive, a carattere locale;
- ulteriori informazioni.

Le apparecchiature previste per il teleannuncio nelle fermate sono costituite da un amplificatore di potenza e da una coppia di altoparlanti (una per ogni banchina).

L'amplificatore sarà collegato in rete ethernet (con connettore RJ45) allo switch L3 di fermata.

La diffusione nelle fermate dei messaggi audio sarà possibile in tre modalità:

- Modalità Automatica: attraverso la quale vengono diffusi nelle stazioni messaggi in accordo con gli eventi generati dal sistema di localizzazione veicoli.
- Modalità Manuale: con la quale ogni operatore al Posto Centrale ha la possibilità di selezionare dalla sua postazione un messaggio audio da diffondere nelle stazioni.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 157 di 285

- Modalità “Dal vivo” (live): grazie alla quale l’operatore al posto centrale può diffondere messaggi dal vivo verso le fermate selezionate.

Le priorità sono gestite dallo SCADA di PCC. In modalità live ogni operatore può diffondere messaggi dal vivo verso la/le stazioni selezionate. La modalità di selezione della zona sarà solo manuale tramite consolle e con diffusione dei messaggi solo “dal vivo”. Per la diffusione sonora nelle fermate sarà inoltre previsto un dispositivo per la riproduzione dei messaggi preregistrati.

I messaggi selezionati dall’Operatore hanno sempre priorità superiore rispetto a quelli Automatici gestiti dal Sistema di Gestione integrato SCADA.

Il sistema di diffusione sonora di messaggi al pubblico è realizzato per il supporto degli utilizzatori della linea tramviaria. Non è previsto alcun Sistema di Diffusione Sonora in deposito.

I pannelli informativi nelle fermate permettono una buona visibilità dei messaggi fino a 10-15 m di distanza. Il sistema di informazioni al pubblico di tipo visivo sarà realizzato tramite Pannelli informativi luminosi a 2 righe i quali collegati con la rete Gigabit in fermata, ricevono dal PCC le informazioni necessarie ad una corretta informazione ai passeggeri in attesa nelle fermate.

Il sottosistema di informazione al pubblico è costituito dai seguenti blocchi:

- sistema di gestione integrato nello scada di PCC;
- rete di trasporto gigabit ethernet;
- pannelli informativi.

Le funzioni svolte dal sottosistema sono:

- visualizzazione dell’arrivo del treno;
- segnalazioni di eventuali ritardi;
- destinazione prossimo tram;
- eventuali tempi di attesa;
- visualizzazione di messaggi inviati dagli operatori del PCC.

Il sottosistema PI è organizzato in due livelli: Centrale e Periferico.

A livello centrale (PCC) sono presenti le postazioni operatore, il sistema di gestione

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 158 di 285

integrato SCADA di PCC e quello di trasmissione dati Gigabit Ethernet, mentre a livello periferico (fermate) saranno presenti i dispositivi di distribuzione e visualizzazione dei messaggi informativi (cartelli indicatori luminosi a led).

L'interconnessione tra gli apparati centrali e periferici avverrà per mezzo della rete multiservizio Gigabit Ethernet. In caso di anomalia di uno dei qualsiasi elementi della rete, la configurazione in ZLS (Zero Loss Services) permetterà al PCC il controllo dei cartelli tramite un percorso alternativo nella rete.

Il Sistema di gestione integrato SCADA al PCC, riceve dal sottosistema di localizzazione dei veicoli AVLS, i dati relativi al numero e alla posizione dei Tram lungo la linea. Lo SCADA automaticamente provvederà ad aggiornare i cartelli indicatori con le informazioni riguardo l'arrivo del prossimo treno o eventuali condizioni di ritardo o sospensione del servizio dovuto esempio a scioperi. Questo tipo di messaggi è chiamato messaggio automatico.

Gli operatori al PCC, abilitati alla funzione, possono inviare dei messaggi manuali direttamente sui cartelli indicatori, selezionando da pagina video una fermata, gruppi di fermate o tutte le fermate.

I messaggi selezionati dall'Operatore hanno sempre priorità superiore rispetto a quelli Automatici gestiti dal Sistema di Gestione integrato SCADA.

Le informazioni visualizzate saranno di tipo alfanumerico e la tecnologia utilizzata sarà a matrice di led. Non sono previsti vincoli particolari sul numero massimo di caratteri che compongono un messaggio, infatti, i pannelli informativi possono visualizzare messaggi su più pagine.

Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti:

- **3214EX50001PE_0A** – Impianto avviso al pubblico. Diffusione Sonora. Relazione Tecnica;
- **3214EX50003PE_0A** – Impianto avviso al pubblico. Pannelli informativi. Relazione Tecnica.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 159 di 285

9.4.5 Impianto di sorveglianza video TVCC

Il sistema è costituito da una centrale cui convergono le informazioni provenienti dalle aree sorvegliate dell'intera tratta tranviaria. Sono inoltre presenti:

- apparecchiature video con il compito di monitorare le immagini di tutti i sistemi TVCC della tratta tranviaria;
- apparecchiature di telecontrollo e telesegnalazione.

Al PCC è presente un dispositivo di registrazione degli eventi in grado di registrare in modo automatico le immagini ricevute dalle telecamere di banchina (che sono visualizzate su monitor al PCC) e registrate su supporto magnetico per creare un archivio generale.

Il sistema di scambio dati tra centrale locale e posto centrale, è tale da ottimizzare lo sfruttamento del canale di trasmissione a disposizione mediante compressione della sorgente video con tecniche standard (wavelet).

Saranno installate due telecamere per fermata, in grado di tenere sotto controllo visivo tutta l'area della fermata medesima.

Il sistema TVCC è basato sulla codifica ed il trasporto del video tramite protocollo TCP/IP, il cui uso, in associazione con la rete di trasporto Gigabit Ethernet, permette di effettuare le funzioni di commutazione del flusso video senza ricorrere ad apparati dedicati come le matrici video.

Ogni fermata è dotata di opportuni codec Audio/Video per la trasmissione verso il PCC. Le telecamere, una per ogni banchina e complete di custodia da esterni, saranno collegate ai codec di fermata che saranno collegati a porte Ethernet da 100 Mb ciascuna. Al PCC, sono presenti i codec collegati ai rispettivi monitor. I codec provvederanno alla funzione di decodificare i flussi video selezionati dall'operatore per essere visualizzati sui monitor.

L'operatore al PCC avrà la possibilità di selezionare, tramite il sistema di gestione integrato (tramite SCADA o PC di Management), uno o più flussi video da mandare su uno o più monitor presenti al PCC. Tutte le selezioni avverranno tramite tecniche di multicasting IP.

Come per gli altri sottosistemi precedentemente descritti, in una workstation separata (PC Management) è reso disponibile un software chiamato DMT (Degraded Mode

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 160 di 285

Terminal) della TVCC il quale, provvederà a fornire agli operatori del PCC, le funzionalità minimali di controllo del sottosistema, in caso di guasto o indisponibilità del sistema di controllo integrato. Grazie ad un registratore digitale integrato sui codec previsti al PCC e collegati ai rispettivi monitor, ogni operatore potrà registrare il video di ogni singolo monitor eliminando il “collo di bottiglia” dovuto all’utilizzo di un singolo registratore esterno.

Ogni operatore potrà eseguire le operazioni di archiviazioni delle immagini video su supporti DVD.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento:

- **3214IX50001 PE_0A** – Impianto TVCC – Relazione Tecnica.

9.4.6 Impianti Telefonici

Il sistema di telefonia automatica consentirà la gestione delle comunicazioni telefoniche interne delle tranvie, nonché le comunicazioni telefoniche esterne verso la rete telefonica pubblica, avvalendosi del PABX esistente.

Il sistema di telefonia provvederà a fornire il servizio di comunicazione in voce nei seguenti punti:

- Fermate;
- SSE.

Il PABX potrà interconnettere i telefoni di periferia con i telefoni PCC e con i telefoni VoIP.

I telefoni VoIP saranno telefoni alimentati esternamente poiché gli switch della rete dati non supportano il Power over ethernet.

Per la comunicazione tra gli operatori al PCC ed il personale di manutenzione lungo linea e nelle fermate, il servizio di comunicazione verrà gestito dai telefoni VOIP che utilizzeranno la rete di trasporto Gigabit Ethernet.

I due sistemi di telefonia, PABX e VOIP, sono collegati tra loro, tramite le interfacce disposte al PCC. Il sistema di Telefonia Automatica sarà costituito dai seguenti blocchi:

- il centralino PABX (esistente);
- i telefoni (VOIP);

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 161 di 285

- il software di gestione.

In ogni fermata, il telefono VOIP sarà connesso via ethernet allo switch concentratore. Tutti i telefoni VOIP saranno monitorati dal centro. L'istradamento della chiamata telefonica e la gestione di tutto il sistema verranno realizzati tramite il software di gestione installato al PCC.

9.4.7 Comunicazioni di linea

La Telefonia di linea sarà di asservimento al personale, lungo la linea, nelle fermate e nelle SSE e potrà comunicare con il PCC o con altri operatori di altre fermate tramite il servizio di telefonia VoIP.

In ogni fermata, il telefono VOIP sarà connesso via ethernet allo switch concentratore. Tutti i telefoni VOIP saranno monitorati dal centro. L'istradamento della chiamata telefonica e la gestione di tutto il sistema verranno realizzati tramite il software di gestione installato al PCC.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 162 di 285

9.4.8 Impianto di Sincronizzazione Oraria

L'impianto Sincronizzazione Oraria, utilizzato sia ad uso pubblico che per esigenze di servizio, sarà in grado di effettuare la sincronizzazione di tutti gli elementi ad esso collegati.

Gli apparati che necessitano sincronizzazione sono:

- orologi nelle stazioni;
- calcolatori del PCC via ethernet;
- Codec Audio Video.

La sincronizzazione sarà effettuata dagli apparati MTC (Master Time Center, per la distribuzione del segnale orario) e dall'apparato di ricezione del riferimento temporale GPS (già disponibile al PCC), sfruttando la rete trasmissione dati per la trasmissione del segnale di clock.

Sia gli orologi che i Master Time Server (apparati per la distribuzione del segnale di sincronizzazione in fermata) sono dotati di quarzo interno il quale permette di mantenere il riferimento temporale anche in assenza del collegamento con il riferimento temporale.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento:

- **3214FX50001PE_0A** – Impianto di Sincronizzazione Oraria ed Orologi di Fermata. Relazione Tecnica.

9.4.9 Sistema di Tariffazione

Il sistema di tariffazione è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Emettitori Automatiche di titoli di viaggio (2 in ogni fermata);
- Obliteratrici di titoli di viaggio cartacee (6 per ciascun veicolo);

Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti:

- **3215GX50001PE_0A** – Sistema di Tariffazione – Emettitori
- **3215GX50001PE_0A** – Sistema di Tariffazione - Obliteratrici a bordo veicoli

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 163 di 285

9.5 Alimentazione Elettrica e Sottostazioni

Il sistema di alimentazione elettrica di un sistema di trasporto ha la funzione di ricevere energia elettrica dall'esterno e di alimentare tutte le relative utenze elettriche.

Il sistema di alimentazione è costituito da:

- sistema media tensione costituito da: punti di prelievo dall'ente fornitore, cavi di distribuzione MT e relativi accessori, quadri ed apparecchiature MT;
- sistema di trazione costituito da sottostazioni elettriche e linea di contatto con relativi sezionamenti ed organi di manovra;
- sistema di distribuzione BT delle utenze di fermata, deposito/officina e posto centrale operativo (PCO);
- sistema di terra e correnti vaganti in cui vengono attuati i provvedimenti al fine della sicurezza elettrica per le persone e per la mitigazione degli effetti delle correnti vaganti generate dal sistema di trazione.

Il sistema di alimentazione primaria in Media Tensione sarà costituito da tre sottostazioni elettriche di conversione: S. Niccolò e Novello in linea, e Deposito Bagno a Ripoli. Sono previsti due punti di consegna dalla rete ENEL in media tensione a 15 KV, rispettivamente nella sottostazione "S. Niccolò" e "Deposito".

Si prevedono una fornitura di 4,5 MW dalla cabina primaria "Agnolo" (incrocio Viale Giovine Italia-Via Dell'Agnolo), con linea in cavidotto dalla SSE fino alle vicinanze della cabina ed una fornitura da 4,5 MW dalla cabina primaria "Varlungo", con linea in un micro tunnel sotto l'Arno e poi passaggio con cavidotto in trincea fino al Deposito. Dai punti di fornitura sopra indicati l'energia sarà distribuita alle altre sottostazioni tramite una linea in media tensione in cavo ad anello aperto. Le forniture di energia primaria dell'ente distributore sono derivate da due distinte cabine primarie dell'ente fornitore, di modo che anche il "fuori servizio" di una primaria non comporterà alcun disservizio della linea tranviaria: la normale continuità di esercizio sarà garantita infatti dal punto di distribuzione rimasto in servizio. In normali condizioni di funzionamento, entrambi i punti di alimentazione forniranno l'energia occorrente all'intero sistema evitando, attraverso opportuni interblocchi, il parallelo dei due.

Le SSE di conversione sono state previste per garantire l'energia di trazione a 750 V cc e l'energia in bassa tensione per gli impianti di linea.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 164 di 285

L'impianto in questione risponderà a tre esigenze principali:

- assicurare la potenza necessaria seguendo precisi criteri di disponibilità e razionalità;
- essere concepito con la massima economia di esercizio;
- garantire livelli di distorsioni armoniche accettabili, anche in relazione alle caratteristiche delle forniture.

Il cavo di alimentazione in media tensione è posato in un cavidotto di adatto diametro, con un percorso parallelo al tracciato nell'interbinario lungo il quale, a distanze opportune, saranno ubicati pozzetti di ispezione e di tiro del cavo. Ciascuno dei quadri MT previsti in sottostazione è composto di un sistema di sbarre da cui sono derivate le alimentazioni per i trasformatori di gruppo, il trasformatore dei servizi ausiliari, e le linee di alimentazione che garantiscono la distribuzione della MT. Le due sezioni estreme di S. Niccolò e Deposito, corrispondenti con i punti di alimentazione ENEL, saranno provviste di interruttori tripolari MT, che dovranno assicurare la protezione del sistema e dei cavi MT nelle diverse configurazioni possibili, per sovraccarico, per corto circuito e guasto a terra.

9.5.1 Le Sottostazioni Elettriche

Le sottostazioni elettriche di alimentazione della linea di contatto dovranno fornire l'energia necessaria per i rotabili alla tensione di 750 V cc.

Dal dimensionamento, che tiene conto della portata oraria, del tipo dei convogli ipotizzato, del profilo altimetrico, dei raggi minimi di curvatura del tracciato, e di tutte le altre particolarità del sistema stesso, nonché del recupero di energia in frenatura, è prevista la realizzazione di tre sottostazioni della potenza installata di 1,5 MW cadauna, in grado di garantire il servizio regolare nel periodo di punta con il cadenzamento massimo dei convogli ed il "fuori servizio", per manutenzione o guasto, di una SSE.

9.5.2 Distribuzione Bassa Tensione

Con riferimento allo schema di principio della distribuzione bassa tensione le sottostazioni sono inserite in una configurazione MT in grado di garantire un'alta affidabilità e continuità. In ogni sottostazione tutte le utenze di bassa tensione sono alimentate da un trasformatore MT/BT. La sezione di distribuzione BT è costituita da un quadro di distribuzione generale al quale sono collegati gli impianti BT, sia per la stessa sottostazione, sia quelli relativi alle utenze di linea (QEF Quadri elettrici di fermata).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 165 di 285

Il quadro di distribuzione generale è diviso in due sezioni: la prima sezione, detta sezione normale, collegata al trasformatore dei servizi ausiliari, alimenta tutte le utenze che in caso di mancanza tensione MT possono essere senza tensione (illuminazione e forza motrice non necessaria per situazioni di emergenza) ed i quadri elettrici di fermata (sezione normale); la seconda sezione, detta sezione di emergenza, è alimentata da UPS con autonomia 2 h (gruppo di continuità con uscita in corrente alternata) per l'alimentazione in continuità degli impianti non di sistema che necessitano l'alimentazione senza soluzione di continuità, per esempio illuminazione di emergenza, rilevazione incendi, antintrusione, nonché per l'alimentazione in continuità della relativa sezione dei quadri elettrici di fermata e dei posti periferici del sistema SCADA.

La sezione di emergenza per ogni sottostazione alimenta anche un carica batterie (gruppo di continuità con uscita in corrente continua) per l'alimentazione in continuità delle logiche di funzionamento, delle protezioni e delle segnalazioni delle cabine di stazione e delle sottostazioni.

9.5.3 Sistema complessivo di Messa a terra

Il sistema complessivo di terra sarà così costituito:

- Terra di Trazione costituita dal circuito di ritorno;
- Terra di Struttura normalmente non presente, o presente solo in corrispondenza di punti singolari, ossia di tratte ove siano presenti manufatti che presentino armature metalliche o parti conduttrici strutturali collegate fra loro per sezioni significativamente lunghe, quali gallerie o viadotti;
- Circuito di terra protezione della linea di contatto (solo se presente) assimilabile alla terra di struttura;
- Terra Comune Esterna, costituita dalle strutture metalliche interrato nel terreno circostante;
- Dispensori di terra (che hanno la funzione di disperdere le correnti di guasto verso la terra lontana) di fermata, sottostazione o linea, che sono da considerarsi parte della Terra Comune Esterna.

La Terra di trazione dovrà essere isolata dalla Terra di Struttura (se esistente) e dalla Terra Comune esterna.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 166 di 285

9.5.4 Misure di Campo Elettrico Esterno

Per applicare al meglio le norme CEI EN occorre realizzare misure di campo elettrico esterno prima dell'entrata in esercizio della linea di trazione. A tale scopo si devono eseguire, nel territorio nel quale dovrà essere costruito l'impianto, le misure necessarie per l'individuazione di campi elettrici, della loro distribuzione e della loro intensità. Tali misure dovranno essere adeguatamente eseguite lungo il tracciato a intervalli opportuni in modo da consentire una valutazione completa del fenomeno.

Le misure di campo elettrico saranno poi ripetute a seguito dell'entrata in servizio della linea stessa, al fine di valutare l'influenza sulle strutture esistenti e quindi di minimizzare il pericolo di corrosione su enti terzi a causa della circolazione di correnti vaganti generate dal sistema tranviario. Tali misure saranno orientative per le scelte e i provvedimenti che verranno adottati allo scopo sia di minimizzare le eventuali interferenze sulla linea tranviaria da campi elettrici esterni, sia di creare condizioni adeguate di sicurezza (in termini di corrosione) alle strutture interrato esterne già esistenti. Saranno eseguite misure, sia di differenza di potenziale presente nel terreno, sia dei potenziali ai quali sono sottoposte le strutture metalliche interrate in zone prospicienti il tracciato della linea.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 167 di 285

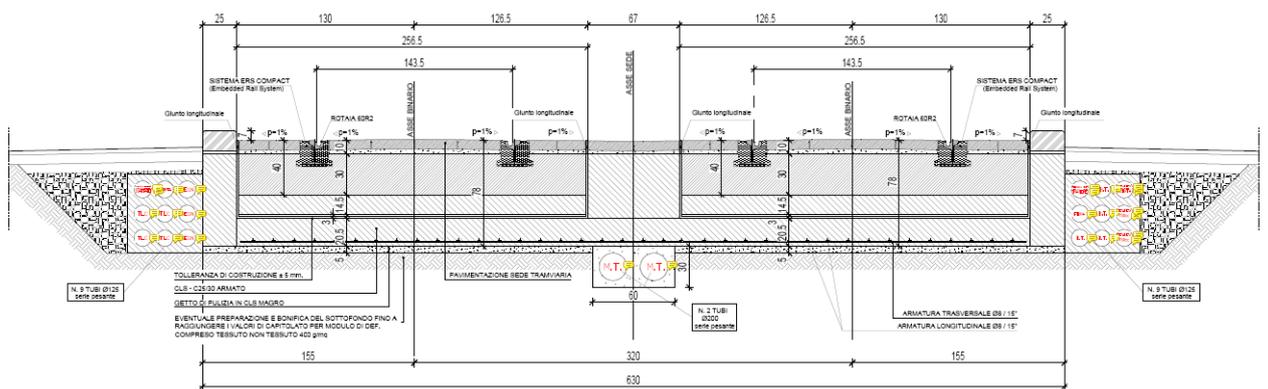
9.6 Armamento

Il sistema di armamento prescelto per la redazione del progetto esecutivo della linea 3.2.1 della tramvia di Firenze è il sistema denominato ERS (Embedded Rail System) che prevede la posa di rotaie a gola 60R2 rivestite da profili in gomma che vengono posizionate mediante portalini e fissate in opera con un getto di bloccaggio in conglomerato cementizio armato.

Tale sistema largamente utilizzato in Europa (Parigi, Madrid, Bruxelles, Atene ecc.) è già stato utilizzato per la realizzazione delle linee 2 e 3.1 di Firenze.

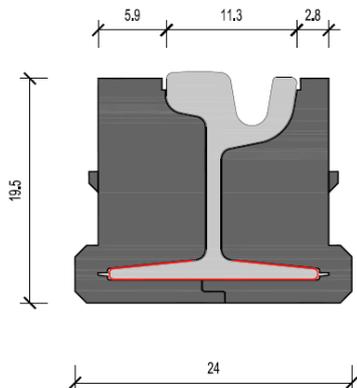
Variando le caratteristiche tecniche delle gomme previste da porre in opera ai lati della rotaia e dell'eventuale materassino antivibrante sotto-platea, il sistema consente una notevole gamma di soluzioni prestazionali. Le recenti applicazioni, quali per tutte quella di Firenze, hanno consentito di perfezionare la posa migliorando la precisione nell'allineamento delle rotaie nonché alcuni dettagli costruttivi, rendendolo sicuro e affidabile.

SEZIONE TRASVERSALE SEDE A DOPPIO BINARIO CON MATERASSINO - Scala 1:20



Con il sistema a “rotaie rivestite”, si provvede, mediante portalini metallici, al fissaggio ed alla calibrazione dei binari. L'allineamento del binario in orizzontale e verticale viene realizzato prima di effettuare il getto di calcestruzzo nei vari strati. Lo strato finale di rivestimento può essere scelto in funzione delle esigenze

architettoniche del contesto ed occupa i 10 cm sopra la soletta di bloccaggio del binario.



Per ogni tipo di rotaia viene realizzata su misura una specifica forma di profilo avvolgente, che assicura una trasmissione ottimale di carico verso la struttura portante. Il principio è applicato soprattutto per binari interrati che utilizzano rotaie a gola in ambiente urbano con uso. Nel caso in esame le rotaie saranno del tipo 60R2 e quindi le gomme dovranno sposare la

geometria delle stesse.

Il sistema permette, la riduzione della trasmissione di vibrazioni all'ambiente con un fattore variabile che viene discretizzato nelle tre tipologie L0 (senza materassino), L2 (con materassino da 15+15 mm), L3 (con materassino da 20+20 mm).

Lungo il tracciato della nuova linea tramviaria 3.2.1 di Firenze è stato previsto l'impiego delle seguenti tipologie di armamento ERS:

- Tipologia di armamento denominato L0 - "Livello 0" (rotaie rivestite da profili in gomma e fissate in opera in un getto di bloccaggio in c.a. – senza materassini antivibranti).
- Tipologia di armamento denominato L2 - "Livello 2" smorzamento medio delle vibrazioni (rotaie rivestite da profili in gomma e fissate in opera in un getto di bloccaggio in c.a. – n.2 materassini antivibranti dello spessore totale 30 mm (15+15 mm) sotto la soletta di bloccaggio).
- Tipologia di armamento denominato L3 - "Livello 3" smorzamento alto delle vibrazioni (rotaie rivestite da profili in gomma e fissate in opera in un getto di bloccaggio in c.a. n. 2 materassini antivibranti dello spessore totale 40 mm (20+20 mm) sotto la soletta di bloccaggio).
- Tipologia di armamento con superficie inerbita mediante sedum (rotaie rivestite da profili in gomma e fissate in opera in un getto di bloccaggio in c.a. con o senza materassini antivibranti). Tale tipologia differisce da quelle dei livelli 0, 2 e 3 solamente per la finitura superficiale che è realizzata con moduli di sedum prevegetato (tipo Completa® della ditta Poliflor o similari); infatti, gli spessori delle solette, le armature e il sistema ERS sono i medesimi delle tipologie sopra descritte.

Il sistema di fissaggio nell'area del Deposito è sempre con l'ERS con la soletta senza armatura (ad eccezione di una rete posta all'intradosso) ma con l'utilizzo di calcestruzzo fibrorinforzato così come per le tratte in cui insistono gli scambi.

La forma e tipo del rivestimento elastico delle rotaie permettono inoltre di effettuare le operazioni di manutenzione e/o sostituzione della rotaia senza rompere i rivestimenti e le piastre di calcestruzzo.

9.6.1 La posa del sistema ERS

I lavori preventivi alle attività legate specificatamente all'armamento sono ovviamente analoghi a quelli degli altri sistemi di armamento più tradizionali, dallo scavo della sede, alla eventuale bonifica del sottofondo per migliorare le caratteristiche di portanza del terreno di sedime, sino alla realizzazione della soletta di fondazione di circa 20 cm.

Non appena il cantiere consente l'uscita degli operai delle opere civili e l'ingresso dei posatori del binario,

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 169 di 285

iniziano le prime operazioni di stoccaggio delle rotaie lungo la linea e dell'approvvigionamento di tutti i materiali di prossimo impiego. A seconda di come verranno organizzate le fasi di cantierizzazione, si provvederà alla disposizione delle rotaie sopra la soletta di fondazione dopo aver predisposto le infrastrutture per le opere tecnologiche (cavidotti, guaine, corrugati, pozzetti, griglie per la raccolta delle acque, ecc.).

Prima dell'installazione, i profili di rivestimento elastico sono incollati alle rotaie diritte e curve in un sito protetto e le estremità delle rotaie sono lasciate libere per una lunghezza minima (< 1200 mm) al fine di consentire le saldature. I profili sagomati sono incollati lungo la rotaia al fine di evitare ogni contatto tra la rotaia stessa ed il materiale circostante (calcestruzzo). La sagoma di questi profili garantisce un fissaggio perfetto delle rotaie sul letto del binario in calcestruzzo. Questi elementi hanno anche la funzione di proteggere i binari stessi durante lo stoccaggio e le fasi di posa.

Successivamente alle operazioni di saldatura, la rotaia verrà rivestita in cantiere grazie a due moduli di profilo che verranno serrati alle rotaie per permettere di effettuare il getto. Le rotaie sono saldate testa a testa tramite saldature alluminotermiche da saldatori abilitati e qualificati.

Le rotaie assemblate sono montate e fissate in portalini metallici di posa distribuiti circa ogni 3 m che assicurano il livellamento ed allineamento X,Y,Z (posizionamento, scartamento, profilo longitudinale) partendo dalla quota del Piano del Ferro (PdF).

Gli assi del binario saranno tracciati partendo dalla poligonale di base secondo i punti caratteristici del tracciato definiti nel Progetto Esecutivo. Dopo aver realizzato questi due assi, dei punti intermedi consentiranno la regolazione planimetrica ed altimetrica dei binari. (4 m in curva e 20 m in rettilineo).

I portalini sono dotati di due piastrine formate da due piatti metallici e da una cerniera, le rotaie sono attestate e fissate contro i due piatti metallici interni, in questo modo si ottiene lo scartamento di binario richiesto. Quando è così fissata, la rotaia può essere alzata grazie alle due grandi barre filettate esterne.

Una volta regolata la rotaia all'altezza corretta, le barre filettate orizzontali vengono sbloccate per lasciare scivolare l'insieme delle due rotaie verso la quota di regolazione laterale.

Effettuati il posizionamento e regolamento delle rotaie, si posano le armature del calcestruzzo e le attrezzature secondarie:

- guaine e riserve per cavi di alimentazione diverse quali guaine di comando dei dispositivi, guaine per la segnalazione ferroviaria e stradale, guaine di ritorno trazione, ritorno di trazione, collegamenti rotaia-rotaia, binario-binario;
- canalette di drenaggio;

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 170 di 285

- altre predisposizioni impiantistiche.

Nello stesso tempo sono installati casseri laterali e trasversali (giunti trasversali di costruzione) ai binari prima del getto di calcestruzzo. I giunti trasversali di costruzione corrispondono ai giunti d'arresto del cantiere, alle interruzioni di fine giornata o nel caso di interruzioni abbastanza lunghe durante le quali il calcestruzzo rischia di cominciare a fare presa. Tali giunti si trovano sotto il rivestimento all'altezza del calcestruzzo di posa dei binari e sono costruiti in polistirene denso o materiale simile. Il tracciato dei giunti è perpendicolare all'asse longitudinale. Sono distanziati al massimo ogni 30 metri di piattaforma.

Il binario viene in seguito regolato in rispetto alle tolleranze di costruzione e controllato prima che sia effettuato il getto di fissaggio.

Il calcestruzzo di bloccaggio C35/45 è poi gettato alla pompa o direttamente con canalette di scolo secondo le facilità di accesso; durante questa operazione esso sarà sottoposto a vibrazioni.

Il giorno successivo il getto del calcestruzzo può essere effettuata la rimozione dei portalini e elementi di cassero. Una volta che la piattaforma è liberata, viene realizzata la finitura e pulizia del binario.

La pavimentazione della sede tranviaria potrà essere effettuata indifferentemente con asfalto, pietre in blocchetti e/o in lastre e inerbita con sedum. Nella figura sottostante si presenta il caso di finitura in blocchetti di CLS, mentre nella figura accanto, si nota invece un dettaglio della griglia di raccolta delle acque di piattaforma bene inserita nel contesto della pavimentazione.



Per la posa del binario su soletta flottante tipo L2 ed L3 il principio e la realizzazione del binario sono identici a quelli precedentemente descritti per il Tipo L0.

La piastra flottante appoggiata è realizzata fra ponendo tra la piastra di fondazione e il calcestruzzo del binario un materassino continuo di spessore e rigidità definiti sulla base di prestazioni di attenuazione delle vibrazioni da ottenere.

L'isolamento vibratorio della piastra appoggiata elasticamente è completato lateralmente posizionando

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 171 di 285

un materassino antivibrazione contro le polifore cavidotti in cls.

Il materassino antivibrazione, posizionato sia in verticale che in orizzontale, sarà separato dal successivo getto mediante un foglio di polietilene.

Al fine di proteggere il materassino antivibrazione durante le operazioni di consegna, di montaggio e di posa del binario, sarà realizzato uno strato di calcestruzzo spesso 15 cm posto subito al di sopra dello strato resiliente.

Solo dopo l'allineamento del binario si effettuerà il getto di fissaggio.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 172 di 285

10. I SOTTOSERVIZI

La costruzione di una linea tramviaria in un contesto urbano consolidato deve misurarsi con diverse problematiche che possono essere di tipo tecnico, sociale, ambientale, gestionale ed altri: si pensi all'integrazione con la rete dei trasporti pubblici, all'inserimento ambientale, alla necessità di realizzare importanti interventi strutturali quali ponti, gallerie, sottopassi.

Ma il problema principale da affrontare quando si comincia a costruire una tramvia moderna è l'eliminazione di ogni interferenza con le reti dei sottoservizi, intervento che non può essere improvvisato risolvendo i problemi che si incontrano di volta in volta durante la realizzazione della sede tramviaria; ciò è evidente se si pensa ai possibili ritardi legati al reperimento di pezzi speciali e all'intervento di squadre specializzate; alcune infrastrutture impiantistiche non possono essere modificate solo in corrispondenza del sedime tramviario, ma necessitano uno spostamento più radicale e pertanto una riprogettazione; è il caso delle fognature, che per un corretto funzionamento devono seguire opportune pendenze, e delle reti telefoniche in fibra ottica, il cui spostamento può interessare grandi quantità di cavo che possono superare anche il chilometro.

È opportuno arrivare alla fase di costruzione vera e propria della tramvia già preparati, per quanto possibile, sul tema dei sottoservizi eseguendo una mappatura il più dettagliata possibile sulle varie reti insistenti nelle aree interessate dalla costruzione della tramvia.

Nello specifico per la progettazione del prolungamento della linea 3 dal capolinea di viale Don Minzoni a Bagno a Ripoli, si è proceduto inizialmente acquisendo dagli Enti Gestori dei sottoservizi le cartografie delle reti di pertinenza.

Quindi tali cartografie sono state integrate con il rilievo dei pozzetti, "parlanti" e non, lungo il tracciato della nuova linea tramviaria per ottenere una maggiore definizione e un quadro d'insieme più dettagliato della situazione attuale dei servizi a rete nel sottosuolo interessato dal presente progetto.

Infine, avendo la necessità di investigare alcune aree di maggiore complessità e di conoscere, in maniera più precisa possibile l'andamento altimetrico delle fognature interferenti (essendo queste condotte a gravità), ci si è avvalsi di ditta specializzata per l'apertura e il rilievo a vista dei pozzetti di maggior interesse.

Lo studio delle cartografie degli Enti, integrato con i rilievi e le indagini effettuate, ha consentito di individuare interferenze longitudinali e trasversali con le seguenti infrastrutture:

- Fognature e acquedotti (ente gestore Publiacqua S.p.A.)

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 173 di 285

- Gasdotti BP, MP e AP (ente gestore Toscana Energia S.p.A.)
- Cavi elettrici BT e MT (ente gestore Enel S.p.A.)
- Infrastrutture telefoniche (enti gestori: TIM, Fastweb, Wind, Interoute, Open Fiber)
- Cavi elettrici Alta Tensione (per sola predisposizione - ente gestore Terna S.p.A.).

Nella fase di progettazione esecutiva, i vari enti sono stati ricontattati, per avere ulteriori dati e conferma di quanto già indagato in fase di PD.

In questo ambito non sono stati rilevati ulteriori sottoservizi da gestire rispetto al PD. Si segnalano solo alcune modifiche alle risoluzioni dopo aggiornamenti di necessità esecutive e di razionalizzazione delle soluzioni, tutte condivise con vari enti. Inoltre, è stato necessario prevedere dei rifacimenti necessari di due solette di due camerette esistenti su via Giovine Italia che sono risultate interferenti altimetricamente analogamente ad altro intervento già eseguito in zona piazza libertà nell'ambito dei lavori della VACS.

Degno di segnalazione invece è la modifica apportata alle soluzioni per gli accessi alla condotta fognaria di Publiacqua in corrispondenza dei tratti in cui la condotta si trova al di sotto dei binari tramviari.

In questo ambito, per gli accessi laterali è stato condiviso con l'ente che Verrà posizionato uno scatolare prefabbricato in cls 200x150 in accostamento alla condotta esistente (sez. 250x170cm²) che rimane sotto la sede tranviaria; Lo scatolare e la fognatura verranno opportunamente collegate mediante taglio a forza di una porzione della volta e della parete nel tratto direttamente prospiciente lo scatolare. La volta sarà ricostruita mediante una soletta prefabbricata che avrà funzione di contrasto laterale alla volta della fognatura esistente. L'accesso allo scatolare sarà effettuato con un torrino raggiungi quota delle dimensioni interne 100x100 cm. Il piano di calpestio dello scatolare sarà posizionato al massimo alla quota del marciapiede esistente della fognatura.

Di particolare importanza anche i fini della realizzazione del nuovo ponte sull'Arno è il rilievo di dettaglio che è stato eseguito sul tunnel al di sotto dell'Arno che prevede, in corrispondenza della riva dx Arno la presenza di un manufatto tecnologico, che interferisce con la spalla A del nuovo ponte.

La progettazione Definitiva aveva già tenuto conto di questa circostanza, prevedendo una forma adeguata della spalla.

Tuttavia, le fasi di cantierizzazione e le necessità operative per il varo del ponte hanno indotto ad eseguire un rilievo di dettaglio dell'opera (che viene allegato nella documentazione relativa a sottoservizi).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 174 di 285

Un'ampia descrizione delle caratteristiche delle reti tecnologiche interferenti con tutti i riferimenti degli enti interessati è riportata nelle seguenti relazioni di PE: :

- 3217FX10474PE_OB Relazione tecnica - risoluzione interferenze sottoservizi - Reti trasporto fluidi
- 3217FX10475PE_OB Relazione tecnica - risoluzione interferenze sottoservizi - Reti energia

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 175 di 285

11. ASPETTI IDRAULICI, GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI

11.1 Idrogeologia, geologia e geotecnica

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, geologici e geotecnici, l'area di indagine si colloca all'interno del Bacino Firenze-Prato-Pistoia che si sviluppa in direzione NW-SE: tale bacino si è formato a partire dal Pliocene superiore come depressione tettonica divenuta sede di sedimentazione fluvio-lacustre a partire dal Pleistocene. Vi è quindi la presenza di Depositi Alluvionali Olocenici, costituiti principalmente da ciottolami e ghiaie da puliti a sporchi (matrice sabbiosa e/o limoso-sabbiosa), con livelli e lenti di sabbie anche gradate.

Per la descrizione della pericolosità idraulica si è fatto riferimento al Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino settentrionale dal quale emerge che le aree oggetto di intervento risultano incluse nelle aree a rischio di alluvioni evidenziate nella mappa della pericolosità, mentre non ricadono in aree a pericolosità per frana.

A partire dalle indagini disponibili, dalle osservazioni svolte e dalla cartografia tecnica di riferimento, è stato ricostruito il modello del sottosuolo di ciascuna area di intervento, generalmente caratterizzata dalla presenza terreno di riporto avente spessore variabile compreso tra 1.40 e 5.0 m assimilabile a limo argilloso poco addensato, al di sotto del quale è presente un livello, avente spessore compreso tra 3.20 e 4.60 m, costituito da limo argilloso con quantità variabili di sabbia. Lo strato più profondo indagato risulta invece costituito da ghiaie immerse in una matrice fine di quantità variabile.

Per quel che riguarda la falda, essa si rinviene ad una profondità variabile da 4,00 a 5,80 m da p.c.

Sulla base delle valutazioni condotte, in relazioni ai luoghi esaminati, non si ipotizzano particolari criticità e problematiche di tipo geologico in riferimento alle opere a progetto da eseguire, inoltre le opere in progetto non comporteranno significative variazioni alle attuali condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in esame.

Per la vastità della documentazione di progetto e delle analisi condotte, per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche relazioni del corpo progettuale (di cui qui di seguito si riportano solo gli elaborati principali rinviando per tutti gli altri elaborati alla rispettiva sezione del progetto):

Geologia:

- 321BX10001PE-OA – Relazione Geologica

Sismica:

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 176 di 285

- 321BX10015PE-0A – Relazione Sismica

Geotecnica:

- 321BX10002PE-0A – Relazione Geotecnica

Si evidenzia inoltre che per la fase esecutiva sono stati eseguiti ulteriori approfondimenti e indagini, riportati rispettivamente negli elaborati:

- 3217BX10017PE_0A Planimetria ubicazione indagini in sito pregresse ed integrative - Tav. 1 di 3
- 3217BX10018PE_0A Planimetria ubicazione indagini in sito pregresse ed integrative - Tav. 2 di 3
- 3217BX10019PE_0A Planimetria ubicazione indagini in sito pregresse ed integrative - Tav. 3 di 3
- 3217BX10020PE_0A Fascicolo delle indagini in sito - pregresse
- 3217BX10021PE_0A Fascicolo delle indagini in sito - integrative
- 3217BX10022PE_0A Certificati prove di laboratorio - pregresse
- 3217BX10023PE_0A Certificati prove di laboratorio - integrative

In particolare, in fase di progettazione esecutiva sono state eseguite le seguenti indagini integrative, riassunte di seguito

- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto alla profondità di 70 m, con prove in sito e di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica dei materiali, ubicato in prossimità della spalla nord; l'esecuzione del sondaggio è in ottemperanza alle NTA di Regolamento Urbanistico Comunale vigente, con lo scopo di definire con maggior dettaglio il modello sismo-stratigrafico e di produrre una analisi di risposta sismica locale più specifica; il sondaggio è stato allestito per l'esecuzione di una indagine sismica di tipo Down Hole;
- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo ubicato in sponda sud in adiacenza alla pila del ponte, spinto alla profondità di 40 m con prove in sito e di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica dei materiali;
- n° 5 Prove di permeabilità Lefranc
- n° 6 Prove pressiometriche
- n° 2 MASW e altrettante HVSR ubicate in prossimità delle spalle del ponte in progetto;

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 177 di 285

11.2 Idraulica:

Il tracciato previsto per la Linea 3.2 della nuova tramvia di Firenze ha un'estensione di circa 7,2 km e si sviluppa sostanzialmente a raso in superficie lungo la viabilità urbana all'interno del centro abitato maggiormente consolidato, dal centro verso le periferie orientali della città, dapprima in destra e poi in sinistra idrografica del Fiume Arno. Il tracciato della linea tramviaria in argomento attraversa aree a pericolosità da alluvione e prevede, fra l'altro, un nuovo attraversamento viario del Fiume Arno la cui realizzazione deve essere idraulicamente compatibile con il contesto territoriale di riferimento. Oltre ai binari tramviari sono previsti:

- nuovo ponte sul Fiume Arno;
- un nuovo deposito tramviario;
- 3 nuovi parcheggi scambiatori realizzati fuori dal centro urbano, in prossimità del Comune di Bagno a Ripoli, in modo da rendere attrattiva la sosta e lo scambio con il mezzo pubblico per entrare a Firenze;
- 3 sottostazioni elettriche, delle quali una interna all'area destinata al deposito tramviario.

Pertanto, nell'ambito dello studio idraulico (321BX10024PE-0A – Relazione Idraulica), ai fini delle compatibilità dell'opera con i principali aspetti normativi, sono stati esaminati

- Il Piano di gestione del rischio Alluvioni (PGR)
- Il piano di gestione della Acque (PGA)
- Il piano strutturale dei comuni di Firenze e Bagno a Ripoli
- Il regolamento Urbanistico del Comune di Firenze e del Comune di Bagno a Ripoli

È stata inoltre verificata la compatibilità con le leggi e i decreti vigenti tra i quali:

- R.D 523/1904;
- NTC 2028
- L.R. 79/2012
- DPGR 30/01/2020 n°51
- L.R. 41/20281

Inoltre, sono state dettagliate le analisi idrauliche le analisi di sicurezza per opere relative alla infrastruttura tramviaria e alle relative opere d'arte di attraversamento dei corsi d'acqua del reticolo principale e secondario.

In particolare per quanto attiene il prolungamento della linea tramviaria, essendo progettato con i binari a

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 178 di 285

raso lungo la viabilità attuale, non modifica le condizioni di allagamento preesistenti fatto salvo il non superamento del rischio medio R2, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998, come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

Il nuovo ponte sull'Arno invece costituisce invece un'importante trasformazione del territorio la cui compatibilità deve essere puntualmente verificata.

Nell'ambito del progetto esecutivo, pertanto, è stato implementato il modello mono-bidimensionale di precedente progetto definitivo al fine di:

1. accertare l'invarianza idraulica del prolungamento tramviario;
2. accertare l'assenza di incrementi di pericolosità idraulica ai sensi della L.R. 41/2018;
3. verificare che non vi siano importanti variazioni del livello a seguito della realizzazione del nuovo ponte;
4. verificare che nel caso in cui si verificasse un evento di piena duecentennale il franco tra livello massimo e sotto trave del nuovo ponte sia rispettato;
5. definire le condizioni di sicurezza idraulica per gli impianti tecnologici;
6. determinare e verificare che la Magnitudo Idraulica sia ovunque inferiore o pari alla classe R2.

Per l'implementazione del modello idraulico, l'Autorità di Bacino ha fornito il modello idraulico di riferimento redatto nell'ambito del P.G.R.A. L'Ente ha messo a disposizione i seguenti dati:

- geometria del modello idraulico dell'Arno nel tratto di interesse in termini di sezioni idrauliche, celle di accumulo e connessioni idrauliche tra le stesse;
- condizioni al contorno in termini di idrogrammi dei livelli e delle portate nelle sezioni a monte e di valle del tratto di interesse per TR 30 e 200 anni e durate 18, 24 e 36 ore

i risultati di tali elaborazioni sono riportati nei seguenti documenti:

10024	321	7BX	10024	0B	PE	06	321	Relazione idraulica
10025	321	7BX	10025	0A	PE	12	321	LR41 - Planimetria Modello Idraulico Stato Attuale
10026	321	7BX	10026	0A	PE	12	321	LR41 - Planimetria Modello Idraulico Stato di Progetto
10027	321	7BX	10027	0A	PE	12	321	LR41 - Libretto Sezioni e Profilo Longitudinale con Livelli Idrometrici TR 200 anni - Stato Attuale
10028	321	7BX	10028	0A	PE	12	321	LR41 - Libretto Sezioni e Profilo Longitudinale con Livelli Idrometrici TR 200 anni - Stato di Progetto
10029	321	7BX	10030	0B	PE	12	321	LR41 - Planimetria delle Aree Allagate TR 200 anni - Battenti Idrometrici Massimi - Stato Attuale
10030	321	7BX	10031	0B	PE	12	321	LR41 - Planimetria delle Aree Allagate TR 200 anni - Battenti Idrometrici Massimi - Stato di Progetto
10031	321	7BX	10032	0B	PE	12	321	LR41 - Planimetria delle Aree Allagate TR 200 anni - Velocità Massime - Stato Attuale
10032	321	7BX	10033	0B	PE	12	321	LR41 - Planimetria delle Aree Allagate TR 200 anni - Velocità Massime - Stato di Progetto
10033	321	7BX	10034	0B	PE	12	321	LR41 - Planimetria delle Aree Allagate TR 200 anni Magnitudo ai sensi della L.R 41/2018
10034	321	7BX	10035	0A	PE	12	321	NTC 2018 - Planimetria Modello Bidimensionale Stato Attuale e Stato di Progetto
10035	321	7BX	10036	0A	PE	12	321	NTC 2018 - Planimetria Livelli Idrometrici Massimi Stato Attuale, Stato di Progetto e differenze - TR 200 anni
10036	321	7BX	10037	0A	PE	12	321	NTC 2018 - Planimetria Velocità Massime Stato Attuale, Stato di Progetto e differenze - TR 200 anni

Nell'ambito di tale studio sono state inoltre sviluppate anche

- le analisi idrauliche per la valutazione delle interferenze della nuova pila con la dinamica fluviale;

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 179 di 285

- le analisi sulle condizioni di sicurezza idraulica del torrente Affrico
- le analisi idrauliche a supporto delle fasi di cantierizzazione

Alla luce dell'approfondita analisi sulla normativa vigente in ambito idraulico e dei risultati delle modellazioni mono e bidimensionali implementate è stato possibile è possibile affermare che la realizzazione dell'infrastruttura tramviaria della linea 3.2.1, comprensiva del deposito tramviario, delle SSE e del nuovo ponte sul Fiume Arno risulta compatibile con i numerosi Piani Sovraordinati e con la normativa urbanistica vigente nei Comuni di Firenze e di Bagno a Ripoli.

Per il dettaglio delle analisi condotte e dei risultati numerici si rimanda agli elaborati in elenco

11.3 Compatibilità idraulica e misure di gestione del rischio

In base a quanto rappresentato nell'elaborato grafico "Tavola LR41 - Planimetria delle Aree Allagate TR 200 anni Magnitudo ai sensi della L.R 41/2018" si osserva che:

- il tracciato della tramvia ricade in area a magnitudo moderata nel tratto compreso tra Piazzale Donatello e Viale Mazzini in destra idraulica e in viale Giannotti in sinistra idraulica;
- il tracciato tramviario ricade in area a magnitudo severa da Viale Mazzini fino al Lungarno in destra idraulica del Fiume Arno;
- I restanti del tracciato tramviario risultano fuori da aree allagate e quindi non hanno definita la magnitudo idraulica.

In conclusione, dove la magnitudo è assente è sicuramente garantito il rispetto del rischio medio R2, definito dal Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998, come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche, fatte salve le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali e le disposizioni del Piano d'Emergenza Comunale per la gestione del rischio specifico.

Al riguardo si evidenzia che nel corso della riunione di coordinamento del 3/9/2024 tra RTI, GEST, Progettista e protezione Civile, è emerso esistente quanto segue

- 1) la protezione civile dispone di una procedura di allerta informativa automatica che attiva per gli eventi meteo (vento/eventi di piena reticolo idraulico principale e secondario) , con evidenza del grado di pericolosità: allerta gialla, arancione, rossa
- 2) l'allerta viene trasmessa dalla protezione civile alla regione Toscana che a sua volta provvede a informare tempestivamente gli altri enti;
- 3) la protezione civile ha già un canale preferenziale con Gest che riceve, in ogni caso l'allerta, in quanto GEST fa parte anche della unità di crisi del comune di Firenze;
- 4) ricevuta l'allerta l'ente, in base alle proprie procedure interne, prende provvedimenti per l'infrastruttura/sistema di trasporto in gestione, in base al livello di pericolosità, ai fini della gestione del rischio residuo;

Tale procedura, quindi, potrà essere seguita anche per l'opera di progetto in oggetto, salvo eventuali migliorie che potranno essere introdotte dal Gestore nella procedura già in essere per le linee esistenti attuali.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 180 di 285

11.4 Idraulica di piattaforma:

Per quanto riguarda la sede tranviaria, le acque meteoriche vengono smaltite tramite canalette con griglia che recapitano nei pozzetti con chiusino in ghisa (classe C250 o D400), posizionati al centro della sede o ai lati dei cordoli che la delimitano (a seconda dei casi), ad interasse di circa 25 m.

Le canalette con griglia sono disposte trasversalmente alla sede tranviaria e assolvono anche la funzione di scolo delle acque nella gola delle rotaie; pertanto, le canalette dovranno anche essere posizionate nei punti di compluvio delle livellette longitudinali.

Il sistema di drenaggio della sede tranviaria si completa con la realizzazione di collegamenti alla rete di scarico per le casse di manovra e per i pozzetti dei circuiti di binario.

Tutto il sistema di drenaggio, sopra descritto, sarà collegato alla rete fognante con tubazioni di allaccio in PVC tipo SN4 UNI EN 1401 di vario diametro come risulta dagli elaborati planimetrici e dall'elaborato dei particolari costruttivi.

Per il dimensionamento delle reti di drenaggio sono state determinate le curve caratteristiche della pioggia per diversi tempi di ritorno, e per le durate di pioggia da 10 minuti a 1 ora e da 1 ora a 24 ore.

L'elaborazione statistica è stata svolta utilizzando la legge probabilistica di Gumbel. Con i valori ottenuti sono state definite le curve caratteristiche della pioggia del tipo $h=a*tn$, valide per vari tempi di ritorno.

Per le varie zone oggetto di intervento, sono state individuate le superfici massime e le portate massime ammissibili per le tipologie di tubazioni e per le pendenze che vengono utilizzate nelle varie strade interessate dagli interventi per la realizzazione della tramvia (sia per i drenaggi della sede tramviaria che per quelli della sede stradale. Per i dettagli specifici e per i relativi valori numeri si rimanda al seguente elaborato

- 3217IX1000PE_0A – Relazione di calcolo idraulico e dimensionamento drenaggi di linea e sedi stradali

11.5 Strutture:

Le opere strutturali principali che vengono realizzate in questa linea sono:

- nuovo ponte sul fiume Arno, in prolungamento di Via Minghetti, per collegare Lungarno Colombo / A. Moro con via Villamagna caratterizzato da un impalcato metallico e sottostrutture gettate in opera;
- nuovo deposito (officina manutenzione rotabili, rimessaggio, officina impianti fissi, sottostazione elettrica); caratterizzato da strutture in prefabbricato e fondazioni a platea

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 181 di 285

gettate in opera;

son inoltre previste delle opere “minori” rappresentate da

- due sottostazioni elettriche (San Niccolò e Novello);
- nuovo sottopasso carrabile ramo svincolo Marco Polo,
- Pensiline di fermata (ove presenti)
- Capolinea

Per ciascuna opera, il progetto esecutivo ha definito nel dettaglio

- Le caratteristiche dei materiali da costruzione
- I criteri di analisi e di verifica
- La durabilità strutturale
- Le azioni di progetto sulla costruzione mediante le analisi dei carichi e delle azioni sismiche
- I criteri di verifica

Il tutto nel pieno rispetto delle NTC 2018.

Per quanto attiene invece il ponte da Verrazzano, come già descritto in altri paragrafi della presente relazione, nel progetto definitivo erano state previste una serie di lavorazioni, tra le quali Ripristino e riparazione delle superfici ammalorate di cls; Sostituzione degli appoggi della sola campata metallica; Riduzione del retrotrave della campata metallica; Sostituzione dei giunti di dilatazione; Verniciatura delle travi metalliche nelle zone corrose.

Tuttavia nell’ambito del presente progetto esecutivo pertanto è stata segnalata la necessità (vedi elaborato 3217IX10230PE_OA Nota tecnica) di effettuare ulteriori approfondimenti finalizzati all’integrazione delle informazioni contenute nel Progetto Definitivo al fine di ampliare il quadro conoscitivo disponibile coerentemente alle richieste delle norme ora vigenti

Alle indagini dovrà poi seguire la Valutazione Preliminare della Sicurezza che tenga conto sia delle carenze eventualmente individuate durante il rilievo di dettaglio che del comportamento strutturale. Gli approfondimenti, descritti nella nota soprarichiamata e nella proposta del piano di indagini (vedi elaborato 3217LX10231PE_OA Piano indagini conoscitive) rappresentano una condizione necessaria per poter eseguire le verifiche integrative finalizzate alla conferma delle conclusioni del

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 182 di 285

Progetto Definitivo. Solo a valle di dette verifiche potrà essere sviluppato il Progetto Esecutivo conformemente alla normativa oggi vigente.

Un'ampia descrizione delle caratteristiche tecniche delle suddette opere è riportata nell'elaborato:

- 321GEN00012PE_0A – Relazione descrittiva sulle strutture

Per i dimensionamenti e la documentazione grafica a corredo di ciascuna opera si rimanda agli elaborati specifici di ciascuna opera

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 183 di 285

12. ESPROPRI

Il progetto esecutivo non ha apportato modifiche al Piano Particellare d'Esproprio contenuto nel progetto definitivo della linea tramviaria 3.2.1 "Libertà - Bagno a Ripoli" approvato con delibera del Consiglio Comunale di Firenze n. 51 del 7 novembre 2022 e delibera n. 62 del 28 luglio 2022 e n. 85 del 18 ottobre 2022 del Consiglio Comunale di Bagno a Ripoli.

Con l'approvazione del progetto definitivo è stata dichiarata la pubblica utilità dell'opera e si è dato atto che, ai sensi e per gli effetti dell'art. 19 del D.P.R. 327/2001 e dell'art. 34 della Legge Regionale 65/2014, l'approvazione del progetto definitivo costituisce adozione della variante urbanistica.

A seguito della pubblicazione dell'avviso di avvio del procedimento di approvazione del progetto definitivo, unitamente alla dichiarazione della pubblica utilità dell'opera, era stato apposto il vincolo preordinato all'esproprio, in base al quale il Comune di Firenze, in qualità di Autorità Espropriante, ha intrapreso la procedura espropriativa a norma del D.P.R. n. 327/2001.

A tutti i proprietari dei beni sui quale si intendeva apporre il vincolo preordinato all'esproprio, è stato inviato l'avviso dell'avvio del procedimento. Sono pervenute n. 19 osservazioni, dettagliatamente controdedotte, prima dell'approvazione del progetto definitivo, che hanno confermato le scelte progettuali senza necessità di modifiche.

I Comuni di Firenze e Bagno a Ripoli hanno già avviato le procedure per entrare in possesso di tutte le particelle catastali che saranno interessate dai cantieri del tracciato e delle opere collegate come le sistemazioni urbane, le banchine, le fermate e i parcheggi scambiatori, sia quello nei pressi del futuro capolinea di Bagno a Ripoli sia quello vicino al viadotto Marco Polo.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 184 di 285

13. COERENZA CON IL PROGETTO VACS II LOTTO

Il Progetto VACS Lotto II e la linea 3.2.1 si sovrappongono nel tratto Matteotti/Libertà/Don Minzoni e le modifiche di VACS all'area di sovrapposizione saranno omogenizzate nei documenti di 3.2.1 in coerenza al criterio per il quale nell'ambito del progetto VACS verranno anticipate tutte le opere di 3.2.1 la cui realizzazione sarebbe stata impossibile durante l'esercizio di VACS senza interromperlo per lunghi periodi.

Si conferma che le opere civili della fermata Libertà sono state previste nella VACS Lotto 2 come lavori anticipati della Linea 3.2.1; tali opere vanno previste anche nel progetto della Linea 3.2.1. per ottenere il relativo finanziamento.

Non saranno però anticipate le attività funzionali di 3.2.1 e non necessarie a VACS in quanto saranno realizzate nell'ambito dei lavori 3.2.1

14. MODIFICA OPERE VIARIE A SEGUITO INSERIMENTO TRAMVIA

L'inserimento della tramvia comporta una modifica alle infrastrutture stradali interessate dall'intervento. Per ulteriori dettagli e approfondimenti in merito si rimanda all'elaborati specifici Relazione tecnica sistemazioni urbanistiche (321-7IX-10058-0A-PE-0A) e Relazione sulla sicurezza stradale (321-7IX-10059-0A-PE-0A).

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 185 di 285

15. CANTIERIZZAZIONE

Scopo del presente paragrafo è illustrare le scelte operate nell'ambito della cantierizzazione delle opere inerenti alla realizzazione della linea tranviaria 3.2.1 "Piazza Libertà – Bagno a Ripoli" del sistema tranviario del Comune di Firenze.

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.

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;
- 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 alle aree logistiche e di lavoro;
- utilizzo per la realizzazione dell'opera della sola viabilità esistente, escludendo l'apertura di nuove piste;

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 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;
- Garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- 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

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 186 di 285

agli esercizi commerciali, ecc... (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

Vista la complessità delle attività e il numero elevato di documenti correlati di seguito viene dato solo un breve cenno delle caratteristiche delle fasi di cantiere, e in particolare, dei cantieri fissi principali.

Si rappresenta altresì, che le fasi di cantierizzazione per le opere anticipate (di prima fase) sono oggetto di una relazione specifica alla quale si rimanda, in particolare a quanto contenuto nel capitolo 9 del documento "321GEN00005PE_0B Relazione Generale Linea 3.2.1 (II Lotto) – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 1" e nel documento "3217OX10001PE_0A Relazione di Cantierizzazione Fase 1"

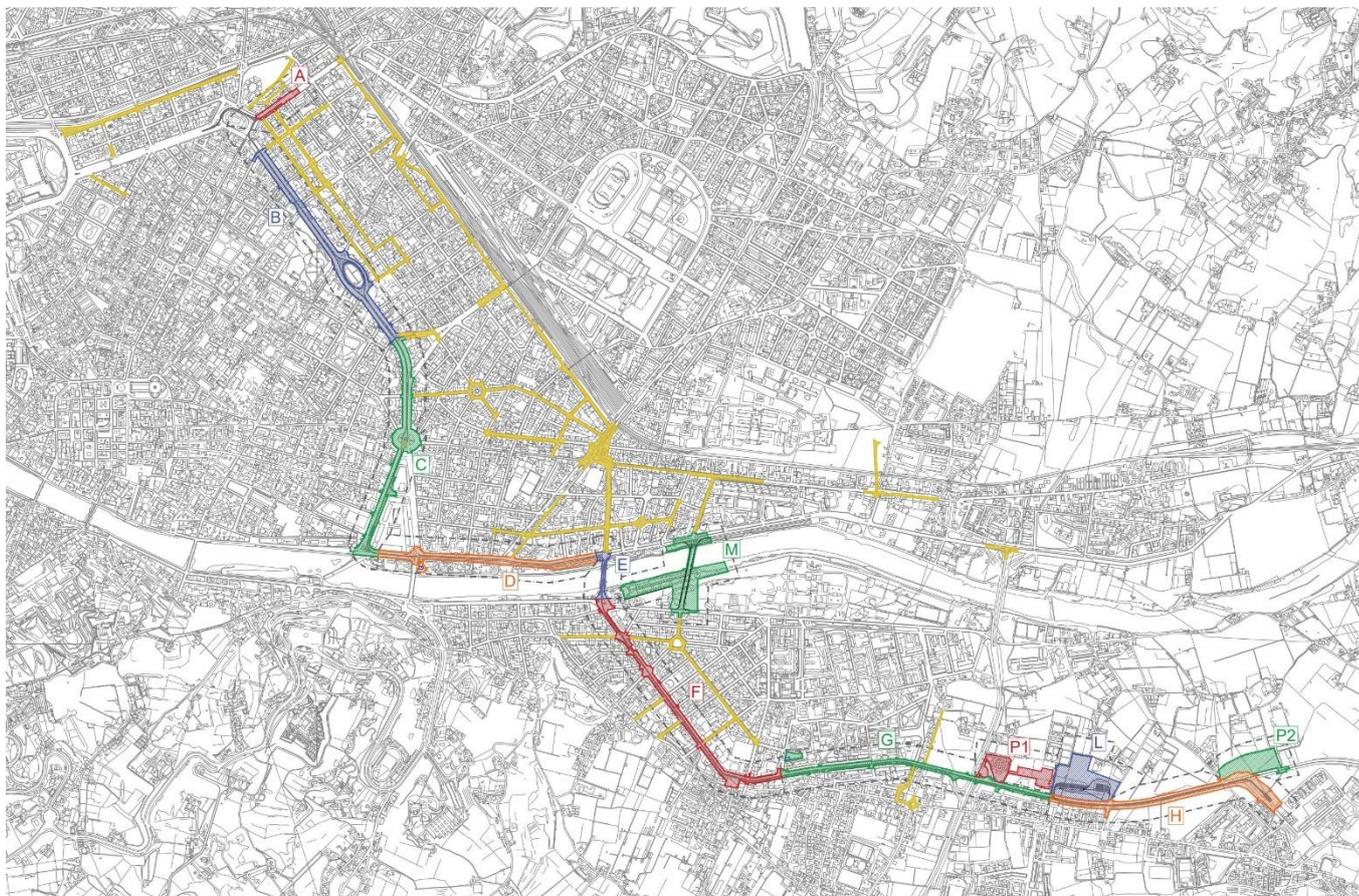
Di seguito, infatti, ci si riferisce alla sole fasi e lavorazioni successive alla suddetta prima fase.

15.1I macrocantieri

La cantierizzazione della linea 3 (II lotto) e delle opere connesse in base alla posizione delle stesse e al tessuto urbano presente è stata concepita individuando 12 macrocantieri:

- Macrocantiere A: viale Don Minzoni;
- Macrocantiere B: viale Matteotti, piazza Donatello, 1° parte viale Gramsci;
- Macrocantiere C: 2° parte viale Gramsci, piazza Beccaria e viale Giovine Italia;
- Macrocantiere D: Lungarno della Zecca Vecchia, Lungarno del Tempio e Lungarno Colombo;
- Macrocantiere E: Ponte Giovanni da Verrazzano;
- Macrocantiere F: viale Giannotti;
- Macrocantiere G: viale Europa;
- Macrocantiere H: via Pian di Ripoli;
- Macrocantiere L: Deposito;
- Macrocantiere M: nuovo ponte sull'Arno;
- Macrocantieri P1 e P2: parcheggi scambiatori.
- Macrocantiere V: Riassetto della viabilità

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 187 di 285



15.2 Cantieri

Visto i vincoli 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 sono studiate in modo da realizzarsi per fasi in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale.

Nel dettaglio il macrocantiere B è stato suddiviso nei cantieri:

- B1 che comprende viale Matteotti e nel quale verranno realizzate le fermate Donatello e Matteotti;
- B2 che comprende piazza Donatello e la prima parte di viale Gramsci dove verrà creata la fermata Pellico.

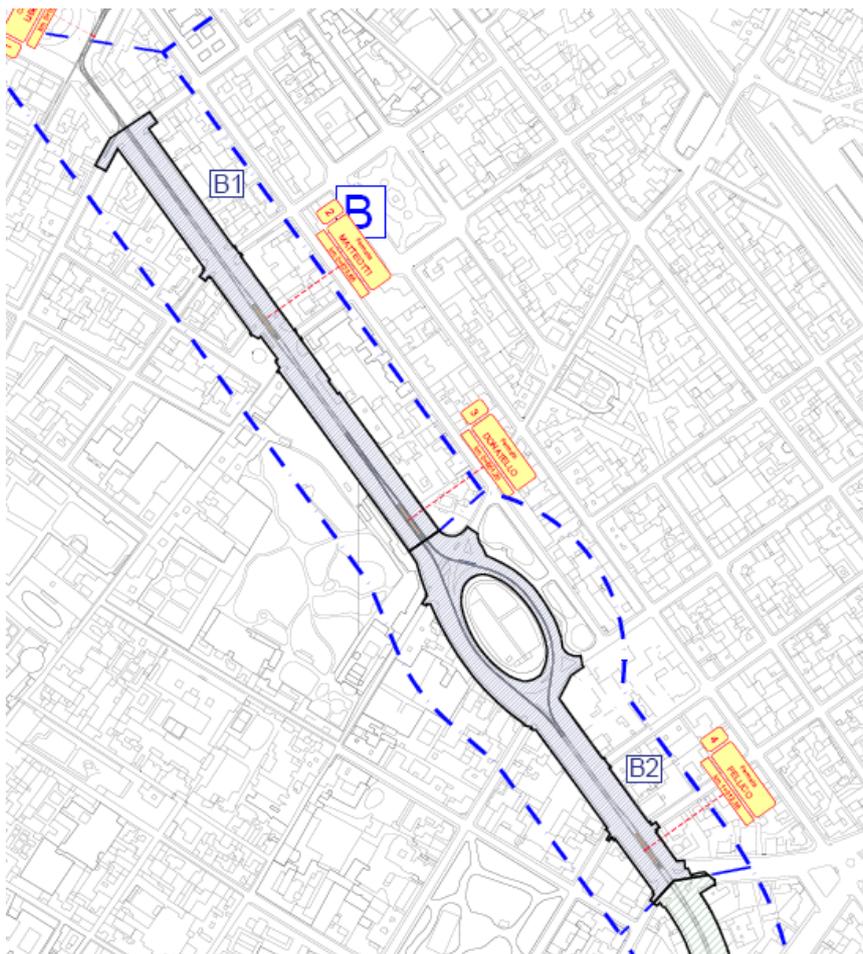


Figura 3 – Cantieri B

Il macrocantiere C è stato suddiviso nei cantieri:

- C1 che comprende la seconda parte di viale Gramsci dove è prevista la fermata Leopardi;
- C2 Piazza Beccaria e prima parte di viale Giovine Italia in cui verrà realizzata la fermata Beccaria;
- C3 che coincide con la seconda parte di viale Giovine Italia dove è programmata la fermata Piave.

Al riguardo si precisa che le lavorazioni sui viali circonvallazione nel tratto compreso tra Piazza Libertà e Piazza Beccaria, coinvolgeranno i cantieri B1 – B2 – C1. Si tratta di aree di lavoro accomunate da caratteristiche simili allo stato attuale ed interessate da interventi analoghi per la realizzazione della tramvia.

Nelle tre aree, l'attuale carreggiata è caratterizzata da tre corsie per senso di marcia che diventeranno due una volta realizzata la tramvia a centro strada.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 189 di 285

La carreggiata centrale è separata dai controviali laterali con un filare alberato continuo su tutto il tratto.

I controviali attualmente realizzati per la maggior parte in asfalto, occupato da parcheggi, piste ciclabili e marciapiedi, saranno ripavimentati al termine dei lavori con un lastricato in pietra.

L'impatto sulla viabilità durante le fasi di lavorazione sarà diminuito garantendo, durante l'intero periodo almeno due corsie per senso di marcia, andando a ricreare temporaneamente una corsia accessoria nei controviali.

Inoltre sono studiati dei percorsi alternativi, variabili all'avanzare delle lavorazioni, a partire da via Scialoja fino a viale Don Minzoni al fine di alleggerire il carico veicolare sui viali di circonvallazione. Si rimanda al paragrafo sulla viabilità in fase di cantiere per un maggiore dettaglio.

I tre cantieri seguono uno schema metodologico tipo che prevede:

- nelle fasi iniziali, 1 e 2, la trasformazione dei controviali laterali in corsie provvisorie, in contemporanea alla risoluzione di eventuali interferenze di sottoservizi, e all'anticipo di illuminazione pubblica definitiva e alla realizzazione di sistemazioni urbane riguardanti cordolature e opere a verde. Per la realizzazione delle viabilità temporanee sarà necessario, demolire tutte le sistemazioni interferenti comprese di cordoli di piste ciclabili, barriere, marciapiedi, infine si procederà con la posa di un tappetino di usura provvisorio e la realizzazione di segnaletica di cantiere.
- Nelle fasi 3 dei cantieri B1-B2-C1 i cantieri si spostano a centro strada, affiancati sui due lati da due corsie, una sulla carreggiata principale e una all'esterno del filare degli alberi sul controviale. Durante questa fase nei cantieri, si completa la risoluzione dei sottoservizi, e si procede con le opere civili necessarie per la realizzazione della sede compresa di polifora, e successivamente all'armamento. La larghezza ridotta del cantiere per garantire il mantenimento di due corsie per senso di marcia, consente l'esecuzione di queste lavorazioni con una metodologia di punta, ovvero con la pista di cantiere sovrapposta all'area di lavorazioni. Durante queste fasi si rende necessaria la parzializzazione di alcuni nodi, per non interrompere la possibilità di svolta o ridurre le corsie a disposizione della viabilità.
- Successivamente alla realizzazione della sede si prevede delle fasi 4 e 5 destinate al completamento delle finiture di sede e alla sistemazione finale dei controviali. Queste fasi

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 190 di 285

saranno realizzate con più fronti di avanzamento, in corrispondenza delle intersezioni trasversali del viale principale.

- Completate le pavimentazioni laterali rimarrà cantierizzata con recinzioni leggere solamente la sede in attesa delle prove di preesercizio.

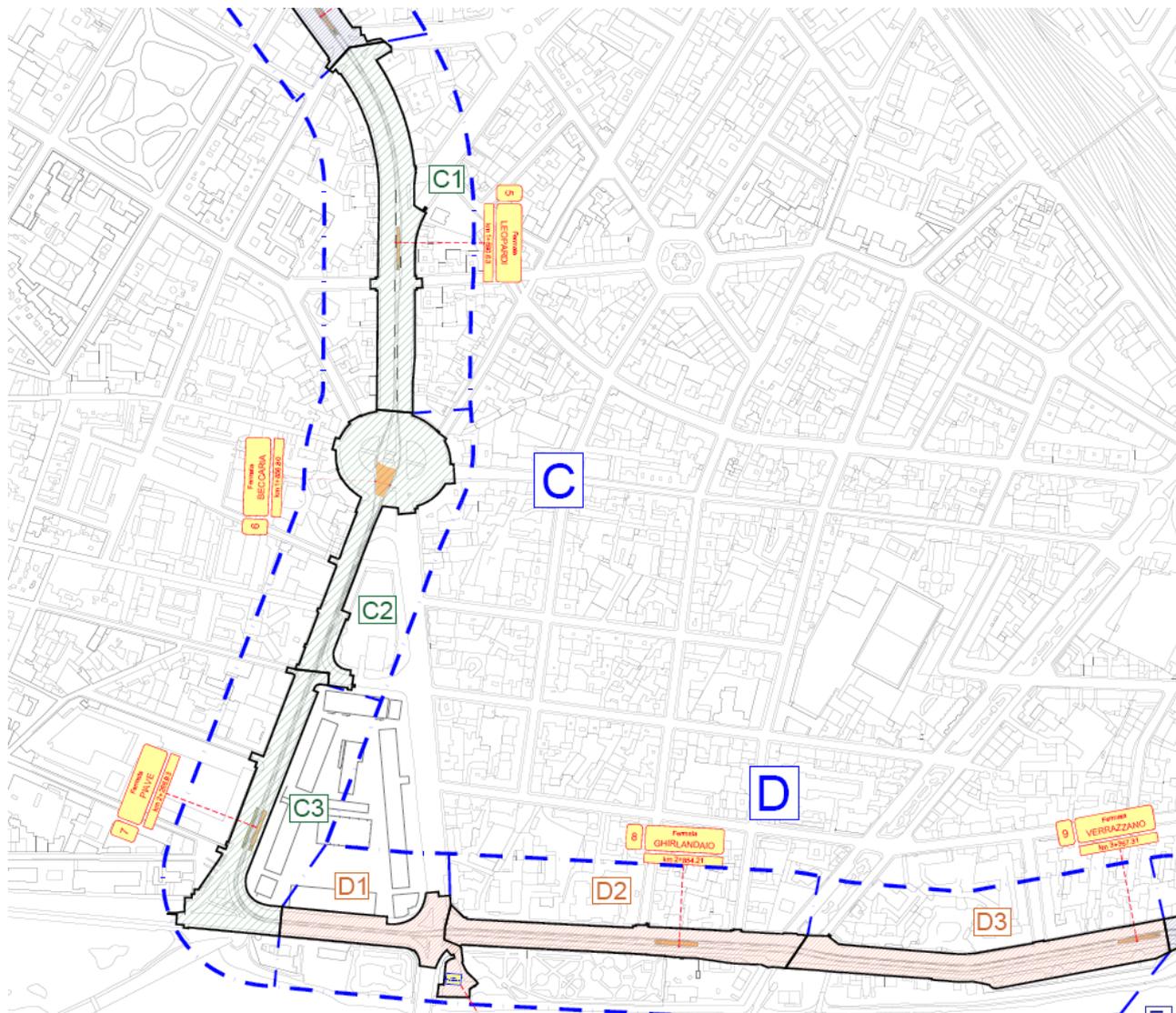


Figura 4 – Cantieri C e D

Il macrocantiere D è stato suddiviso nelle aree di lavoro:

- D1 Lungarno Pecori Giraldi;
- D2 Lungarno del Tempio presso il quale verrà realizzata la SSE S. Niccolò e la fermata Ghirlandaio;
- D3 Lungarno Colombo dove è programmata la fermata Verrazzano.

Il macrocantiere F è stato suddiviso nei cantieri:

- F1 viale Giannotti da ponte da Verrazzano a piazza Gavinana;
- F2 viale Giannotti da piazza Gavinana a via Caponsacchi dove è prevista la fermata Giannotti;
- F3 viale Giannotti da via Caponsacchi a via Traversari dove è prevista la fermata Bandino;
- F4 viale Giannotti da via Traversari a viale Europa dove è prevista la fermata Erbosa.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 192 di 285

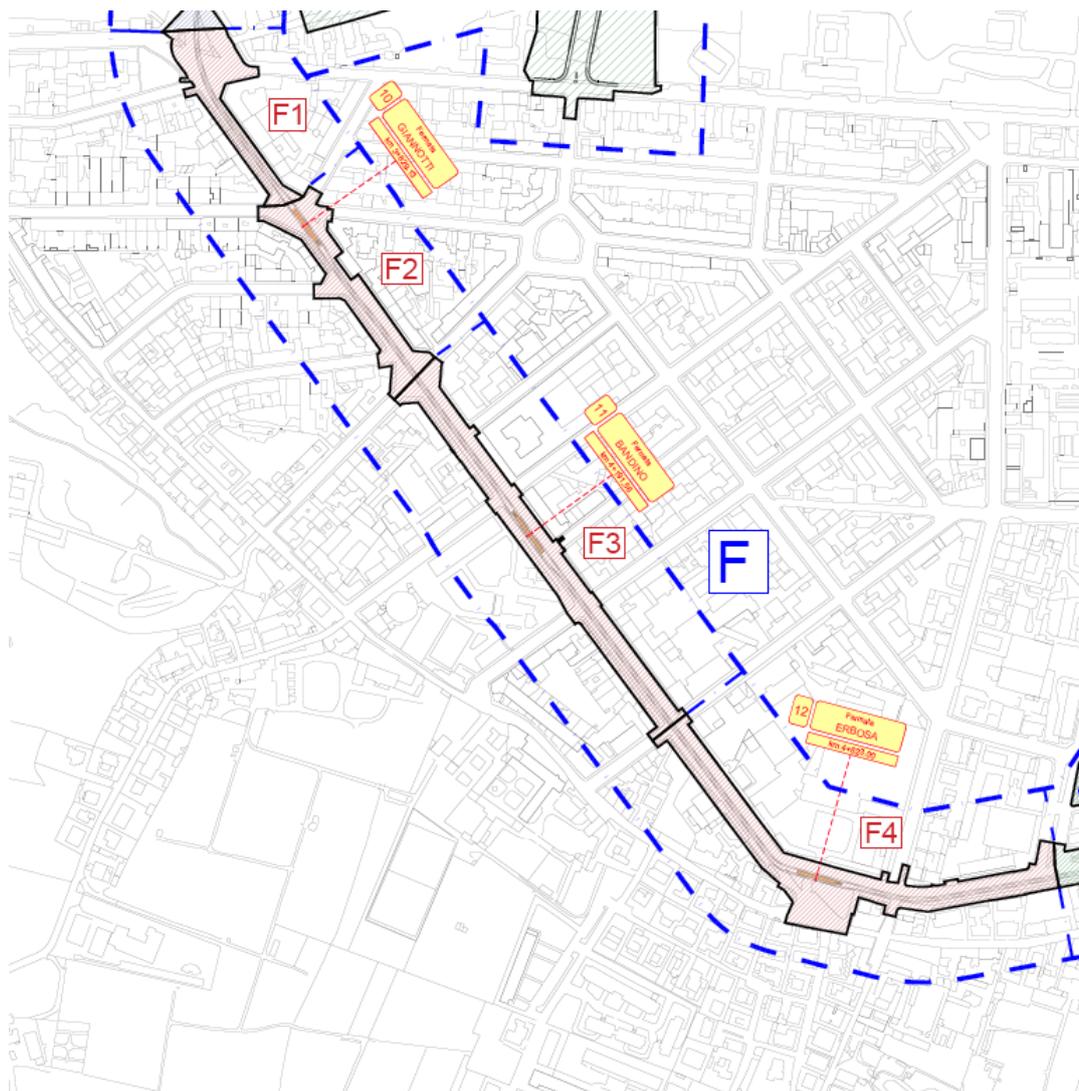


Figura 5 – cantieri F

Il macrocantiere G è stato suddiviso nei cantieri:

- G1 viale Europa da via Largo novello a via Olanda dove è prevista la fermata Europa 1 e la SSE Novella;
- G2 viale Europa da Olanda a via del cimitero del Pino (confine comune di Firenze) dove sono previste la fermate Europa 2 e Pino;

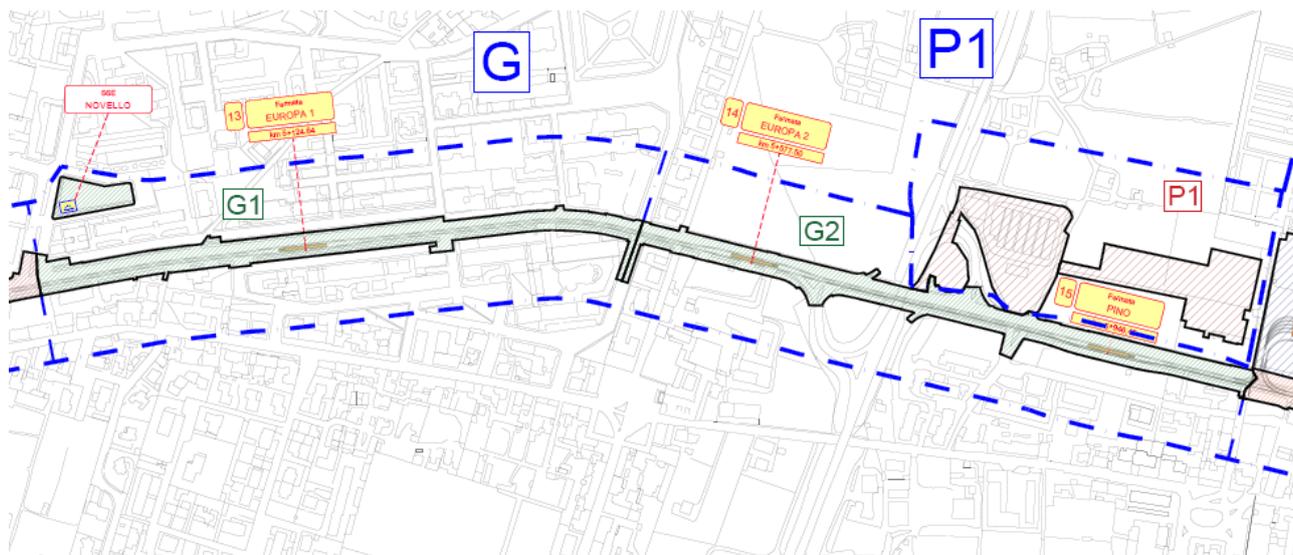


Figura 6 – Cantieri G

Il macrocantiere H è stato parzializzato in:

- H1 via Pian di Ripoli da via del cimitero del Pino a via degli Olmi;
- H2 via Pian di Ripoli da via degli Olmi a via Granacci dove è prevista la fermata Olmi;
- H3 via Pian di Ripoli in via Granacci dove è prevista la fermata capolinea Bagno a Ripoli;

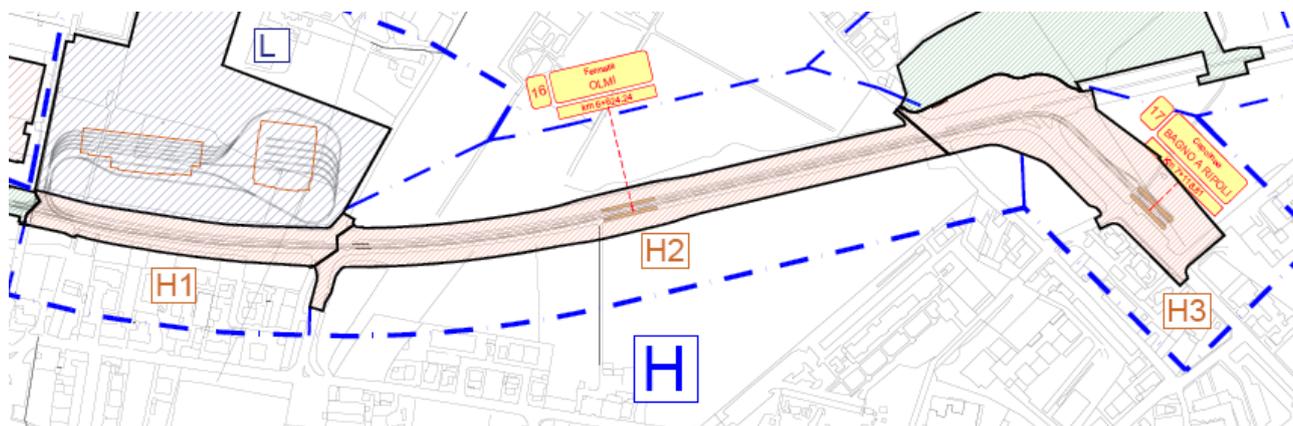


Figura 7 – Cantieri H

I macrocantieri delle opere puntuali sono distinti per singolo intervento.

Macrocantiere M nuovo Ponte sull'Arno tra via Minghetti e via Lapo da Castiglionchio

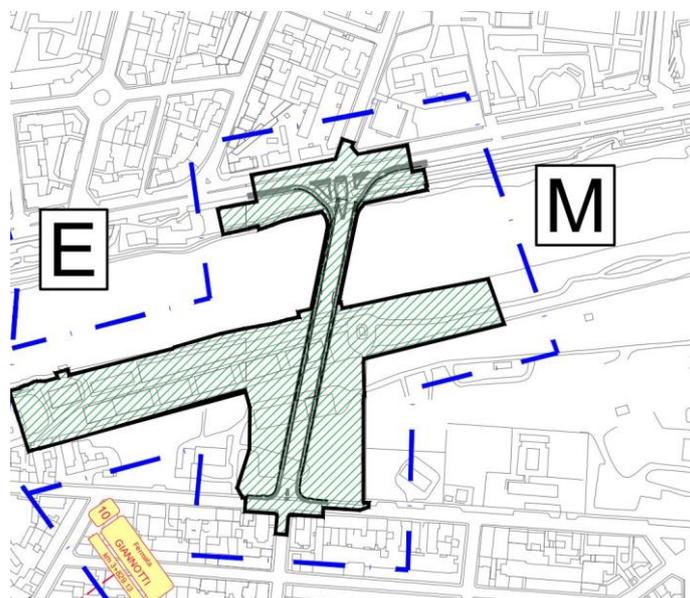


Figura 8 - Cantiere M

Le lavorazioni sui lungarni, nel tratto compreso tra Ponte San Niccolò e Ponte da Verrazzano, sono contenute nei cantieri D2 – D3 – E.

Le aree di lavoro sono accomunate da caratteristiche simili sia allo stato attuale sia ad opere completate nella fascia dei Lungarni, in particolare si evidenzia come i binari saranno posti a cavallo di un filare di alberi esistente.

Il cantiere sul ponte da Verrazzano è accorpato ai cantieri D2-D3, per opportunità temporale e prossimità fisica degli interventi

Il cantiere E, comprende pertanto, il Ponte da Verrazzano, da Lungarno Colombo a Piazza Ravenna. Nelle prime fasi data la necessità di interventi che prevedono lavori strutturali sull'impalcato come prime lavorazioni, si prevede la totale chiusura del ponte durante la cantierizzazione. La riapertura è prevista a completamento dell'armamento, in contemporanea con la fase di finiture a cantiere ristretto alla sola sede.

In tutte le varie fasi attuative è prevista la chiusura completa del ponte, in modo da consentire l'esecuzione di lavorazioni strutturali sull'impalcato.

Le lavorazioni sul Ponte possono iniziare solo dopo l'apertura del nuovo ponte sull'Arno.

Nel progetto definitivo erano state previste una serie di lavorazioni riassunte di seguito:

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 195 di 285

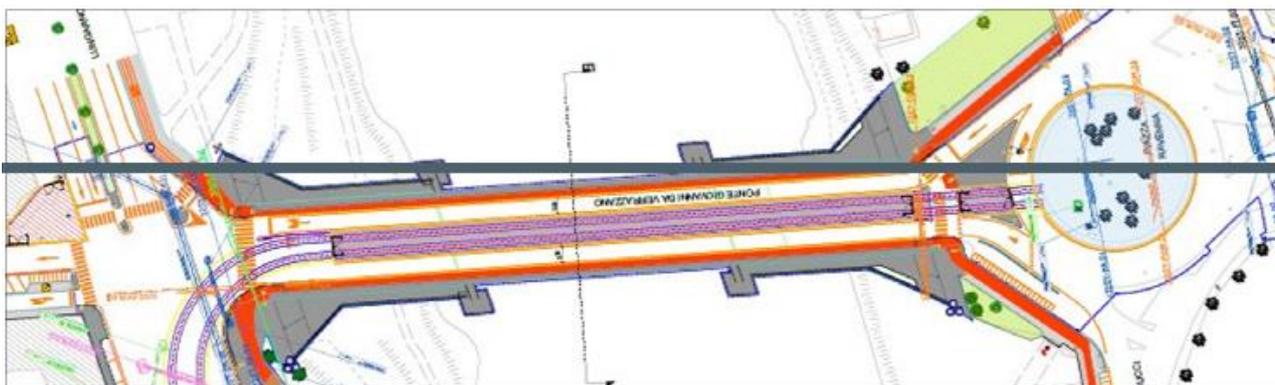
nel tratto a nord del ponte, su Lungarno Colombo, è previsto lo spostamento dei sottoservizi interferenti, la realizzazione dei plinti della linea di contatto, e l'esecuzione dei lavori per la sede delle sistemazioni urbane e la posa dell'armamento tranviario;

successivamente sono previste le lavorazioni strutturali sull'impalcato, che nel progetto definitivi consistevano nei seguenti interventi:

- Ripristino e riparazione delle superfici ammalorate di cls;
- Sostituzione degli appoggi della sola campata metallica;
- Riduzione del retrotrave della campata metallica;
- Sostituzione dei giunti di dilatazione;
- Verniciatura delle travi metalliche nelle zone corrose.

Contestualmente dovranno essere eseguiti i lavori di Piazza Ravenna, che prevedono la demolizione della rotatoria e la realizzazione delle corsie provvisorie, necessarie nelle fasi successive;

seguono quindi la realizzazione dei plinti della linea di contatto, e i lavori di realizzazione della sede, le sistemazioni urbane e la posa dell'armamento tranviario e la realizzazione delle sistemazioni urbane definitive.



Tutto ciò premesso, Il Ponte da Verrazzano è un'opera esistente che, per sua stessa natura tipologica, presenta numerosi nodi critici in riguardo la durabilità degli elementi strutturali nel tempo.

Nell'ambito del presente progetto esecutivo, pertanto, è stata segnalata la necessità (vedi elaborato 3217IX10230PE_0A Nota tecnica) di effettuare ulteriori approfondimenti finalizzati all'integrazione delle informazioni contenute nel Progetto Definitivo al fine di ampliare il quadro conoscitivo disponibile coerentemente alle richieste delle norme ora vigenti.

Alle indagini dovrà poi seguire la Valutazione Preliminare della Sicurezza che tenga conto sia delle carenze eventualmente individuate durante il rilievo di dettaglio che del comportamento strutturale. Gli approfondimenti, descritti nella nota soprarichiamata e nella proposta del piano di indagini (vedi elaborato 3217LX10231PE_0A Piano indagini conoscitive) rappresentano una condizione necessaria per poter eseguire le verifiche integrative finalizzate alla conferma delle conclusioni del

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 196 di 285

Progetto Definitivo. Solo a valle di dette verifiche potrà essere sviluppato il Progetto Esecutivo conformemente alla normativa oggi vigente.

15.3 CONFIGURAZIONI GENERALI DI CANTIERE

Come già preannunciato al fine di limitare l'impatto dei cantieri sulla viabilità pubblica è stata individuata nel cronoprogramma e negli elaborati specifici di contemporaneità e di viabilità alternativa la sequenza di attivazione, la durata dei vari cantieri e delle lavorazioni.

Tale sequenza è stata ipotizzata tenendo conto di varie condizioni:

- Tipologie di opere da eseguire;
- Viabilità alternative disponibili;
- Cantierizzazioni parziali delle strade/viali per evitare chiusure degli incroci;
- Impiego risorse e mezzi;

in particolare, si è ipotizzato, in funzione delle attività previste, un'attività lavorativa distribuita su 2 turni di lavoro ad eccezione di alcune attività poste in prossimità di incroci critici in cui si è assunto un'attività lavorativa distribuita su 3 turni di lavoro.

Nella definizione dell'avanzamento dei cantieri di linea, si ritiene utile, ai fini della descrizione, suddividerli in 8 macroaree spazio-temporali, determinate dalla posizione, dalla stima dei tempi di esecuzione, e dalla opportunità con cui eseguirli. Maggiori dettagli sono consultabili nelle specifiche tavole.

1. Don Minzoni (Cantiere A)
2. Matteotti – Donatello - Gramsci (Cantieri B1 – B2 – C1)
3. Beccaria – Giovine Italia – Zecca (Cantieri C2 – C3 – D1)
4. Tempio – Colombo – Verrazzano (Cantieri D2 – D3 - E)
5. Poggio Bracciolini – Gavinana (Cantieri F1 – F2)
6. Giannotti (Cantieri F3 – F4)
7. Europa (Cantieri G1 – G2 – H1)
8. Pian di Ripoli – Granacci (Cantieri H2 – H3)

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 197 di 285

15.4 Contemporaneità e viabilità alternative

Come già preannunciato, al fine di limitare l'impatto dei cantieri sulla viabilità pubblica è stata individuata nel cronoprogramma 321CRO0011PE-0B) e negli elaborati specifici la sequenza di attivazione e la durata dei vari cantieri.

Tale sequenza è stata ipotizzata tenendo conto di varie condizioni:

- Tipologie di opere da eseguire
- Viabilità alternative disponibili;
- Cantierizzazioni parziali delle strade/viali per evitare chiusure degli incroci;
- Impiego risorse e mezzi;

Negli elaborati specifici di contemporaneità e viabilità alternative sono stati individuati per ognuna delle configurazioni analizzate:

- lo stato dei cantieri attivi comprensivo della loro individuazione planimetrica e il tipo di lavorazione in atto;
- le direttrici di viabilità pubblica garantite in fase di cantiere;
- le direttrici di viabilità pubblica chiuse in fase di cantiere;
- i percorsi alternativi con senso di marcia non modificato;
- i percorsi alternativi con inversione del senso di marcia o nuova viabilità o eliminazione delle corsie preferenziali;
- le viabilità garantite solo per i frontisti;
- la segnaletica in prossimità dei cantieri con individuazione delle corsie rimanenti in prossimità dei cantieri;
- I semafori provvisori o di progetto attivi nelle varie fasi di cantiere.

I percorsi alternativi individuati sostituiscono le direttrici chiuse o garantiscono alternative possibili a direttrici di viabilità mantenute in fase di cantiere con un numero ridotto di corsie rispetto a quelle attuali.

Nelle note dello stesso elaborato vengono descritti nel dettaglio i percorsi alternativi che sostituiscono le direttrici chiuse.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 198 di 285

Lo schema di cantierizzazione è stato pensato dal particolare al globale, quindi a seguito dello studio delle lavorazioni necessarie per la realizzazione di singole porzioni di opera, si è analizzato la compatibilità con i cantieri adiacenti, andando a definire la contemporaneità delle macroaree precedentemente descritte.

Passando infine ad un livello complessivo di organizzazione del cronoprogramma lo schema temporale ha messo come obiettivo, quello di minimizzare gli impatti sulla viabilità.

Le lavorazioni maggiormente vincolanti nell'evoluzione del cronoprogramma sono:

- Apertura al traffico Nuovo Ponte (mese 18)
- Riapertura al traffico ponte da Verrazzano (mese 25)

La messa in funzione preventiva del riassetto dello schema di viabilità costituisce un elemento fondante del piano di cantierizzazione in oggetto, e su di esso è stato studiato lo schema di viabilità alternativa.

Allo stesso modo rappresenta un vincolo all'inizio delle lavorazioni impattanti, l'apertura al traffico del nuovo ponte. Risulterebbe altrimenti impossibile la chiusura del ponte da Verrazzano senza ripercussioni, sull'intera area compresa tra il ponte Ferrucci e il ponte di Varlungo.

Importante anche la riapertura al traffico dopo i lavori di consolidamento e di realizzazione di sede sul ponte da Verrazzano, che sbloccano a partire dal mese 25 le ultime lavorazioni ancora non iniziate ovvero quelle dei cantieri F1 ed F2 intorno piazza Gavinana.

Il cronoprogramma mira all'obiettivo di comprimere i tempi di esecuzione riducendo gli impatti grazie a una riconfigurazione geometrica dei cantieri e a una sua dislocazione temporale all'interno dei 30 mesi previsti per la realizzazione.

15.5 FASI PRINCIPALI DEI CANTIERI FISSI ATTIVI

I cantieri fissi (L, M) della linea 3.2.1 sono posti al di fuori dell'attuale schema viario, ed hanno un ridotto impatto sulla mobilità durante la fase di esecuzione. Si è scelta una partenza contemporanea al mese 0 delle lavorazioni per consentire un rapido completamento di aree e infrastrutture utili già prima del completamento dell'opera.

Il completamento del cantiere M costituisce il vincolo principale del cronoprogramma di realizzazione delle opere, poiché solo dopo la sua apertura, sarà possibile procedere alla chiusura e al

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 199 di 285

consolidamento del ponte da Verrazzano, condizionando direttamente tutte le lavorazioni dei cantieri D2-D3-E-F1-F2 a ridosso dei ponti, e indirettamente tutto il resto del piano di cantierizzazione.

Anche il completamento anticipato delle aree di parcheggio offre possibilità aggiuntive da valutare anche durante gli stessi mesi di lavorazione.

15.6 CANTIERE M – NUOVO PONTE SULL' ARNO

Elaborati (32170X10106)

Il cantiere nord si trova nella zona verde a Nord del lungarno Aldo Moro davanti a via Minghetti, mentre il cantiere Sud è collocato sopra a via del Castiglionchio nel parco dell'Albereta.

Il completamento di questo cantiere vincola l'attivazione del cantiere E sul ponte da Verrazzano dove verrà realizzato l'attraversamento tranviario sull'Arno.

Le fasi previste sono sei e non interessano, se non l'ultima ma in modo marginale, la viabilità esistente. La durata del cantiere M, si prevede di 480 gg a partire dal mese 1 del cronoprogramma.

Il cantiere M del nuovo ponte, si divide in due aree, denominate Cantiere Nord e cantiere Sud.

La prima attività del cantiere in **fase 0** è la bonifica degli ordigni bellici, a seguito della quale sono previste tutte le opere propedeutiche per l'avvio delle lavorazioni come abbattimento alberi e smacchiatura, demolizione del deposito Publiacqua, demolizioni varie e l'allestimento delle aree logistiche quali deposito terre e box e bagni di cantiere.

Nel cantiere sud, dove sorgerà la pila Arno si realizzeranno delle palancole e una penisola provvisoria in alveo. Nel cantiere Nord, nell'area della spalla nord, si realizzeranno i pali di fondazione della stessa ed inoltre verrà realizzata la sistemazione urbana dell'area cani

Nella **fase 1** nell' area del cantiere Nord si realizzerà la fondazione della spalla Nord, mentre nell'area del cantiere Sud verranno realizzati i pali di fondazione della spalla Sud, e della pila Arno.

Nella **fase 2** nell' area del cantiere Nord inizierà la realizzazione delle elevazioni della spalla Nord, mentre nell'area del cantiere Sud verranno realizzati le fondazioni e le elevazioni della pila Arno e della spalla Sud. A seguito del completamento delle elevazioni della Pila verranno rimosse le

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 200 di 285

palancole e verrà ripristinato l'alveo del fiume. Nel cantiere Sud in una zona adeguatamente adibita verrà iniziato l'assemblaggio dei conci della trave dell'impalcato

Nella **fase 3**, nell'area del cantiere Sud, verranno varate le travi impalcato tra la spalla Sud e la Pila Arno. Nelle stesse campate verrà realizzata la soletta. Sempre nell'area Sud verranno assemblati i restanti conci trave dell'impalcato. Nell'area nord verrà realizzata la parte a sbalzo della spalla nord previa realizzazione di palancole di protezione. Al termine della realizzazione delle elevazioni verranno rimosse le palancole e sarà eseguito il ripristinato dell'alveo.

Nella **fase 4** verrà eseguito il varo delle travi dell'impalcato tra la pila Arno e la Spalla Nord. A seguito dello stesso verranno completate le saldature dei conci trave

Nella **fase 5** verrà completata la soletta e i muri andatori. Si eseguiranno le finiture impalcato, le sistemazioni urbane finali, il completamento della sistemazione degli argini e delle aree esterne. Verrà svolta graduale rimozione delle aree logistiche di cantiere

15.7 CANTIERE L – DEPOSITO

Elaborati (32170X10105)

Il cantiere fisso del deposito è situato nell'area verde, al di sopra di via Pian di Ripoli, compresa tra via Cimitero del Pino e via degli Olmi.

Il completamento di questo cantiere non ne vincola l'attivazione di nessun altro e si prevede il completamento dello stesso il 762gg a partire dal mese 1 del cronoprogramma.

Le fasi previste per la realizzazione sono sei e non comportano variazione dell'ingombro del cantiere.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 201 di 285

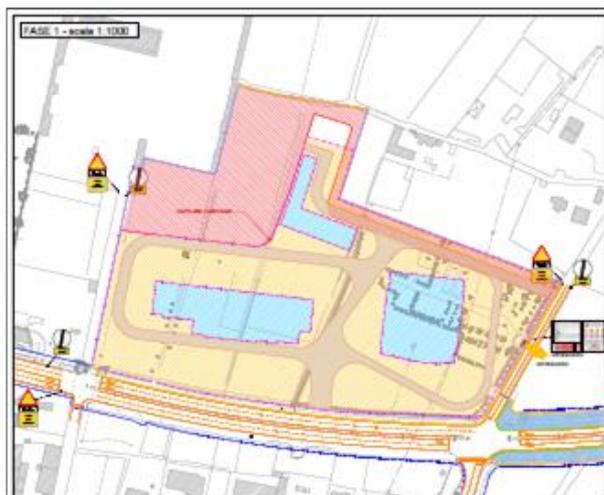


Figura 9 Cantiere L - fase 6

Nella “fase 1” è prevista la bonifica degli Ordigni Bellici sia superficiale che profonda nelle aree dove sorgeranno strutture e plinti; vengono eseguite opere di demolizioni di alberature esistenti e viene allestita la pista di cantiere. La pista di cantiere viene realizzata nella zona dove da progetto definitivo passerà la viabilità interna al deposito.

Nella “fase 2” vengono allestite delle aree logistiche quali: la piazzola gomme, la piazzola rotaie, , dei parcheggi auto e delle aree per le disposizioni tecnologiche. Tutte queste aree logistiche sono accessibili dalla pista di cantiere precedentemente realizzata. Sono previsti due accessi al deposito, uno in via degli Olmi e l'altro in via Pian di Ripoli, entrambi gli accessi sono previsti di pesa e lavaggio per i mezzi di cantiere. In questa fase vengono anche realizzati gli impianti di smaltimento delle acque meteoriche, l'impianto dell'acqua potabile ed industriale e l'impianto fognario.

Nella “fase 3” gli accessi al cantiere non variano rispetto alla fase precedente; si prevede la realizzazione degli scavi di fondazione e la realizzazione dei pali di fondazione per il rimessaggio, l'officina manutenzioni e l'officina impianti fissi. Vengono realizzati gli scavi e le fondazioni superficiali per la sottostazione elettrica.

Nella “fase 4” gli accessi al cantiere non variano rispetto alla fase precedente; si prevede la realizzazione delle opere di elevazione delle strutture del deposito quali: il rimessaggio, l'officina

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 202 di 285

manutenzioni, l'officina impianti fissi e la sottostazione elettrica. Per la realizzazione di tali opere sono previste due gru a torre.

Nella "fase 5" gli accessi al cantiere non variano rispetto alla fase precedente; si prevede la realizzazione delle opere civili di sede e la posa dell'armamento di tutti i binari interni all'area di deposito. Vengono inoltre realizzate le finiture sui tratti della pista di cantiere

Nella "fase 6" l'unico accesso al cantiere rimane quello previsto da progetto definito in via degli Olmi. In questa fase è prevista la realizzazione delle sistemazioni urbane e la piantumazione delle nuove alberature in tutta l'area interna al deposito a meno dell'area in cui sorge il campo base. Verranno, inoltre, realizzati gli impianti antincendio, di irrigazione e di illuminazione. Tutte le aree logistiche vengono gradualmente rimossi.

Nell' area a Nord del cantiere sarà ricavato lo spazio per un campo base attivo per tutta la durata dei lavori.

In particolare sarà formato da edifici composti da moduli prefabbricati con la facciata è composta da pannelli sandwich in poliuretano, con spessore di 40 mm.

La sovrapposizione dei prefabbricati sarà fino a 3 piani fuori terra e resistente al fuoco come da elaborati allegati.

I colori delle pareti dei prefabbricati sarà grigio chiaro mentre le coperture saranno di colore verde

Le aree esterne del campo prevedono viabilità, marciapiedi e spazi di sosta che avranno finitura in manto bituminoso di colore grigio (binder) oltre aree a verde che saranno previste in erba.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 203 di 285



Figura TIPOLOGICO COLORI PREFABRICATI E FINITURA AREE ESTERNE CAMPO BASE

16. SICUREZZA

A seguito dello sviluppo della Progettazione Esecutiva sarà necessario l'aggiornamento del piano di sicurezza e di coordinamento con i contenuti previsti all'art.28 dell'Allegato I.7 del Decreto Legislativo 31 marzo 2023, n. 36.

A tal proposito le principali tematiche su cui si ritiene si dovrà intervenire riguardano i seguenti capitoli:

Cantierizzazione: si dovrà recepire la riconfigurazione della Cantierizzazione (e dei connessi oneri della sicurezza quali recinzioni, barriere fonoassorbenti, segnaletica, sorveglianza, etc. in coerenza con quanto contenuto nell'apposito capitolo 17 del Prezziario della Regione Toscana) a seguito degli aggiornamenti del Progetto Esecutivo e con riferimento anche alle tempistiche contenute nel Cronoprogramma allegato al Verbale di Revisione della Concessione del 21/12/2023 che presenta tempistiche diverse da quello contenuto nel Progetto Definitivo. Inoltre, ai sensi del Dlgs 81/08 all. XV punto

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 204 di 285

4.1.1 lett. a) e c)) relativo all'organizzazione del cantiere ed a quanto previsto nell'ambito dei servizi igienico – assistenziali l'aggiornamento del PSC dovrà tenere conto della presenza di tali servizi e dei principali impianti di cantiere all'interno del campo base posto nell'area del deposito e di quelli dislocati nei cantieri di linea.

▪ **Nuovo Ponte Arno:**

- **Palancolati provvisori e piazzali per messa in sicurezza aree di cantiere in alveo nei confronti delle piene dell'Arno.**

Come richiesto nell'Allegato XV al D. Lgs. 81/2008 - Contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, al cap. 2.2.1 , in riferimento all'area di cantiere, **il PSC contiene l'analisi degli elementi essenziali di cui all'allegato XV.2, in relazione:** a) alle caratteristiche dell'area di cantiere, con particolare attenzione alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;

b) all'eventuale presenza di fattori esterni che comportano rischi per il cantiere, con particolare attenzione: b.1) a lavori stradali ed autostradali al fine di garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori impiegati nei confronti dei rischi derivanti dal traffico circostante; **b.2) al rischio di annegamento.**

Per questo aspetto al cap. 2.2.4 si indica che per ogni elemento dell'analisi di cui ai punti 2.2.1., 2.2.2., 2.2.3., il PSC contiene le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro ed ove necessario, vanno prodotte tavole e disegni tecnici esplicativi.

In tal senso i piazzali e relative opere di sostegno in alveo, quali lavorazioni temporanee connesse alla cantierizzazione, sono finalizzati a fungere da misure di protezione collettiva del personale nei confronti degli episodi di piena fluviale sia che si operi sul Cantiere Sud, Cantiere Nord, nonchè Pozzo Pila.

- **Palancolato provvisorio pozzo pila.**

Tale presidio rientra tra quelli citati all'Allegato XV.1 al D. Lgs. 81/2008 recante "Elenco indicativo e non esauriente degli elementi essenziali utili alla definizione dei contenuti e costi del PSC di cui al punto 2.1.2" - categoria "Apprestamenti", in

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 205 di 285

quanto il Decreto cita: "ponteggi; trabattelli; ponti su cavalletti; impalcati; parapetti; andatoie; passerelle; **armature delle pareti degli scavi**; gabinetti; locali per lavarsi; spogliatoi; refettori; locali di ricovero e di riposo; dormitori; camere di medicazione; infermerie; recinzioni di cantiere"

○ **Sistema di Recupero Collettivo in Emergenza**

Come richiesto nell'Allegato XV al D. Lgs. 81/2008 - Contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili al cap. 2.2.3, in riferimento alle lavorazioni da attenzionare in modo particolare in quanto a rischio di seppellimento durante gli scavi, tale presidio è finalizzato a fungere da misura di protezione del personale nei confronti dei tali episodi

- **Ponte da Verrazzano:** vista la necessità di approfondimento tecnico sull'opera l'aggiornamento del PSC dovrà tenere conto delle eventuali modifiche.

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 206 di 285

17. PERIZIE DI VARIANTE

Il corpo progettuale contiene alcune di perizie di variante che sono trattate nei seguenti documenti.

- 321ECO00007PE_OB Perizia di variante n°1 - Nuovo ponte su Arno
- 321ECO00008PE_OB Perizia di variante n°2 - Officina impianti fissi - officina materiale rotabile - rimessaggio
- 321ECO00009PE_OB Perizia di variante n°3 - Attrezzaggio – OO.CC Interramento impianto distr. Sabbia
- 321ECO00010PE_OB Perizia di variante n°4 - Sottopasso Marco Polo
- 321ECO00011PE_OB Perizia di variante n°5 - Sottofondo sede tramviaria
- 321ECO00012PE_OD Perizia di variante n°6 - Bonifica ordigni bellici
- 321ECO00013PE_OB Perizia di variante n°7 - Sistema di segnalamento e localizzazione
- 321ECO00014PE_OB Perizia di variante n°8 - Utilizzo di materiali inerti riciclati
- 321ECO00015PE_0A Perizia di variante n°9 - Impianti Civili Deposito

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 207 di 285

**ALLEGATO A- VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO
DEPOSITO BAGNO A RIPOLI**

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 208 di 285

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

I rilievi acustici, le elaborazioni numeriche delle misure e la redazione del presente studio sono stati eseguiti dai seguenti Tecnici Competenti in Acustica Ambientale, iscritti all’Elenco Nazionale (ENTECA) ai sensi del D. Lgs. del 17 febbraio 2017, n. 42:

<p>Dott. Gabriele Bertelloni D.D. n. 3722 del 01/12/2015 Prov. Massa-Carrara Iscrizione ENTECA n. 10229 del 22/01/2019</p>	
<p>Ing. Tiziano Baruzzo D.D. n. 3098 del 02/11/2011 Regione Liguria Iscrizione ENTECA n. 2483 del 10/12/2018</p>	
<p>Dott. Ing. Lorenzo Giuggioli D. D. Reg. Toscana N°94 del 07/01/21 Iscrizione ENTECA n. 11562 del 11/01/2021</p>	

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO NAZIONALE.....	4
2.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO REGIONE TOSCANA.....	4
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
4	ANALISI DEI RICETTORI	6
5	INQUADRAMENTO ACUSTICO	7
6	MONITORAGGIO CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM.....	9
7	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO TRAMITE MODELLO NUMERICO	11
7.1	DESCRIZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DELLA MODELLISTICA NUMERICA	11
7.2	MODELLO DI CALCOLO	11
7.3	DESCRIZIONE SORGENTI INTERNE AL DEPOSITO.....	15
7.3.1	<i>Officina manutenzione rotabili.....</i>	<i>16</i>
7.3.2	<i>Impianto di lavaggio.....</i>	<i>20</i>
7.3.3	<i>Impianti ad aria compressa.....</i>	<i>24</i>
7.3.4	<i>Linea tramviaria interna al deposito.....</i>	<i>28</i>
7.3.5	<i>Torrini di aerazione della sottostazione elettrica.....</i>	<i>39</i>
7.3.6	<i>Riassunto sorgenti interne al deposito</i>	<i>40</i>
7.4	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	42
7.4.1	<i>Confronto con i limiti di emissione.....</i>	<i>42</i>
7.4.2	<i>Valutazione limiti di immissione.....</i>	<i>43</i>
7.4.3	<i>Valutazione del criterio differenziale</i>	<i>44</i>
8	CONCLUSIONI.....	46

ALLEGATI

	Rev.
Allegato 1 MAPPE DI SIMULAZIONE ACUSTICA	0
Allegato 2 CERTIFICATI MISURE FONOMETRICHE	0

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico relativa al Deposito di Bagno a Ripoli a servizio del sistema tramviario del Comune di Firenze lotto 3.2.1 tratta “Piazza Libertà – Bagno a Ripoli”.

Il presente studio ha lo scopo di valutare le emissioni acustiche relative alle attività interne al deposito, al fine di verificare il rispetto dei limiti. In particolare, lo studio ha lo scopo di:

- valutare i livelli di emissione ed immissione generati dall’attività in facciata ai ricettori identificati come maggiormente esposti;
- Identificare i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali per ciascun ricettore e verificarne il rispetto.

I rilievi acustici, le elaborazioni numeriche delle misure e la redazione del presente studio sono stati eseguiti dai seguenti Tecnici Competenti in Acustica Ambientale, iscritti all’Elenco Nazionale (ENTECA) ai sensi del D. Lgs. del 17 febbraio 2017, n. 42:

- Dott. Gabriele Bertelloni (D.D. n. 3722 del 01/12/2015 Prov. Massa-Carrara - Iscrizione ENTECA n. 10229 del 22/01/2019);
- Ing. Tiziano Baruzzo (D.D. n. 3098 del 02/11/2011 Regione Liguria Iscrizione ENTECA n. 2483 del 10/12/2018);
- Dott. Ing. Lorenzo Giuggioli (D. D. Reg. Toscana N°94 Del 07/01/21 Iscrizione ENTECA n. 11562 del 11/01/2021).

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO NAZIONALE

La **Legge n. 447 del 26 ottobre 1995** (Legge Quadro sull’Inquinamento Acustico) fissa i principi fondamentali in materia di tutela dell’ambiente dall’inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell’articolo 117 della Costituzione, in particolare stabilisce:

- le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni;
- le modalità di redazione dei piani di risanamento acustico;
- i soggetti che devono produrre le valutazioni di impatto acustico e le valutazioni previsionali di clima acustico;
- le sanzioni amministrative in caso di violazione dei regolamenti di esecuzione;
- gli enti incaricati del controllo e della vigilanza per l’attuazione della legge.

Il DPCM del 14 novembre 1997 che stabilisce i seguenti limiti:

Classi di destinazione d’uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturmo (22:00 – 06:00)
I - aree particolarmente protette	45 dB(A)	35 dB(A)
II - aree prevalentemente residenziali	50 dB(A)	40 dB(A)
III - aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)
IV - aree di intensa attività umana	60 dB(A)	50 dB(A)
V - aree prevalentemente industriali	65 dB(A)	55 dB(A)
VI - aree esclusivamente industriali	65 dB(A)	65 dB(A)

Tabella 1 - Valori limite assoluti di emissione - Leq in dB(A) (Art. 2 del DPCM 14/11/97)

Classi di destinazione d’uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturmo (22:00 – 06:00)
I - aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)
II - aree prevalentemente residenziali	55 dB(A)	45 dB(A)
III - aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)
IV - aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)
V - aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)
VI - aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

Tabella 2 - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (Art. 3 del DPCM 14/11/97)

Le norme tecniche per le modalità di rilevamento del rumore sono fissate dal **Decreto 16 marzo 1998** “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”.

2.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO REGIONE TOSCANA

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA REGIONALE 8 gennaio 2014, n. 2/R - Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell’articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico).

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La linea 3.2.1 prevede un percorso di 7.15 km, nel quadrante sud-est della città, su entrambi i lati del fiume Arno, fino ad entrare nel territorio della Piana di Ripoli nel comune di Bagno a Ripoli.

In quest'area al di fuori del tessuto urbano consolidato, saranno posizionate alcune infrastrutture di corredo alla linea tram, oggetto dello stesso progetto: due parcheggi scambiatori e un nuovo deposito tramviario.

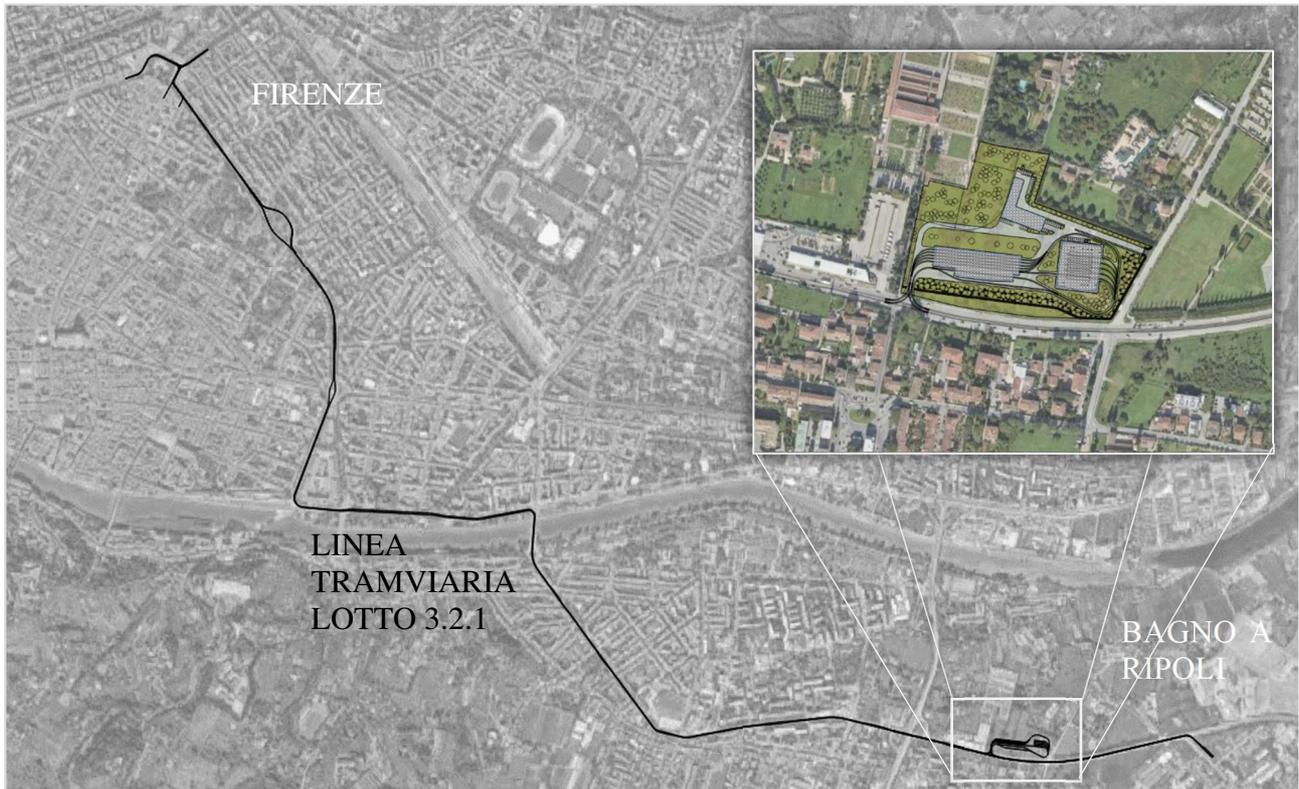


Figura 1 - Planimetria di progetto della linea 3.2.1 Libertà – Bagno a Ripoli

Il Nuovo deposito verrà realizzato a Bagno a Ripoli, in un lotto sul lato nord di via Pian di Ripoli, sul confine con Firenze, nei pressi del Cimitero del Pino e del parcheggio scambiatore Europa.

Il progetto è caratterizzato da una serie di edifici dislocati all'interno del lotto la cui posizione ed impostazione planimetrica è fortemente condizionata dalle esigenze tecnico-funzionali legate alla movimentazione dei tram che qui sostano e vengono mantenuti. L'ingresso e l'uscita dei tram avviene da un accesso sull'area ovest del lotto a fianco dell'ingresso del cimitero del Pino attraverso due binari che conducono ai vari edifici.

All'interno dell'area del deposito si trovano alcuni edifici:

- il rimessaggio
- l'officina manutenzione
- l'officina impianti fissi
- la sottostazione elettrica
- la portineria

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

4 ANALISI DEI RICETTORI

Nell'area oggetto di studio sono stati individuati i ricettori residenziali potenzialmente più impattati dalle emissioni sonore previste in facciata.

Non è stata riscontrata la presenza di edifici sensibili di tipo sanitario o scolastico. L'edificio sensibile più prossimo risulta essere l'Istituto Scolastico Gobetti-Volta, su Via Roma, posto ad una distanza di circa 400 metri dall'area deposito e pertanto non potenzialmente impattato dalle emissioni derivanti dal deposito. Sono stati valutati un totale di 14 ricettori residenziali.

Le tabelle con i livelli sono suddivise con le seguenti informazioni:

- ID Ricettore: codice ricettore individuato da un codice numerico progressivo;
- Piano fuori terra;
- Classe acustica di appartenenza secondo PCCA;
- Limiti normativi esterni: limiti di immissione diurno e notturno;
- Livelli in facciata:
 - Emissione: Livelli Leq simulati in facciata in dB(A) diurni e notturni;
 - Immissione: livelli Leq simulati in facciata in dB(A) diurni e notturni sommati al Leq misurato presso le postazioni fonometriche ante operam;
 - Differenziale: differenza tra i livelli di calcolati immissione ed i livelli di residuo misurati presso le postazioni di misura ante operam

Le tabelle con i livelli in facciata si riportano all'interno dell'elaborato “Allegato 2 – Tabella dei livelli in facciata ai ricettori”.



Figura 2 – Area cantiere V11

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

5 INQUADRAMENTO ACUSTICO

La **classificazione acustica**, redatta nel rispetto della normativa vigente, è basata sulla suddivisione del territorio in zone omogenee corrispondenti alle classi individuate dal D.P.C.M. 14.11.1997. Per ciascuna classe acustica in cui è suddiviso il territorio, sono definiti i valori limite di emissione, valori limite di immissione, valori di attenzione ed i valori di qualità, distinti per il periodo diurno (ore 6.00 – 22.00) e notturno (ore 22.00 – 6.00). Nel caso in esame, il comune di Firenze ha approvato il Piano di Classificazione Acustica del territorio, come previsto dalla Legge n°447 del 26 ottobre 1995, con deliberazione del consiglio comunale n. 103 del 13/09/2004, mentre il comune di Bagno a Ripoli tramite delibera del Consiglio Comunale n. 21/2005. Di seguito si riportano gli stralci dei PCCA vigenti dei comuni di Firenze e Bagno a Ripoli:



Figura 3 – Stralcio PCCA comune di Firenze

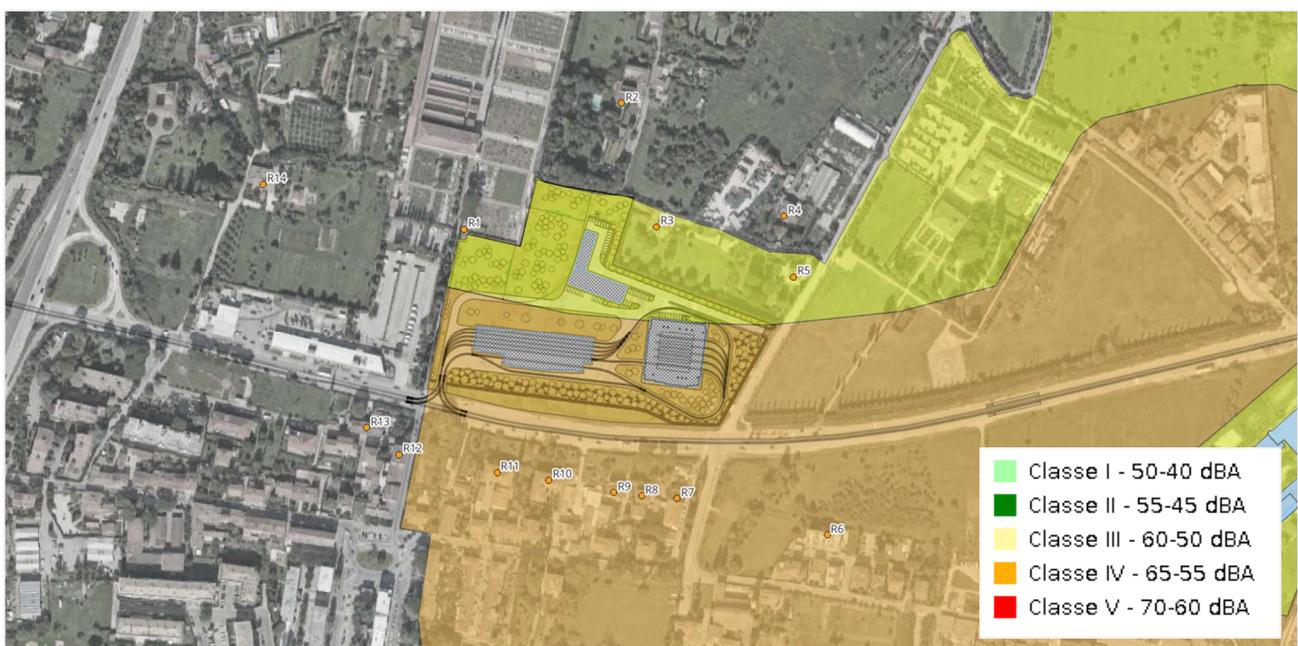


Figura 4 – Stralcio PCCA comune di Bagno a Ripoli

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Da un'analisi del PCCA si evince che a tutti i ricettori presenti nelle vicinanze del deposito risultano collocati in classe IV "Aree ad intensa attività umana", con limiti di immissione pari a 65 e 55 dB(A) rispettivamente per periodo diurno e notturno e con limiti di emissione pari a 60 e 50 dB(A) ed in classe III "Aree di tipo misto" con limiti di immissione pari a 60 e 50 dB(A) rispettivamente per periodo diurno e notturno e con limiti di emissione pari a 55 e 45 dB(A)

LIMITI ESTERNI IN FACCIATA						
Ricettori	Comune	Classe	Limite diurno di immissione	Limite notturno di immissione	Limite diurno di emissione	Limite notturno di emissione
R1	Firenze	III	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
R2	Firenze	III	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
R3	Bagno a Ripoli	III	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
R4	Firenze	III	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
R5	Bagno a Ripoli	III	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
R6	Bagno a Ripoli	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R7	Bagno a Ripoli	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R8	Bagno a Ripoli	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R9	Bagno a Ripoli	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R10	Bagno a Ripoli	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R11	Bagno a Ripoli	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R12	Firenze	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R13	Firenze	IV	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
R14	Firenze	III	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)

Tabella 3 – limiti di emissione ed immissione presso i ricettori

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

6 MONITORAGGIO CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Il clima acustico presente nell'area di studio è stato oggetto di un monitoraggio fonometrico Ante Operam eseguito nel periodo dicembre 2023. È stata eseguita una misura sia in periodo diurno che in periodo notturno. Nella figura di seguito si riporta l'ubicazione della postazione di misura utilizzata al fine della presente valutazione:

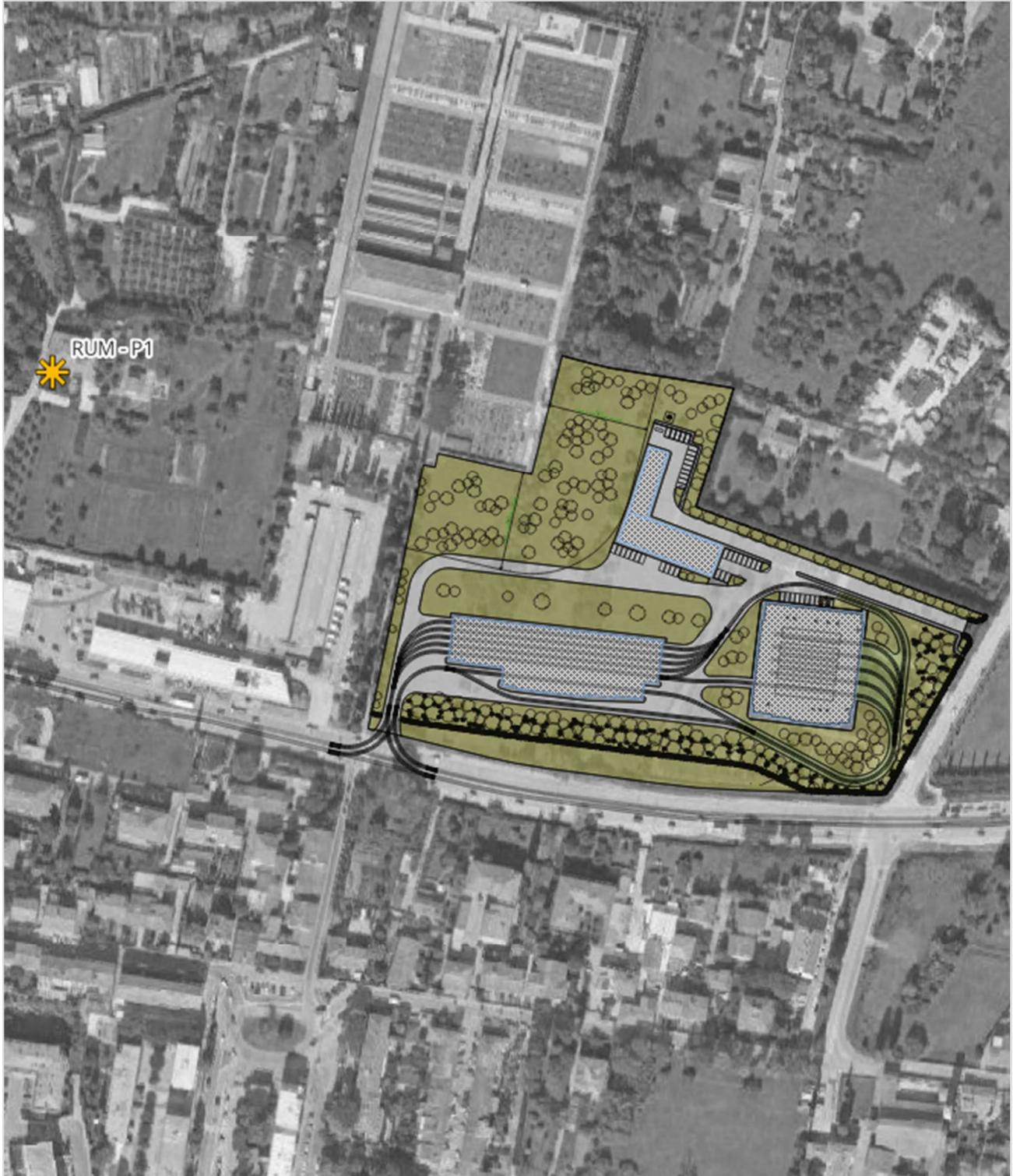


Figura 5 – Ubicazione postazione di misura monitoraggio fonometrico Ante Operam

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Come si evince dalla figura, tutte le misure sono state collocate al fine di caratterizzare la zona rappresentando il clima acustico diurno e notturno. Di seguito si riporta il report fotografico e l'ubicazione planimetrica della postazione di misura di clima acustico ante operam:



Figura 6 – Postazioni di misura RUM-P1 periodo diurno e notturno

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo dei livelli di rumore rilevati nelle postazioni di misura indicate, in periodo diurno (per le misure di tipo settimanale i valori riportati in tabella sono relativi alla media settimanale). Nella tabella si riporta inoltre il confronto tra i livelli misurati (rumore residuo) ed i limiti di zona fissati dai PCCA di Firenze (FI):

Pos	Ubicazione	Data	Periodo	Leq dB(A)	Classe	Limite immissione
RUM – P1	Viuzzo del Pozzetto	14/12/2023	Diurno	58,9	III	60
			Notturmo	54,6		50

Tabella 4 – Livelli equivalenti misurati presso le postazioni di monitoraggio fonometrico

Da un'analisi dei livelli misurati e si evince che il clima acustico attualmente presente presso le aree di studio risulta fortemente influenzato dal traffico veicolare transitante su Viale Europa.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7 VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO TRAMITE MODELLO NUMERICO

7.1 DESCRIZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DELLA MODELLISTICA NUMERICA

Per valutare il rumore prodotto in fase di cantiere è indispensabile individuare le tipologie di lavorazioni svolte, i macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei livelli sonori da essi prodotti. I livelli di rumore sono stati determinati attraverso apposite simulazioni per poter poi essere confrontati con la localizzazione, le caratteristiche dei ricettori e la classificazione acustica comunale.

Nella valutazione previsionale dell'impatto acustico, al fine di stimare il rumore previsto in prossimità dei ricettori, sono stati pertanto tenuti in considerazione i seguenti elementi:

- la classificazione acustica dell'area, e l'eventuale presenza di ricettori sensibili;
- lo stato attuale dei luoghi, mediante ricognizioni in sito e raccolta di materiale fotografico;

Se generalmente per il calcolo del rumore indotto si prevede la concentrazione delle sorgenti più rilevanti nel baricentro dell'area di lavoro del cantiere ed il calcolo dei livelli di emissione ed immissione sull'intero periodo di riferimento (16 ore per il periodo diurno, 8 ore per il periodo notturno), in questo caso le informazioni a disposizione dagli studi di cantierizzazione sono state utilizzate per operare nel seguente modo:

- sono state individuate le specifiche fasi di lavorazione, e tra esse sono state scelte le più rumorose e valutata la loro contemporaneità;
- per ogni lavorazione, sono state acquisiti i dati di potenza acustica delle macchine;
- è stato valutato **l'impatto della mezz'ora di lavorazione più critica**, implementando scenari nei quali i macchinari sono stati considerati attivi per tutto il periodo di riferimento e quindi rappresentativi delle fasi di lavorazione acute, caratterizzate dal contemporaneo funzionamento di tutte le sorgenti rumorose previste (valutando, in facciata ai ricettori i livelli di emissione e i livelli di immissione, quest'ultimi calcolati sulla base dei livelli di rumore residuo presenti nell'area di studio, rilevati mediante la campagna di rilievo Ante Operam eseguita nel mese di dicembre 2023);
- i ricevitori virtuali sono stati collocati in prossimità di tutti i ricettori individuati, su più quote in funzione dello sviluppo fuori terra della struttura edilizia.

7.2 MODELLO DI CALCOLO

Lo studio è stato effettuato utilizzando il software specifico Soundplan 8.2 (che verrà indicato in seguito con Soundplan). Soundplan è in grado di valutare il rumore emesso da vari tipi di sorgenti utilizzando vari standard selezionabili dall'operatore a seconda della situazione in esame. I risultati sono prodotti sia in forma tabellare, sia in forma grafica.

Per l'effettuazione della valutazione Soundplan richiede, in ingresso, la definizione della mappa del sito interessato: tale operazione può essere effettuata importando, in formato dxf di AutoCAD, una cartina digitalizzata della zona di interesse. La mappa deve contenere tutti gli oggetti necessari per il calcolo della generazione e della propagazione del rumore, devono quindi essere presenti: le sorgenti,

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

le linee di livello, i ricettori, gli edifici e le eventuali protezioni dal rumore. Per ogni oggetto, singolarmente, devono essere definiti i parametri geometrici ed acustici.

Nel caso in esame, in cui le sorgenti individuate sono le macchine operatrici del cantiere, devono essere impostati alcuni parametri specifici, dipendenti dal modello standard che viene utilizzato dal software per effettuare i calcoli. Per quanto riguarda le sorgenti fisse il software acustico si basa sugli algoritmi di calcolo descritti nella norma ISO 9613-1-2 relativa all'attenuazione del suono durante la propagazione “outdoors”. A partire da questi dati di input, il modello fornisce il livello di emissione acustica che corrisponde al livello acustico mediato sul periodo diurno a varie altezze dal suolo, in condizione di libera propagazione del suono. Per quanto concerne gli altri parametri introdotti nel modello di calcolo, si precisa che le simulazioni sono effettuate supponendo che il tipo di terreno presente nella zona circostante il cantiere, fino ai ricettori, non sia costituito da elementi assorbenti e pertanto, usando la definizione che la norma ISO 9613-2 dà per **il terreno di tipo “riflettente”, si è impostato il coefficiente G pari a 0,00.**

Gli altri parametri impostati nel modello di calcolo riguardano:

- Max raggio di ricerca [m] uguale a 5000;
- Max distanza riflessioni da Ric. [m] uguale a 200;
- la condizione di un campo libero davanti alle superfici di almeno 1 mt lineare;
- la condizione di propagazione sottovento;
- la predisposizione di una griglia i cui elementi hanno **dimensioni 9x9 mt.**

In merito alle informazioni relative al calcolo dei livelli in facciata si riportano i parametri utilizzati nel calcolo:

- distanza di 1 m dalla facciata,
- ordine di riflessione pari a 2,
- perdita per riflessione (solo facciata dB) pari a 1,0
- coefficiente di riflessione pari a 0,8.

Il parametro di 0,8 è stato scelto in modo tale da ottenere il risultato di riflessione dato generalmente da pareti esterne di edifici, caratterizzate da una elevata riflessione (intonaco, pietra ecc.).

Di seguito si riportano gli stralci del modello 3D dell'area oggetto di valutazione:



Figura 9 – Modello vista planimetrica

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.3 DESCRIZIONE SORGENTI INTERNE AL DEPOSITO

Nel quadro complessivo delle infrastrutture per la manutenzione e il ricovero del materiale rotabile e degli impianti fissi, il ruolo del nuovo deposito sarà del tutto simile a quello già previsto per il deposito del Vingone e quindi dovrà assolvere alle funzioni di ricovero e rimessaggio delle carrozze, oltre che di officina di manutenzione.

Gli edifici del Deposito del materiale rotabile, interessati sono:

- Officina impianti Fissi
- Officina Manutenzione Rotabili
- Rimessaggio

Al pari del progetto definitivo, gli attrezzaggi previsti negli edifici sopra elencati sono i seguenti:

- **Officina impianti fissi:**
 - impianto a aria compressa
- **Officina Manutenzione Rotabili:**
 - carri ponte (da due e da otto tonnellate)
 - tornio in fossa
 - sollevatori
 - piattaforma rotazione carrelli
 - piattaforme mobili
 - sistema di passerelle fisse integrato su tre vie
 - impianto ad aria compressa
- **Rimessaggio:**
 - impianto sabbia (sorgenti interrate)
 - impianto di lavaggio mezzi

Al fine di caratterizzare il deposito e le relative sorgenti è stato utilizzato come modello il deposito di Vingone avente caratteristiche geometriche, impiantistiche e acustiche simili a quello di progetto.

In particolare, sono state considerate le seguenti sorgenti sonore come significative:

- Officina manutenzione rotabili;
- Impianto lavaggio mezzi;
- Impianti ad aria compressa;
- Linea tramviaria interna al deposito;
- Torrini di aerazione della sottostazione elettrica.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.3.1 Officina manutenzione rotabili

L'officina è strutturata per espletare le attività di manutenzione preventiva, correttiva e per gli interventi di smontaggio e rimontaggio degli equipaggiamenti montati sul rotabile e per le attività di manutenzione relative alle stesse attrezzature preposte alla manutenzione e dei veicoli di servizio.

Gli interventi di manutenzione preventiva e correttiva sui rotabili si limiteranno alla sostituzione dell'unità usurata o in avaria (con una prima analisi della causa di guasto), alla taratura e regolazione dei dispositivi e alla sostituzione degli elementi di consumo / usura come i filtri, le guarnizioni frenanti, le spazzole, l'olio, i componenti danneggiati, secondo modalità d'intervento previste e descritte nei manuali di manutenzione, redatti dai fornitori.

La riparazione del componente / unità sostituita sarà effettuata successivamente al banco al banco nelle apposite officine attrezzate o presso officine specializzate esterne.

Per poter caratterizzare l'edificio come sorgente di emissione, sono state eseguite misure fonometriche presso il deposito esistente "Vingone" all'esterno dell'edificio con lo scopo di ottenere una sorgente areale per ogni singola facciata dell'edificio.

Le misure fonometriche sono state eseguite durante le operazioni di tornitura dei mezzi tramviari, con le porte e finestre del capannone aperte, in modo tale da ottenere cautelativamente i livelli massimi in ambiente esterno. Si riportano di seguito i punti di misura relativi all'officina manutenzione rotabili del deposito di Vingone.



Figura 7-10 – Postazioni di misura deposito Vingone

All'interno della tabella di seguito si riportano i risultati di misura spot eseguiti in facciata esterna, a distanza di 6 metri, a 1,5 metri da terra, all'officina manutenzione rotabili durante le operazioni di tornitura mezzi:

Postazione	Leq dB(A)	Note
1	48,9	Lato ovest @6 metri facciata
2	47,5	Lato ovest @6 metri facciata
3	49,1	Lato ovest @6 metri facciata
4	50,0	Lato ovest @6 metri facciata
5	47,0	Lato ovest @6 metri facciata
6	48,6	Lato nord @6 metri facciata

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Postazione	Leq dB(A)	Note
7	45,7	Lato nord @6 metri facciata
8	48,2	Lato nord @6 metri facciata
9	49,0	Lato est @6 metri facciata
10	47,9	Lato est @6 metri facciata
11	53,3	Lato sud @6 metri facciata – Lato ingresso Tram
12	59,3	Lato sud @6 metri facciata – Lato ingresso Tram
13	58,8	Lato sud @6 metri facciata – Lato ingresso Tram
14	49,0	Lato sud @6 metri facciata – Lato ingresso Tram

Tabella 7-1 – Leq dB(A) misurati presso officina rotabili

Come si evince dalla tabella, il valore maggiore misurato risulta essere quello relativo alla misura n.12 pari a 59,3 dB(A) a distanza di 6 metri.

Come specificato in precedenza, le porte dell'officina sono state lasciate appositamente aperte al fine di valutare il livello massimo peggiore, come si può notare nell'immagine di seguito relativa alla postazione n.12:

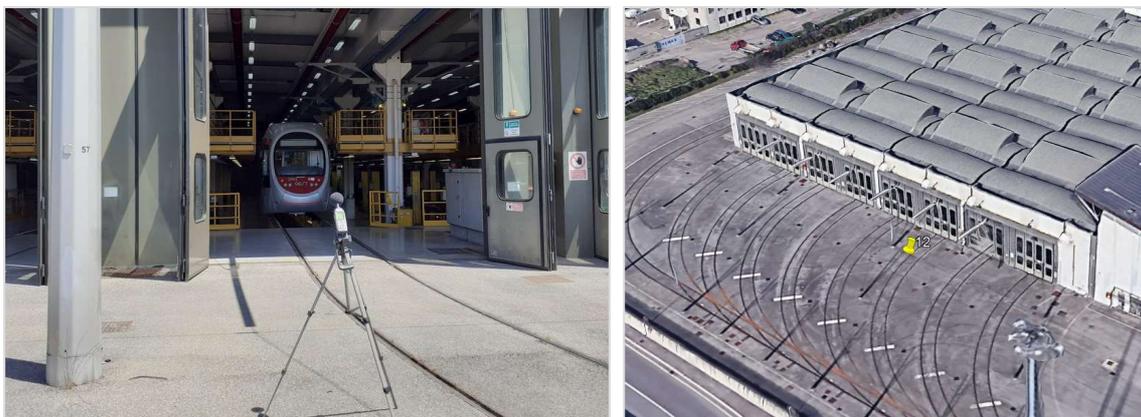


Figura 7-11 – Postazione misura n.12

Al fine di ottenere una valutazione cautelativa dei livelli in facciata, è stato costruito all'interno del modello un edificio industriale con pareti editate come sorgenti areali, con un valore di L_w/m^2 tale per cui si determini, a 6 metri dalla facciata, il livello misurato durante le campagne di misura.

Come si evince dalle misure effettuate, si nota una significativa differenza tra il lato dell'officina relativo all'area di lavoro sui rotabili, con porte aperte durante la lavorazione, e gli altri lati dell'officina che non presentano aperture.

Secondo i dati misurati presso il deposito in esercizio di linea 1, si caratterizza la sorgente deposito tramite l'inserimento di sorgenti areali poste sui lati della struttura in base al progetto.

Il deposito avrà l'area di lavoro con un unico lato di ingresso e uscita rotabili, per accedere all'area di lavoro (in rosso). Come si evince in planimetria seguente, il lato est risulta essere caratterizzato dalla presenza di porte per l'ingresso dei convogli, assimilabili alla zona di entrata del deposito esistente, mentre il lato ovest presenta un'unica porta di ingresso e uscita.



Figura 7-12 – Vista planimetrica piano terra officina manutenzione rotabili

Il lato est sarà caratterizzato cautelativamente secondo quanto misurato in postazione n.12, ovvero calibrando la sorgente areale con un L_w/m tale da determinare a 6 metri di distanza un L_{eq} di 59,3 dB(A) ad altezza 1,5 dal piano campagna.

Si riporta di seguito lo stralcio del modello soundPLAN dove si inserisce la sorgente areale con le medesime caratteristiche dell'edificio di progetto:

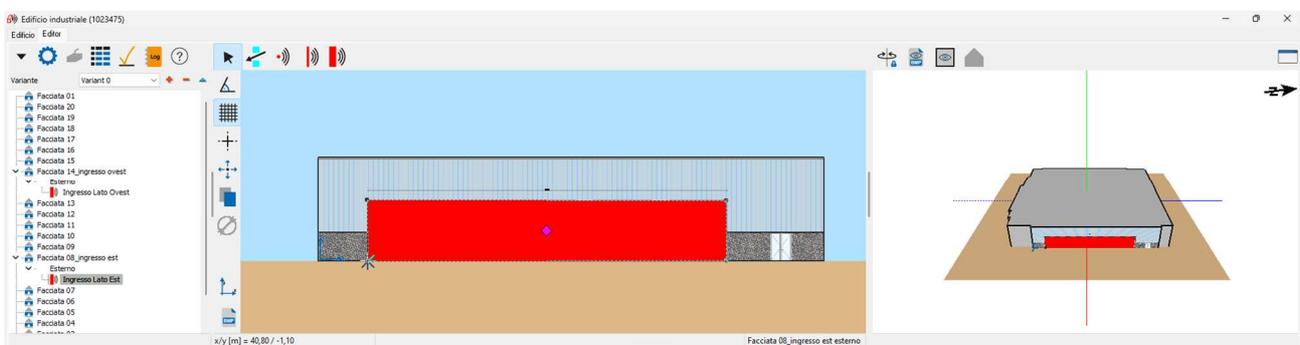


Figura 7-13 – Sezione verticale lato est (ingresso/uscita rotabili) e vista 3D modello SoundPLAN

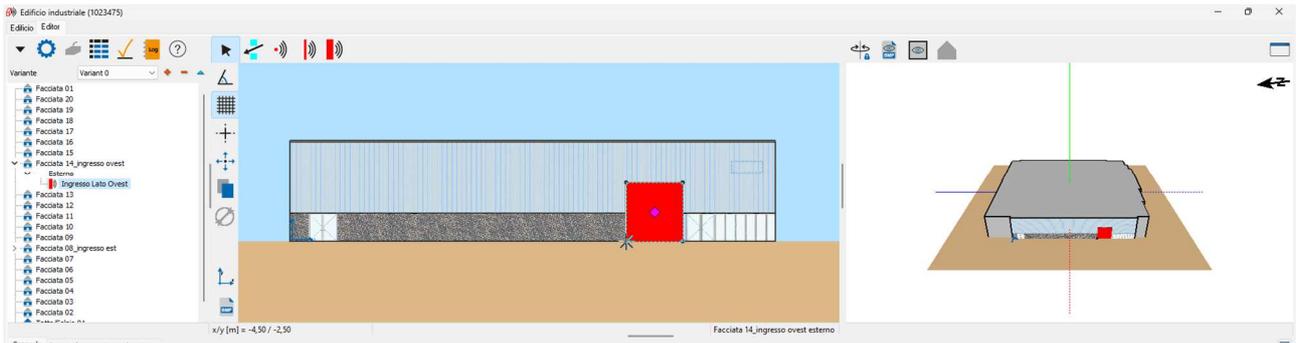


Figura 7-14 – Sezione verticale lato ovest (ingresso/uscita rotabili) e vista 3D modello soundPLAN

Inserendo il valore di L_{WA} si ottiene, a distanza di 6 metri, il Leq dB(A) misurato presso il deposito, come mostrato nella figura di seguito:

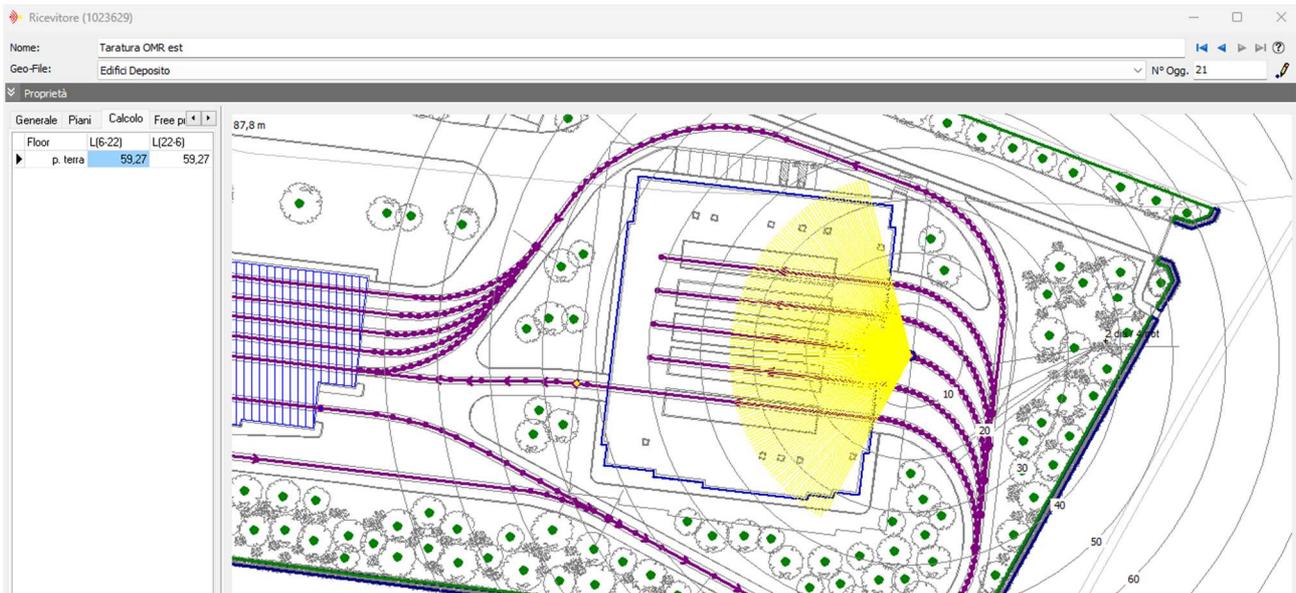


Figura 7-15 – Leq simulati a 6 metri di distanza dalla facciata est

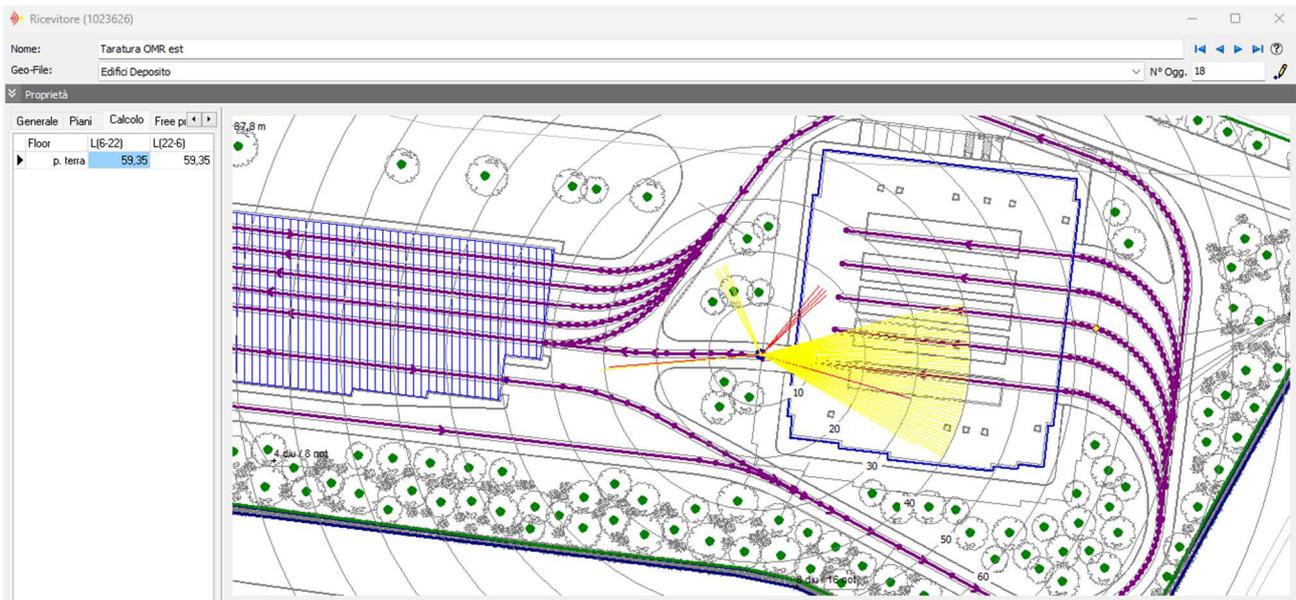


Figura 7-16 – Leq simulati a 6 metri di distanza dalla facciata ovest

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Ottenendo il risultato di 59,3 dB(A) a 6 metri di distanza di può ritenere calibrato il valore di emissione relativo alle facciate est e ovest.

7.3.2 Impianto di lavaggio

L'impianto di lavaggio risulta collocato all'interno dell'edificio rimessa. La rimessa consiste in una area coperta e chiusa lateralmente per il ricovero dei rotabili è suddiviso in quattro corpi di fabbrica

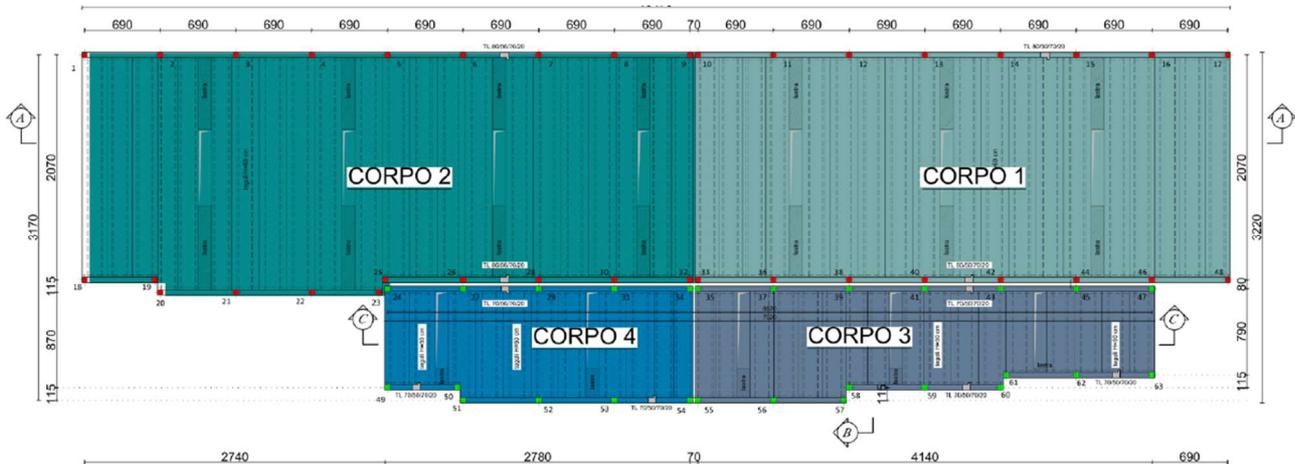


Figura 7-17 – Suddivisione corpi fabbrica edificio rimessa

l'impianto di lavaggio è alloggiato nel corpo 3. Il lavaggio completo del veicolo sarà realizzato nell'edificio prospiciente la Stazione di Servizio. La definizione delle specifiche tecniche dell'Impianto di Lavaggio è strettamente legata alle modalità di transito supportate dai veicoli Hitachi e/o dalle procedure dalle procedure operative che verranno applicate / accettate dall'Esercente per le manovre dell'autista. Subordinate alla soluzione tecnica/operativa sono le prestazioni del lavaggio stesso.

Nella stazione di servizio e lavaggio si prevede l'installazione di un impianto di lavaggio automatico delle vetture tramviarie che utilizza acqua tecnica.

Attualmente è stata prevista la seguente configurazione e i seguenti elementi:

- Spruzzatori di prodotto - Alla luce dell'importanza dell'azione del prodotto è evidente che se i getti vengono direzionati automaticamente contro il frontale ed i posteriori si ottiene una distribuzione corretta del prodotto. Questa viene con la rotazione dei getti;
- Spazzole per lavaggio - Una setolatura ad alta densità serve ad ottenere una buona qualità di lavaggio, le spazzole devono avere una setolatura con min 2 kg di pelo ogni 20 cm di albero a profilo stellare di sezione idonea e lunghezza idonea (min 42 cm). Sistema di distribuzione a braccio con guarnizione di tenuta e di semplice lubrificazione. Il sistema di motorizzazione sarà posizionato in basso in quanto, oltre a dare più stabilità al sistema, è quanto di meglio si possa realizzare nel rispetto delle normative antinfortunistiche per le soluzioni che limitino ogni eventuale rischio manutentivo. Il sistema è anche dotato di sistema di sicurezza apertura spazzole in caso di assenza di ara e corrente.

- Spruzzatore di prodotto detergente - Prevede un arco supplementare per erogazione di un'alta tipologia di detergente qualora venissero lavati mezzi molto sporchi.
- Spazzole supplementari - Le spazzole supplementari per la forma dei mezzi da lavare in quanto pur sagomando le spazzole con setolatura a lunghezza pelo differenziato, potrebbero restare dei punti non toccati dalle setole.
- Spazzole con arco di bagnatura - Le spazzole devono avere il rispettivo arco di bagnatura con ugelli opportunamente orientati e calibrati onde favorire l'evacuazione dello sporco. Il getto si interporrà tra spazzole e carrozza.
- Spruzzatori per risciacquo - Il risciacquo deve essere tale da eliminare ogni traccia di sporco e detergente in sospensione.
- Arco per cera - Arco erogazione cera indispensabile se il ciclo prevede l'asciugatura.
- **Arco per asciugatura** - Asciugatura risulta necessaria almeno per le parti vetrate e, in parte del tetto onde evitare successive colature.
- Il quadro elettrico

Si riporta di seguito l'ubicazione planimetrica dell'impianto di lavaggio all'interno dell'edificio rimessa (corpo 3):

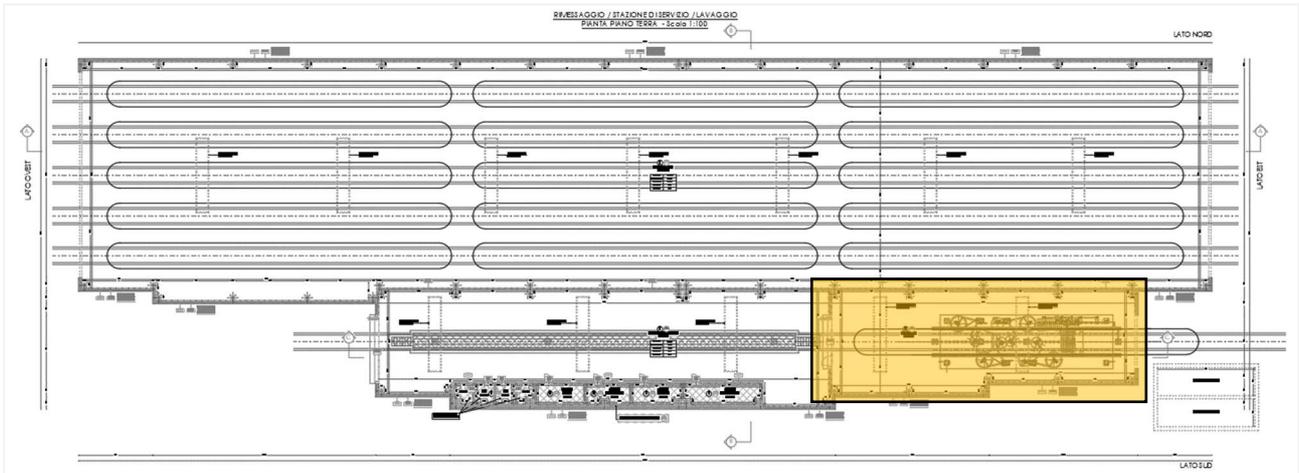


Figura 7-18 – Vista planimetrica rimessa - impianto di lavaggio in evidenza

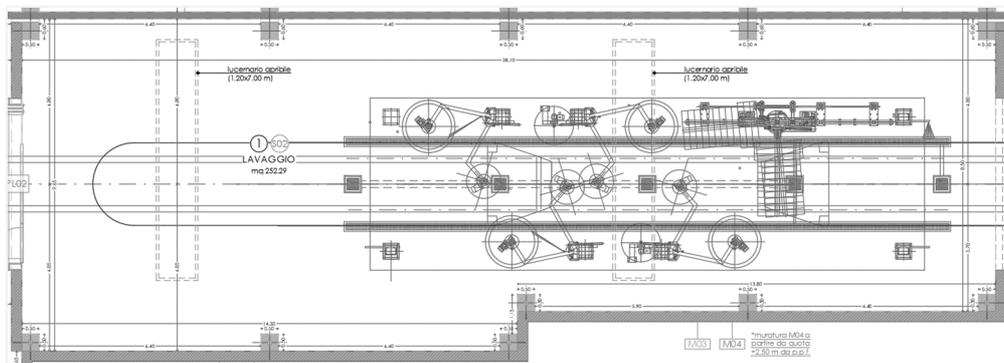


Figura 7-19 – Vista planimetrica impianto di lavaggio - dettaglio

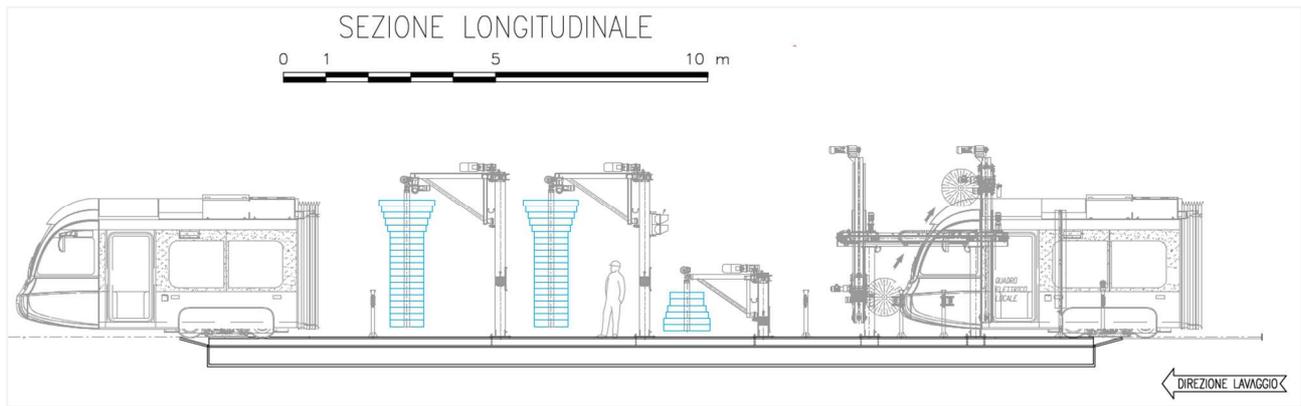


Figura 7-20 – Sezione longitudinale impianto di lavaggio - dettaglio

La valutazione di impatto acustico previsionale, relativamente alla sorgente lavaggio, sarà calcolata analizzando l'attività potenzialmente più impattante, in termini di contributo emissivo acustico, ovvero la fase di asciugatura.

Al fine di caratterizzare la sorgente arco per asciugatura è stato inserito all'interno del modello un valore pressione acustica misurata ad un metro (L_p) pari a 74,7 dB(A) reperito da letteratura relativa ad un modello assimilabile di impianto Istobal MNEX22 misurato acusticamente ai sensi della norma EN ISO 3744:

Parametro	Descrizione	Superiore 2x3Kw	Superiore 2x4Kw	Superiore 2x3Kw + Laterale 2x3Kw	Superiore 2x4Kw + Laterale 2x3Kw	Unità
N	Numero di posizioni del microfono.	11	11	11	11	-
d	Distanza delle misure.	2	2	2	2	m
S	Superficie del parallelepipedo di misura.	308,92	308,92	308,92	308,92	m ²
L_p	Livello medio di pressione acustica sulla superficie (Livello di pressione acustica di emissione ponderato A).	70,0	74,1	71,1	74,7	dB(A)
L_p	Livello medio di pressione acustica del rumore di fondo.	51,2	52,6	51,2	52,6	dB(A)
K1	Fattore di correzione del rumore di fondo.	0	0	0	0	-
K2	Fattore di correzione ambientale.	0	0	0	0	-

Figura 7-21 – Impianto asciugatura scheda tecnica da letteratura

Di seguito lo stralcio del modello di calcolo con ubicazione dell'ingresso rotabili alla zona lavaggio:

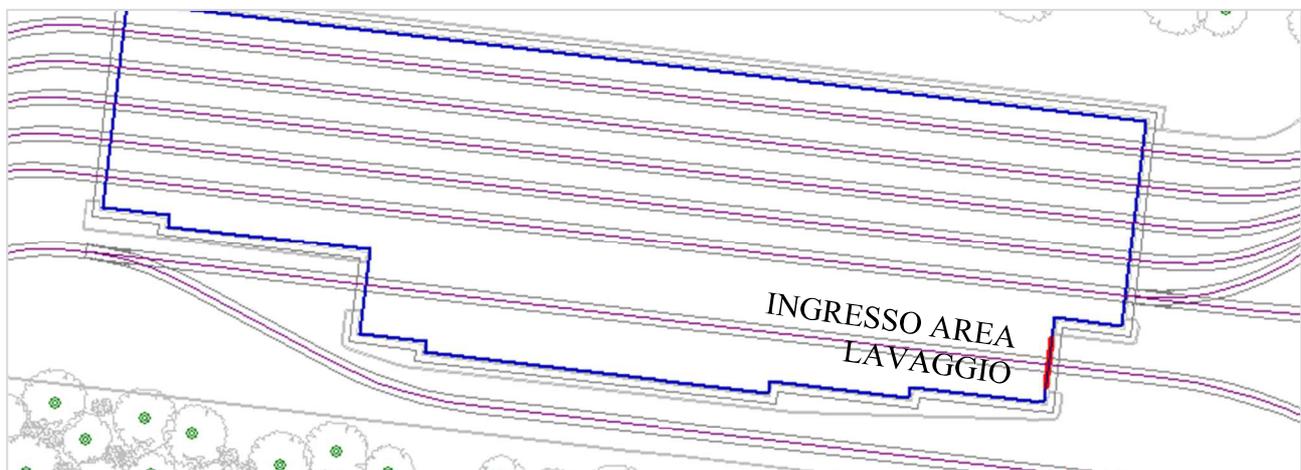


Figura 7-22 – Vista planimetrica ingresso lavaggio

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Considerando quanto sopra in termini di L_p dB(A) ed ipotizzando il massimo impatto potenziale derivante dall'azione di asciugatura con porte aperte, la porta di ingresso del rotabile è stata all'interno del modello di simulazione come sorgente areale, calibrandola con un L_w/m tale da determinare ad 1 metro di distanza un Leq di 74,7 dB(A) ad altezza 1,5 dal piano campagna.

Si riporta di seguito lo stralcio del modello soundPLAN dove si inserisce la sorgente areale con le medesime caratteristiche dell'edificio di progetto:

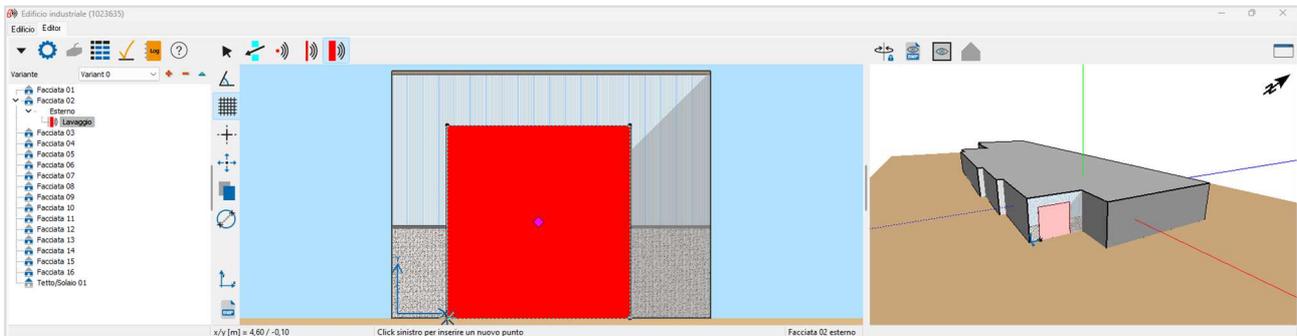


Figura 7-23 – Sezione verticale lato est rimessa (ingresso/uscita rotabili dall'impianto lavaggio) e vista 3D modello SoundPLAN

Inserendo il valore di L_wA si ottiene, a distanza di 1 metro, il Leq dB(A) da scheda tecnica, come mostrato nella figura di seguito:

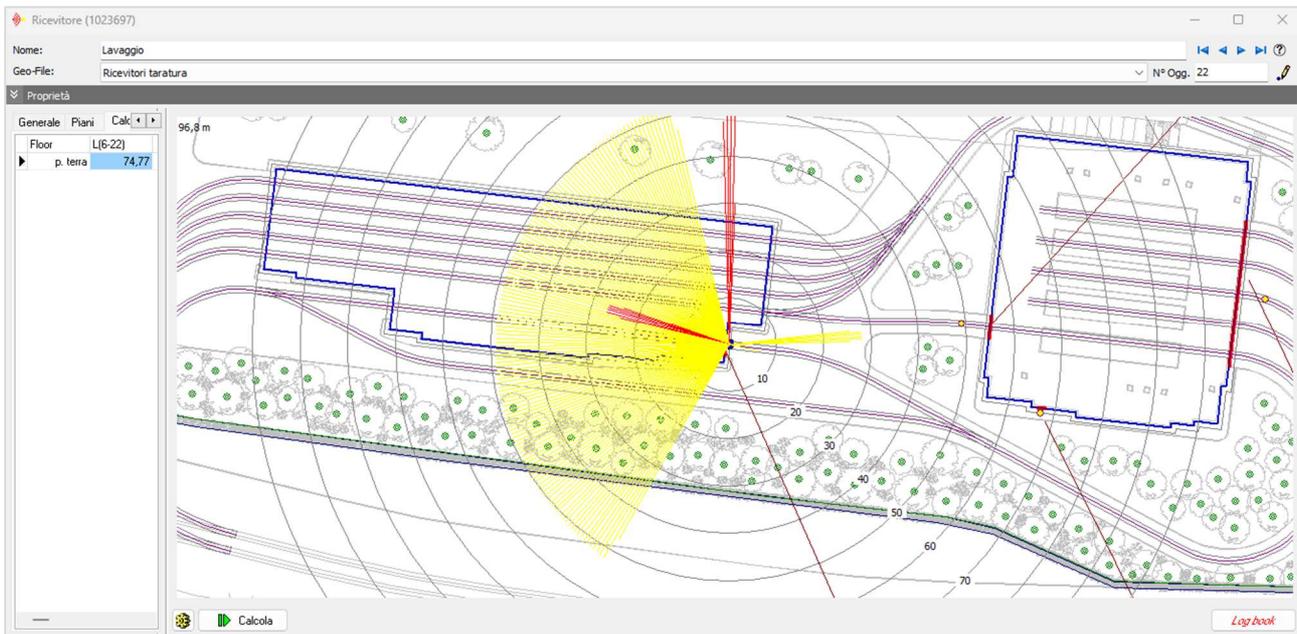


Figura 7-24 – Leq simulato a 1 metri di distanza dalla facciata ingresso lavaggio

Ottenendo il risultato di 74,7 dB(A) a 1 metro di distanza di può ritenere calibrato il valore di emissione relativo all'impianto di lavaggio.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.3.3 Impianti ad aria compressa

Le officine degli edifici officina impianti fissi e officina impianti rotabili è previsto un impianto ad aria compressa costituita da tubazioni in acciaio zincato, filettate, verniciate di colore azzurro.

Le due centrali sono composta da:

- N°1 gruppo di produzione di aria compressa con portata 240 mc/h e Pressione di esercizio paria a 13 bar
- N°1 serbatoio di stoccaggio verticale da 2.000 lt
- N°1 essiccatore da 5200 lt/min
- N°2 gruppi di filtrazione aria da 5 e 1 micron
- N°1 collettore di distribuzione

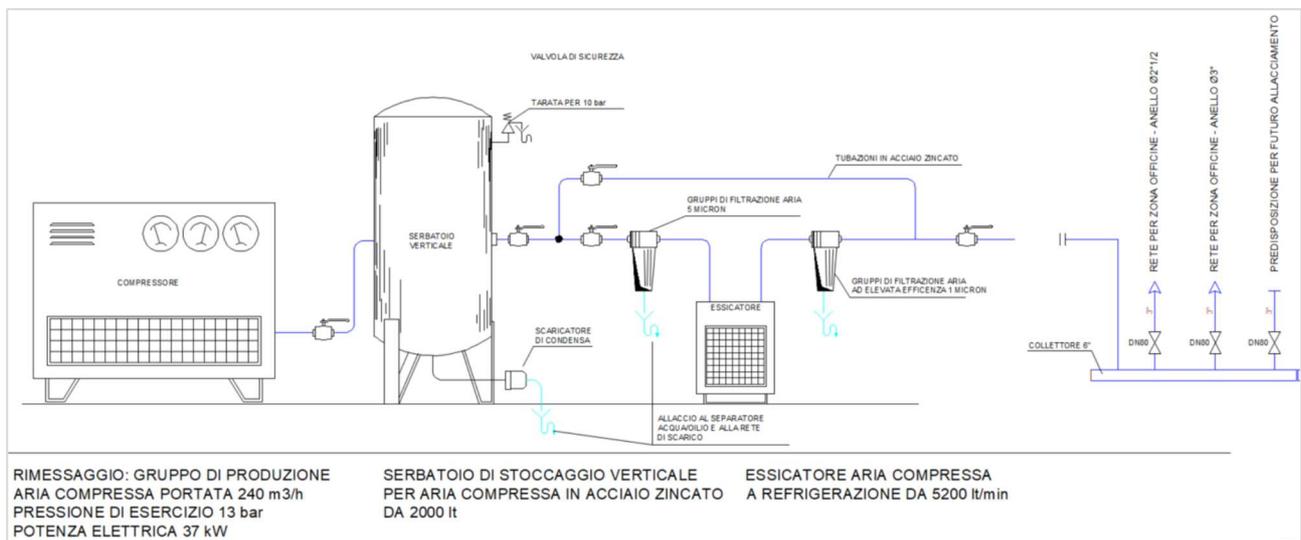


Figura 7-25 – Schema centrale aria compressa

Per la valutazione previsionale dell’impatto acustico derivante dall’impianto ad aria compressa è stato utilizzato il dato di letteratura di un compressore assimilabile a quello previsto da progetto, in termini portata e pressione di esercizio, modello CompAIR da 45 kW con pressione nominale 13 bar, de quale si riporta di seguito o stralcio di scheda tecnica:

CompAir serie L - Dati tecnici						
L30 - L45 a velocità fissa						
Modello compressore	Pressione nominale [bar g]	Motore [kW]	Resa aria libera ¹⁾ [m ³ /min]	Livello di rumorosità ²⁾ [dB(A)]	Peso [kg]	Dimensioni L x L x A [mm]
L30	7,5	30	5,75	67	887	1722 x 920 x 1659
	10	30	5,01	67	887	1722 x 920 x 1659
	13	30	4,27	67	887	1722 x 920 x 1659
L37	7,5	37	7,00	68	912	1722 x 920 x 1659
	10	37	6,17	68	912	1722 x 920 x 1659
	13	37	5,30	68	912	1722 x 920 x 1659
L45	7,5	45	8,00	69	953	1722 x 920 x 1659
	10	45	7,00	69	953	1722 x 920 x 1659
	13	45	6,11	69	953	1722 x 920 x 1659



Figura 7-26 – Scheda tecnica impianto aria compressa da letteratura

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Come si evince dallo stralcio, il compressore, con le caratteristiche tecniche di cui sopra, presenta un livello di pressione sonora (misurato acusticamente ai sensi della norma EN ISO 3744) pari a 69 dB(A) ad 1 metro di distanza.

I suddetti compressori, essendo prevista la loro collocazione all'interno di un locale chiuso, è stata valutata la pressione sonora L_p dB(A) diffusa all'interno del locale, considerando cautelativamente un valore raddoppiato (+3dB(A)) di L_p ad 1 metro ed è stato calcolato successivamente il valore di attenuazione dovuta alla chiusura delle porte del locale per un R_w pari a 20 dB.

Sorgente	L_p dB(A) @1m	Note	L_p dB(A) diffusa interna alla cabina	R_w cabina	L_p dB(A) esterno alla cabina @1m
Compressore	69,0	rumore interno locale chiuso	72,0	20,0	52,0

Tabella 7-2 – Dati input sorgente compressori

Considerando quanto sopra in termini di L_p dB(A), la porta di accesso al locale compressori è stata inserita all'interno del modello di simulazione come sorgente areale, calibrandola con un L_w/m tale da determinare ad 1 metro di distanza un L_{eq} di 52,0 dB(A) ad altezza 1,5 dal piano campagna.

Nell'officina impianti rotabili l'impianto si trova nel locale tecnico dedicato al piano terra, sul lato sud

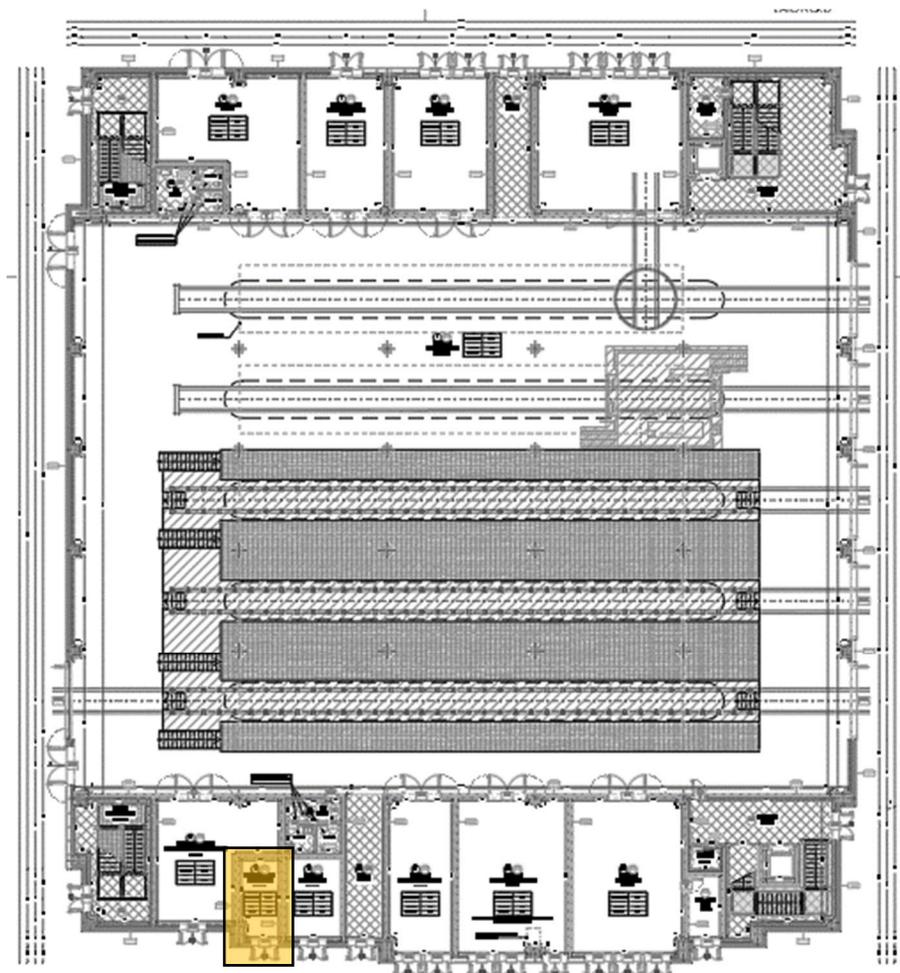


Figura 7-27 – Vista planimetrica officina rotabili - impianto aria compressa in evidenza

Si riporta di seguito lo stralcio del modello soundPLAN dove si inserisce la sorgente areale con le medesime caratteristiche dell'edificio di progetto:

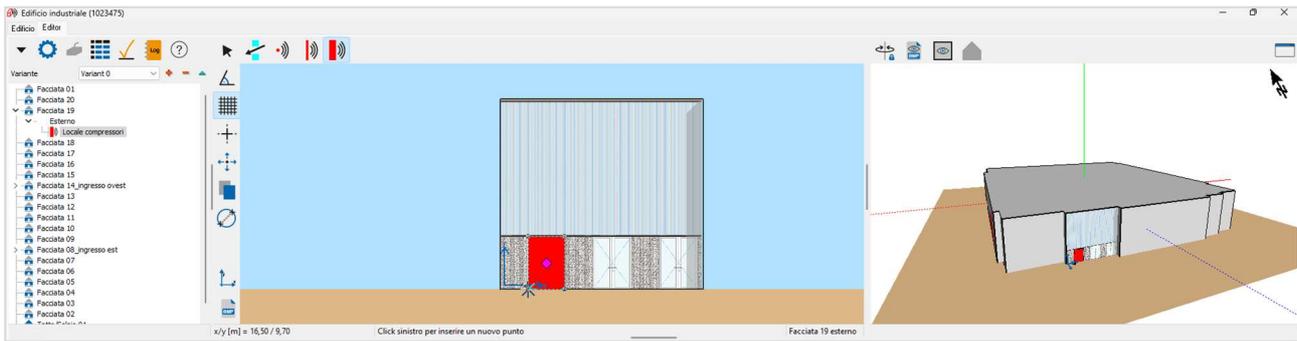


Figura 7-28 – Sezione verticale lato est (ingresso/uscita rotabili) e vista 3D modello SoundPLAN

Il locale compressori all'interno dell'officina impianti fissi risulta collocato presso il lato sud

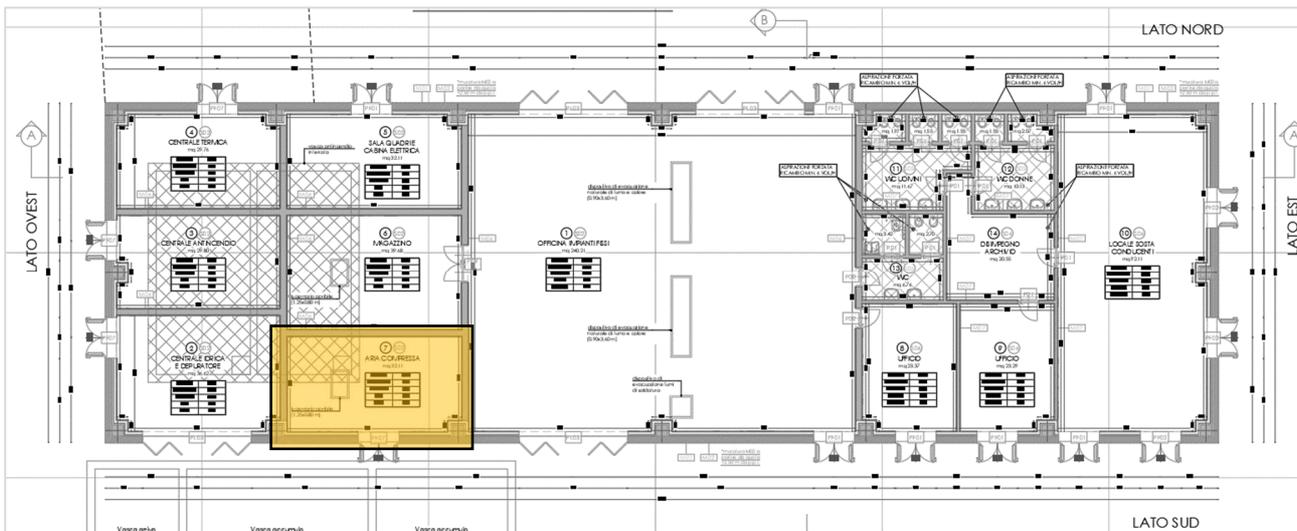


Figura 7-29 – Vista planimetrica officina rotabili - impianto aria compressa in evidenza

Si riporta di seguito lo stralcio del modello soundPLAN dove si inserisce la sorgente areale con le medesime caratteristiche dell'edificio di progetto:

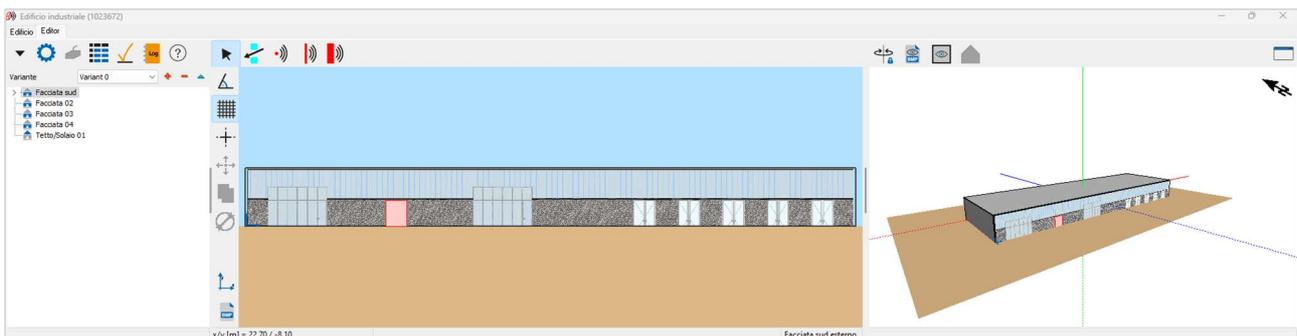


Figura 7-30 – Sezione verticale lato est (ingresso/uscita rotabili) e vista 3D modello SoundPLAN

Si riporta di seguito lo stralcio del modello soundPLAN dove si inserisce la sorgente areale con le medesime caratteristiche dell'edificio di progetto:

Inserendo il valore di L_{WA} si ottiene, a distanza di 1 metro, il L_{eq} dB(A) da scheda tecnica, come mostrato nella figura di seguito:

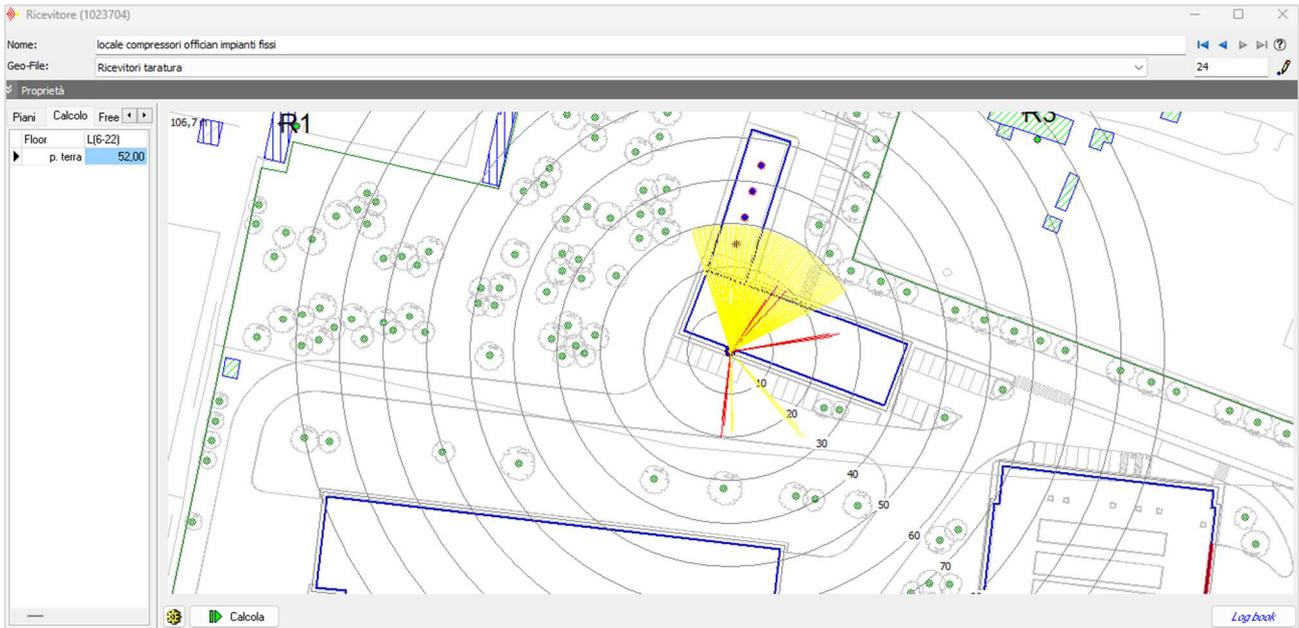


Figura 7-31 – Leq simulato a 1 metri di distanza dalla facciata locale compressori – officina impianti fissi

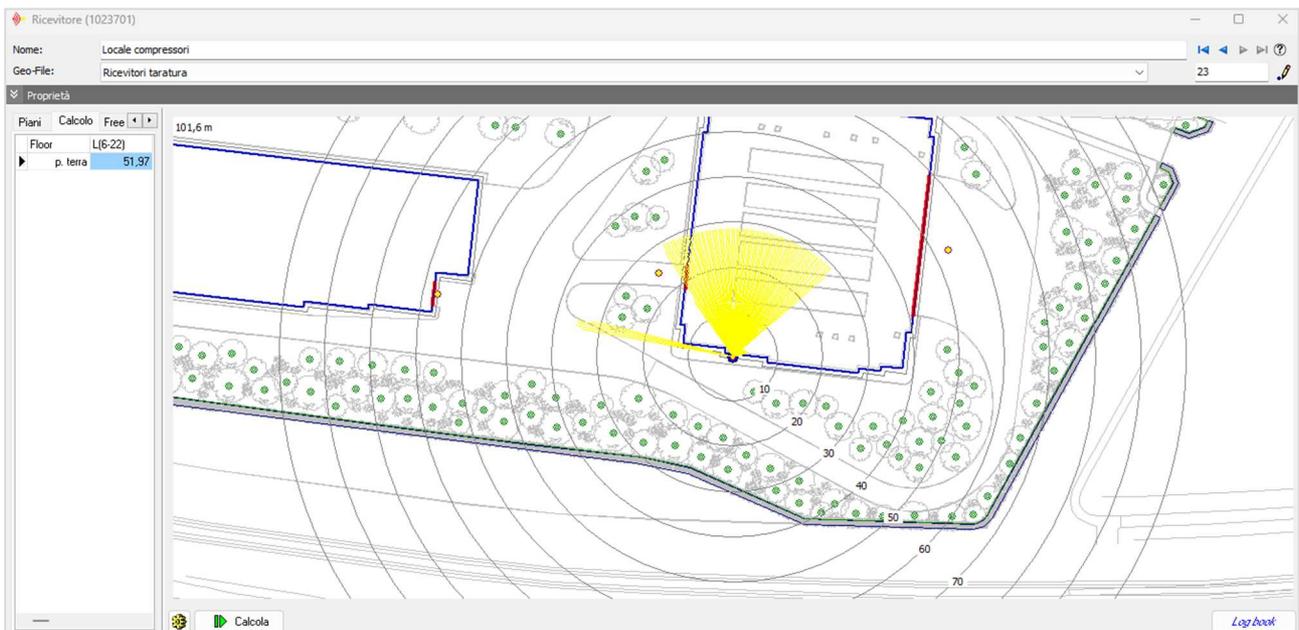


Figura 7-32 – Leq simulato a 1 metri di distanza dalla facciata locale compressori – officina manutenzione rotabili

Ottenendo il risultato di 52,0 dB(A) a 1 metro di distanza di può ritenere calibrato il valore di emissione relativo al locale compressori.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.3.4 Linea tramviaria interna al deposito

Oltre alle sorgenti acustiche relative agli impianti, ovvero il rumore derivante da impianti e lavorazioni interne a fabbricati, è stato considerato anche il rumore derivante dal flusso di mezzi tranviari in entrata ed uscita dal deposito come segue:

Un totale di N.51 mezzi in entrata/uscita

- n. 17 mezzi in fascia oraria: 5:00-6:00
- n. 34 mezzi in fascia oraria: 22:00-00:30

7.3.4.1 Taratura del mezzo tram

In considerazione della molteplicità delle linee tramviarie in corso di progettazione, al fine di pervenire ad una uniformità dell'approccio metodologico sul tema della modellazione acustica con nota prot. 254689 del 04/08/2021 è stata chiesta dalla Direzione Nuove Infrastrutture e Mobilità – Servizio Ufficio tramvia, interventi TAV e autostrade l'attivazione di un tavolo tecnico con la partecipazione di tecnici specializzati in materia da parte di ARPAT, del Comune di Firenze e delle Società di Progettazione coinvolte.

Obiettivo del tavolo è stata la definizione del protocollo tecnico n.50665 in data 1/3/2022 “Protocollo Tecnico – Approccio metodologico di modellizzazione acustica”, che condivide l'approccio metodologico della modellazione acustica, specifico per il contesto tranviario fiorentino e per gli strumenti di simulazione adottati dai progettisti incaricati per le linee tramviarie già allo studio.

Come indicato all'interno del suddetto protocollo, per la previsione di impatto acustico di una nuova linea con caratteristiche di emissione acustica analoghe o migliori rispetto alle linee esistenti, è possibile utilizzare tali valori oppure individuarne di aggiornati, in base ad una caratterizzazione della sorgente acustica, da inserire come dato di ingresso del modello di calcolo; in questo secondo caso la campagna di misure può essere orientata a definire un “SEL medio” oppure a individuare la relazione SEL vs. parametro, per i parametri di rilievo acustico, al fine dei ricavare i valori “SEL parametro”.

Si procede pertanto alla caratterizzazione della sorgente secondo quanto previsto dal protocollo, nei seguenti paragrafi.

Al fine di definire il SEL dB(A) medio come dato di input è stata utilizzata la metodologia 1.2, alternativa a), effettuando misure fonometriche ai convogli circolanti sulle linee esistenti come analizzato di seguito:

alternativa a): a) Per ottenere un valore “SEL medio curva” e un valore “SEL medio rettilineo”, svolgere le seguenti misure di SEL al passaggio del convoglio, separatamente per curva e rettilineo:

- 30 passaggi per 2 diverse curve, per un totale di 60 misure;
- 30 passaggi per il tratto di rettilineo inerbato, distribuite su due tratti distinti.

7.3.4.2 Postazioni misure fonometriche di caratterizzazione

Come descritto precedentemente, sono state effettuate le misure necessarie al fine di caratterizzare la sorgente tramviaria.

Sono state scelte due zone lungo la linea T1 caratterizzate sia da sedime inerbato sia da sedime non inerbato, in rettilineo ed in curva.

Tutte le misure sono state effettuate ad una distanza dall'asse del binario di 7,5 metri e ad un'altezza di 1,20 metri dal piano del ferro.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Si riporta di seguito la rappresentazione schematica della misura fonometrica:



Figura 33 – rappresentazione schematica della misura

Nella figura di seguito si riporta il posizionamento del fonometro, alla distanza di 7,5 dall’asse del binario ad altezza 1,20 metri da terra, durante il passaggio tramviario su linea T1:

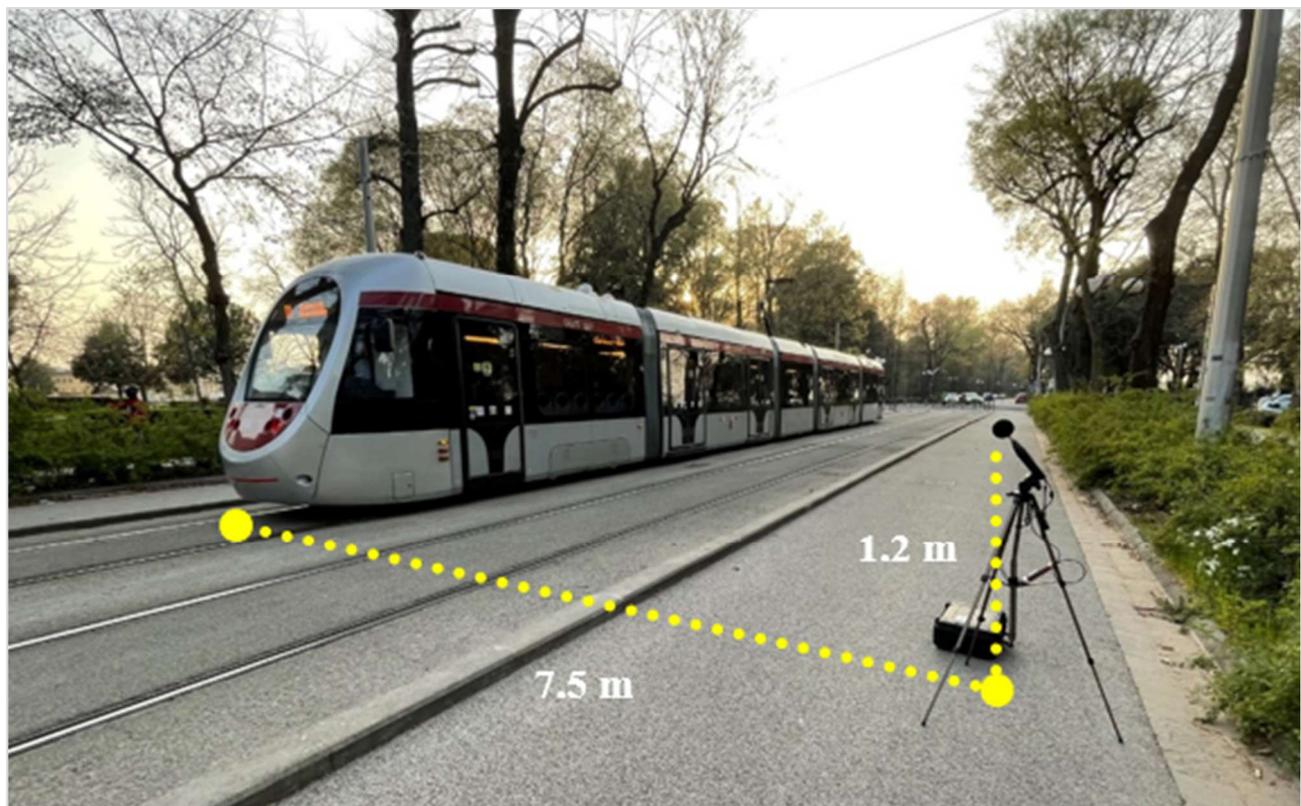


Figura 34 – postazione di misura fonometrica rettilineo non inerbito

Nella tabella di seguito si riportano i punti di misura presso i quali sono state effettuate le misure:

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Postazione	Report fotografico postazioni
<p>Rettilineo 01 Tratto rettilineo non inerbito, presso Linea T1 in prossimità della fermata “Cascine”.</p> <p>Distanza binario: 7,5 m Altezza piano ferro: 1,20 m Campione: n. 15 passaggi</p>	
<p>Rettilineo 02 Tratto rettilineo non inerbito, presso Linea T1 Tra viale della Catena e Viale Abramo Lincoln</p> <p>Distanza binario: 7,5 m Altezza piano ferro: 1,20 m Campione: n. 15 passaggi</p>	
<p>Curva 01 Tratto in curva non inerbito, presso Linea T1 Tra Rettilineo 01 e Rettilineo 02 presso Via degli Olmi.</p> <p>Distanza binario: 7,5 m Altezza piano ferro: 1,20 m Campione: n. 30 passaggi</p>	
<p>Curva 02 Tratto in curva non inerbito, presso Linea T1 Piazza Vittorio Veneto.</p> <p>Distanza binario: 7,5 m Altezza piano ferro: 1,20 m Campione: n. 30 passaggi</p>	

Tabella 3 – Tabella postazioni di misura rettilinei e curve

Di seguito l’ortofoto con l’individuazione delle postazioni di misura in rettilineo ed in curva oggetto di indagine presso linea T1 (in rosso):

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024



Figura 35 – ortofoto postazioni di misura

Presso ciascuna postazione sono stati analizzati i transiti dei convogli tramviari al fine di valutare il SEL dB(A) di ciascun passaggio e ricavare il valore di SEL medio dB(A) relativo sia ai tratti in rettilineo (inerbito e non inerbito) sia ai tratti in curva. Si riportano di seguito gli stralci di elaborazione del dato relativo ai passaggi per la valutazione del SEL dB(A):

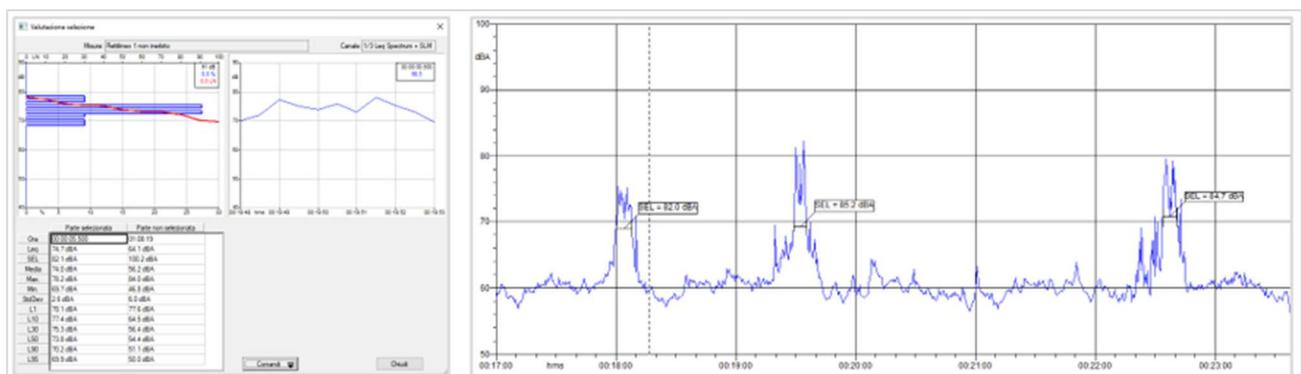


Figura 36 – stralcio di estrapolazione del dato SEL dB(A) di passaggio

Come si evince dalle immagini, ogni passaggio è stato analizzato e registrato al fine di calibrare la sorgente. Nei paragrafi seguenti saranno riportati i risultati dell'analisi relativa ai SEL dB(A) dei passaggi.

7.3.4.3 Tratto rettilineo

In linea con quanto previsto dal protocollo tecnico sono state scelte n.2 (due) postazioni di misura lungo due tratti distinti di tracciato tramviario rettilineo non inerbito. Dalle misure fonometriche sono stati estrapolati n. 15 eventi di passaggio per ciascuna postazione, per un totale di n.30 passaggi.

Per ciascun passaggio è stato valutato il SEL dB(A), al fine di caratterizzare la sorgente alla distanza nota di 7,5 metri dall'asse del binario.

Si riportano di seguito i risultati delle misure:

Zona	N. Passaggio	SEL dB(A) Rettilineo 1 @7,5 m asse binario	Zona	N. Passaggio	SEL dB(A) Rettilineo 2 @7,5 m asse binario
RETTILINEO 1	1	82,8	RETTILINEO 2	16	80,2
	2	83,1		17	80,4
	3	82,1		18	81,3
	4	82,2		19	80,7
	5	82,8		20	80,6
	6	81,2		21	81,6
	7	81,2		22	82,4
	8	81,0		23	81,3
	9	82,2		24	82,9
	10	81,0		25	80,0
	11	82,2		26	81,5
	12	82,4		27	80,7
	13	81,2		28	80,6
	14	83,0		29	80,9
	15	81,4		30	81,5

Tabella 4 – livelli di SEL dB(A) rettilineo non inerbito

Si riporta di seguito il grafico relativo ai livelli di SEL dB(A) per ciascun passaggio, registrati presso le postazioni su rettilineo 01 (blu) e su rettilineo 02 (giallo):

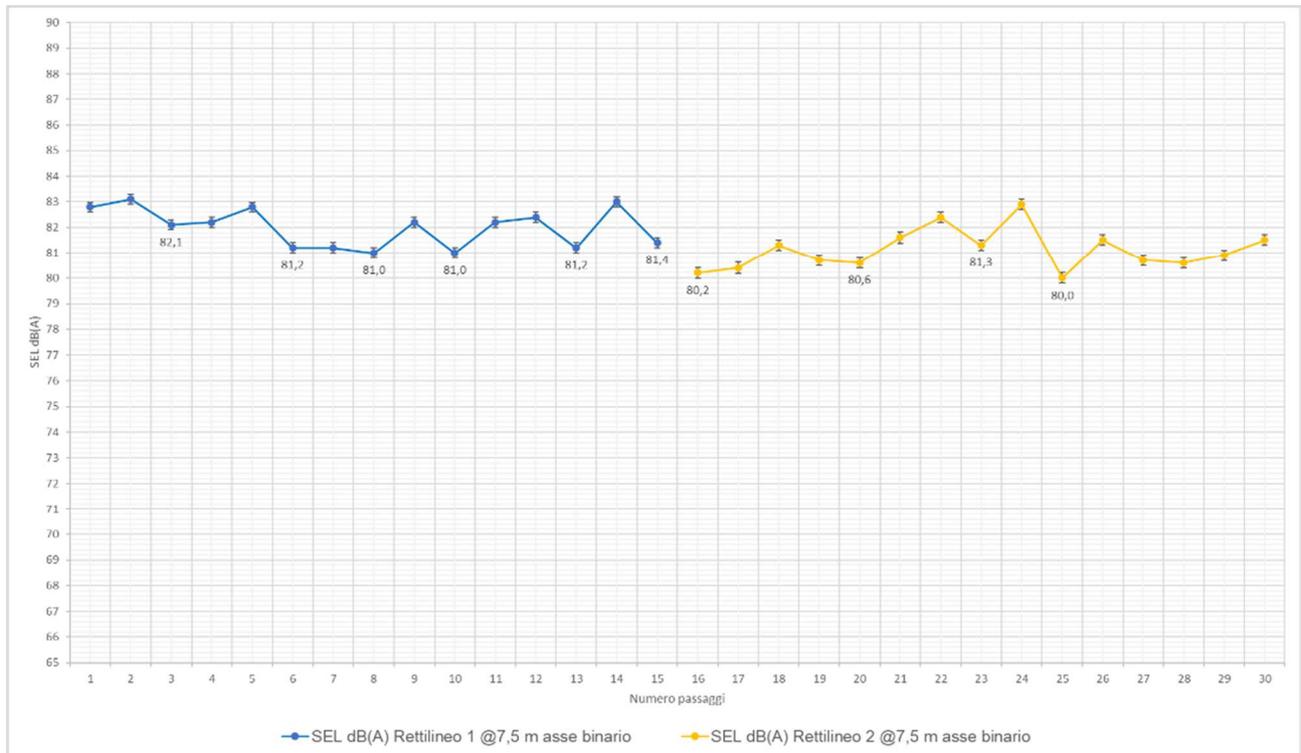


Figura 37 – livelli di SEL dB(A) rettilineo non inerbito

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Sulla base di quanto monitorato in termini di SEL dB(A) per ciascun passaggio, si riportano di seguito i risultati relativi ai valori medi e deviazione standard:

RETTILINEO SEL dB(A) @7,5 m	
SEL dB(A) E media energetica	81,6
SEL dB(A) A media aritmetica	81,5
SEL dB(A) M mediana	81,4
Deviazione standard (scarto tipo)	0,9

Tabella 5 – Tabella postazioni di misura rettilinei e curve

Al fine di caratterizzare la sorgente tramviaria, come descritto all'interno del protocollo tecnico n.50665 in data 1/3/2022 punto 1.2 alternativa a., i tratti in rettilineo non inerbito assumeranno un valore di SEL medio paria a 81,6 dB(A), per transito, a distanza di 7,5 metri dall'asse del binario.

7.3.4.4 Tratto in curva

In linea con quanto previsto dal protocollo tecnico sono state scelte n.2 (due) postazioni di misura lungo due tratti distinti di tracciato tramviario rettilineo non inerbito.

Dalle misure fonometriche sono stati estrapolati n.30 eventi di passaggio per ciascuna postazione, per un totale di n.60 passaggi. Per ciascun passaggio è stato valutato il SEL dB(A), al fine di caratterizzare la sorgente alla distanza nota di 7,5 metri dall'asse del binario. Si riportano di seguito i risultati delle misure:

Zona	N. Passaggio	SEL dB(A) Curva 1 @7,5 m asse binario	Zona	N. Passaggio	SEL dB(A) Curva 2 @7,5 m asse binario
CURVA 1	1	84,3	CURVA 2	1	84,3
	2	83,8		2	84,0
	3	80,8		3	85,9
	4	81,7		4	83,0
	5	85,1		5	84,8
	6	81,3		6	82,0
	7	82,6		7	85,2
	8	81,3		8	84,7
	9	84,0		9	85,4
	10	85,3		10	85,6
	11	79,4		11	85,4
	12	82,4		12	81,3
	13	79,3		13	80,1
	14	82,2		14	84,7
	15	84,0		15	80,9
	16	81,6		16	82,3
	17	82,9		17	86,6
	18	84,9		18	86,5
	19	84,8		19	82,6
	20	85,7		20	82,2
	21	82,3		21	82,2
	22	82,1		22	82,9
	23	81,8		23	84,1
	24	85,1		24	81,1
	25	80,3		25	81,4
	26	82,4		26	82,2

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Zona	N. Passaggio	SEL dB(A) Curva 1 @7,5 m asse binario	Zona	N. Passaggio	SEL dB(A) Curva 2 @7,5 m asse binario
	27	86,7		27	83,1
	28	83,3		28	85,0
	29	80,2		29	84,3
	30	82,8		30	84,3

Tabella 6 – livelli di SEL dB(A) curva

Si riporta di seguito il grafico relativo ai livelli di SEL dB(A) per ciascun passaggio, registrati presso le postazioni su curva 01 (rosso) e su curva 02 (magenta):



Figura 38 – livelli di SEL dB(A) rettilineo non inerbito

Sulla base di quanto monitorato in termini di SEL dB(A) per ciascun passaggio, si riportano di seguito i risultati relativi ai valori medi e deviazione standard:

CURVA SEL dB(A) @7,5 m	
SEL dB(A) E media energetica	83,6
SEL dB(A) A media aritmetica	83,2
SEL dB(A) M mediana	83,0
Deviazione standard (scarto tipo)	1,9

Tabella 7 – Tabella postazioni di misura rettilinei e curve

Al fine di caratterizzare la sorgente tramviaria, come descritto all'interno del protocollo tecnico n.50665 in data 1/3/2022 punto 1.2 alternativa a., i tratti in curva assumeranno un valore di SEL medio paria a 83,6 dB(A), per transito, a distanza di 7,5 metri dall'asse del binario.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.3.4.5 Verifica e validazione della sorgente tramviaria all'interno del modello

Sulla base di quanto analizzato tramite le misure, si procede, come riportato all'interno del protocollo tecnico n.50665 in data 1/3/2022 “Protocollo Tecnico – Approccio metodologico di modellizzazione acustica”.

Per la messa a punto dell'emissione tramviaria all'interno del modello acustico, coerentemente con i valori di SEL trovati in esito alle misure, e necessario:

modellizzare in dettaglio i tratti oggetto delle misure, inserendo i punti di simulazione/ricevitore in corrispondenza dei punti di misura;

impostare i parametri di controllo offerti dal software per la specifica sorgente in modo che risulti:

$$LA_{eq} \text{ simulato} = SEL \text{ misurato} + 10 \cdot \log(n/3600)$$

Dove:

n = numero transiti tramviari/h utilizzato per la simulazione.

Al fine di ottenere un livello di Leq dB(A) valido per tarare la sorgente, sarà inserito come dato input il seguente numero di transiti:

- Periodo diurno = 1 passaggio / ora → totale: 16 passaggi

Ricordando che il parametro “Ground absorption” è definito come segue:

- G = 0 100 % asfalto, acqua o siti industriali
- G = 1 100 % terreno morbido come campi, foreste o erba
- G = p/100G valore rappresentativo di una media tra terreno morbido e duro

Come riportato all'interno del protocollo tecnico, sarà utilizzato un coefficiente acustico del suolo G=0,2 su tutta l'area di calcolo. I tratti inerbiti saranno caratterizzati da un'emissione specifica, calcolata in base alle misure effettuate.

7.3.4.6 Taratura tratto in rettilineo

Utilizzando il calcolo descritto sopra, si procede alla valutazione del Leq dB(A) a 7,5 metri dall'asse del binario, in base al SEL medio misurato nel tratto rettilineo:

$$LA_{eq} = SEL \text{ rettilineo} + 10 \cdot \log(n/3600)$$

$$LA_{eq} = 81,6 + 10 \cdot \log(1/3600) = 46,1$$

Si procede, pertanto, all'inserimento dei dati di input all'interno del modello di calcolo:

- Tipo di treno: C7 Disc brake urban subway and rapid train
- Categoria: 7
- Vc [Km/h] Velocità media dei veicoli ferroviari non frenanti: 20,0
- Pr [%]: percentuale di veicoli con il freno motore attivato: 0%
- N (d) Numero di convogli periodo diurno: 16
- Tipo di binario: 8 – Binari ferroviari con colata di cemento nelle linee ferroviarie
- Disconnessione binario:1 – Rotaie senza giunti

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

- Elemento correttivo: **4,2 dB**

Si specifica che tutte le impostazioni di input sorgente, riportate sopra in elenco, risultano inserite in modo standardizzato, al fine unico di arrivare ad ottenere l'emissione misurata alla distanza nota. Il fattore decisivo risulta essere l'elemento correttivo, necessario per "calibrare" la sorgente in modo tale da ottenere il risultato misurato in campo.

Successivamente sono stati posizionati i due ricevitori virtuali, per il tratto in rettilineo, posizionato riproducendo le medesime condizioni geometriche della misura di campo:

- distanza asse binario: 7,5 metri
- altezza sul piano campagna 1,2 metri

Si riporta di seguito lo stralcio SoundPLAN relativo alla costruzione grafica del tratto di linea tramviaria oggetto di taratura e i dati di input sorgente:

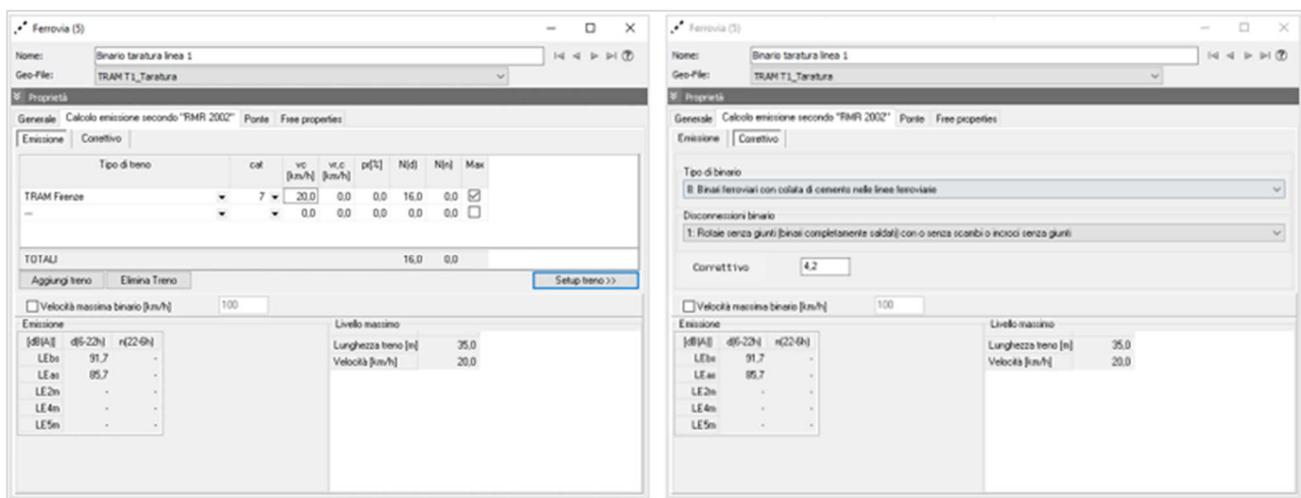


Figura 39 – dati input sorgente tramviaria – tratto rettilineo



Figura 40 – vista planimetrica punti ricevitore nel modello SounPLAN

Inserendo i suddetti dati input nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati presso il ricevitore virtuale:

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Tratto	Leq dB(A) RETTILINEO misurato	Leq dB(A) RETTILINEO simulato	delta	Correttivo Rettilineo
Rettilineo 1	46,1	46,1	0,0	+ 4,2
Rettilineo 2	46,1	46,1	0,0	

Tabella 8 – Confronto Leq dB(A) misurato e simulato

Come si evince dalla tabella di risultato di confronto, la sorgente tramviaria, in tratto rettilineo, risulta correttamente calibrata utilizzando i dati di input sopra descritti ed un valore correttivo di +4,2 dB(A).

7.3.4.7 Taratura tratto in curva

Utilizzando il calcolo descritto sopra, si procede alla valutazione del Leq dB(A) a 7,5 metri dall'asse del binario, in base al SEL medio misurato nel tratto in curva:

$$L_{Aeq} = SEL_{curva} + 10 \cdot \log(n/3600)$$

$$L_{Aeq} = 83,6 + 10 \cdot \log(1/3600) = 48,0$$

Si procede, pertanto, all'inserimento dei dati di input all'interno del modello di calcolo:

- Tipo di treno: C7 Disc brake urban subway and rapid train
- Categoria: 7
- Vc [Km/h] Velocità media dei veicoli ferroviari non frenanti: 20,0
- Pr [%]: percentuale di veicoli con il freno motore attivato: 0%
- N (d) Numero di convogli periodo diurno: 16
- Tipo di binario: 8 – Binari ferroviari con colata di cemento nelle linee ferroviarie
- Disconnessione binario: 1 – Rotaie senza giunti
- Elemento correttivo: **7,3 dB**

Si specifica che tutte le impostazioni di input sorgente, riportate sopra in elenco, risultano inserite in modo standardizzato, al fine unico di arrivare ad ottenere l'emissione misurata alla distanza nota. Il fattore decisivo risulta essere l'elemento correttivo, necessario per "calibrare" la sorgente in modo tale da ottenere il risultato misurato in campo.

Successivamente sono stati posizionati i due ricevitori virtuali, per il tratto in rettilineo, posizionato riproducendo le medesime condizioni geometriche della misura di campo:

- distanza asse binario: 7,5 metri
- altezza sul piano campagna 1,2 metri

Si riporta di seguito lo stralcio SoundPLAN relativo alla costruzione grafica del tratto di linea tramviaria oggetto di taratura e i dati di input sorgente:

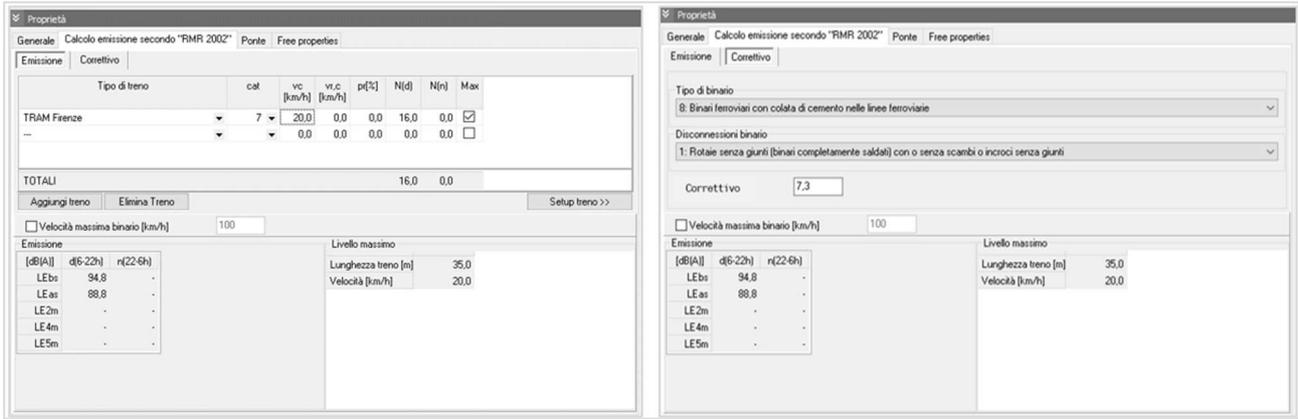


Figura 41 – dati input sorgente tramviaria – tratto in curva

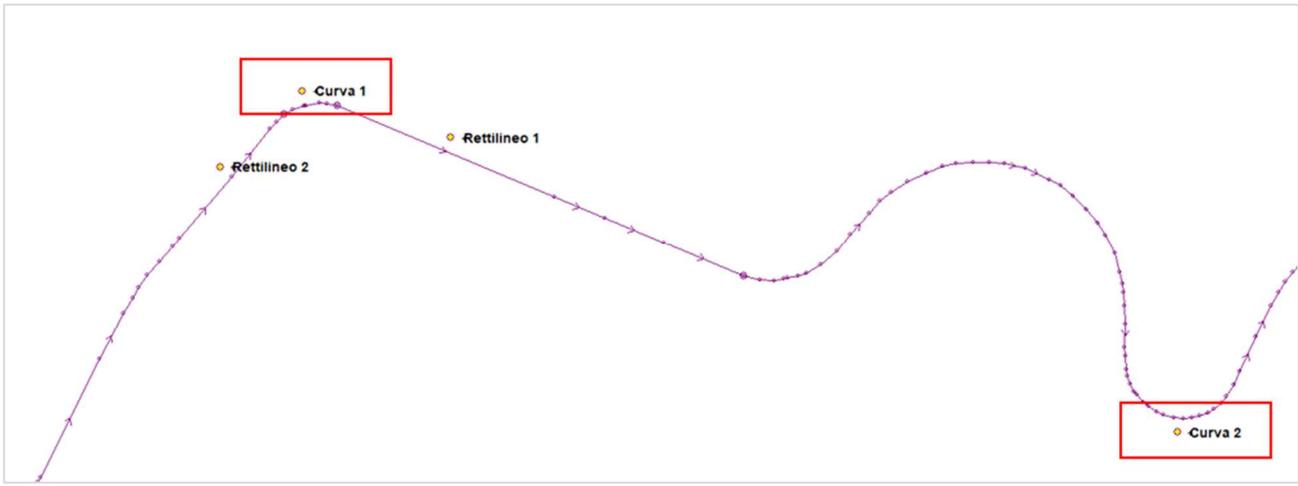


Figura 42 – vista planimetrica punti ricevitore nel modello SounPLAN

Inserendo i suddetti dati input nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati presso il ricevitore virtuale:

Tratto	Leq dB(A) CURVA misurato	Leq dB(A) CURVA simulato	delta	Correttivo Rettilineo
Rettilineo 1	48,0	48,0	0,0	+ 7,3
Rettilineo 2	48,0	48,0	0,0	

Tabella 9 – Confronto Leq dB(A) misurato e simulato

7.3.4.8 Considerazioni conclusive taratura sorgente tramviaria

Sulla base di quanto emerso si riassumono di seguito i dati di input verificati per la calibrazione della sorgente all'interno del modello di calcolo, utilizzando lo standard RMR 2002, rappresentativi della linea tramviaria fiorentina in esercizio:

- Tipo di treno: C7 Disc brake urban subway and rapid train
- Categoria: 7
- Vc [Km/h] Velocità media dei veicoli ferroviari non frenanti: 20,0
- Pr [%]: percentuale di veicoli con il freno motore attivato: 0%
- N (d) Numero di convogli periodo diurno: 16
- Tipo di binario: 8 – Binari ferroviari con colata di cemento nelle linee ferroviarie

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

- Disconnessione binario: 1 – Rotaie senza giunti

I suddetti dati di input devono essere completati inserendo il valore correttivo, diverso a seconda del tratto (rettilineo, curva, inerbato). Si riportano di seguito i valori correttivi distinti per tratto:

- rettilineo: **+4,2 dB**
- curva: **+7,3 dB**

Tale procedura di calibrazione della sorgente tramviaria, effettuata secondo Protocollo Tecnico e finalizzata alla realizzazione di un modello che rispecchi in toto le caratteristiche di emissione della linea in esercizio, prevede l'impostazione del dato di input sorgente limitatamente all'ottenimento del valore di emissione misurato. Pertanto, il parametro di input relativo alla velocità di esercizio, in incremento o decremento, della linea non risulta essere un parametro considerato all'interno dello standard di calcolo.

7.3.5 Torrini di aerazione della sottostazione elettrica.

Al fine di caratterizzare la sorgente acustica relativa al contributo di impatto dovuto ai torrini di aerazione posti sulla copertura della sottostazione elettrica, sono state utilizzate le informazioni da letteratura di schede tecniche relative ad una sorgente assimilabile come tipologia di emissione, ovvero una pompa di calore con 10 kW di potenza.

Utilizzando la tabella di seguito, reperita da letteratura tecnica di impianti installati in esterno, con caratteristiche assimilabili alle unità di futura installazione, si determinano i livelli di potenza acustica:

Utilizzando la tabella di seguito, reperita da letteratura tecnica di impianti installati in esterno, con caratteristiche assimilabili alle unità di futura installazione, si determinano i livelli di potenza acustica:

Unità esterna				RXYSQ-TV1/RXYSQ-TY1	4TV1	5TV1	6TV1	4TY1	5TY1	6TY1	8TY1	10TY1	12TY1		
Gamma di capacità				HP	4	5	6	4	5	6	8	10	12		
Capacità di raffreddamento				Nom.	kW	12,1	14,0	15,5	12,1	14,0	15,5	22,4	28,0	33,5	
Capacità di riscaldamento				Nom.	kW	12,1	14,0	15,5	12,1	14,0	15,5	22,4	28,0	33,5	
Capacità di riscaldamento				Max.	kW	14,2	16,0	18,0	14,2	16,0	18,0	25,0	31,5	37,5	
Potenza assorbita - 50Hz				Raffreddamento	Nom.	kW	3,03	3,73	4,56	3,03	3,73	4,56	6,12	8,24	10,15
				Riscaldamento	Nom.	kW	2,68	3,27	3,97	2,68	3,27	3,97	5,20	6,60	8,19
					Max.	kW	3,43	4,09	5,25	3,43	4,09	5,25	6,22	8,33	10,25
EER					kW	4,00	3,75	3,40	4,00	3,75	3,40	3,66	3,40	3,30	
COP alla capacità nominale					kW	4,52	4,28	3,90	4,52	4,28	3,90	4,31	4,24	4,09	
COP alla capacità massima					kW	4,14	3,91	3,43	4,14	3,91	3,43	4,02	3,78	3,66	
Numero massimo di unità interne collegabili										64 (1)					
Indice collegamento unità interne				Min.		50	62,5	70	50	62,5	70	100	125	150	
				Nom.						-					
				Max.		130	162,5	182	130	162,5	182	260	325	390	
Dimensioni				Unità	AltezzaxLarghezzaxProfondità	mm					1.345x900x320	1.430x940x320	1.615x940x460		
Peso				Unità		kg					104	144	175	180	
Ventilatore				Portata d'aria	Raffreddamento	Nom.	m ³ /min					106	140	180	
Potenza sonora				Raffreddamento	Nom.	dBA	68	69	70	68	69	70	73	74	76

Figura 7-43 – Scheda tecnica potenze macchine di condizionamento esterne

Come si evince dalla scheda tecnica, sarà assunta come potenza acustica della sorgente puntiforme un LwA pari a 76 dB(A).

Di seguito si riporta la vista in planimetria, del modello di simulazione, con la collocazione delle sorgenti puntiformi rappresentative dei torrini di aerazione della sottostazione elettrica.

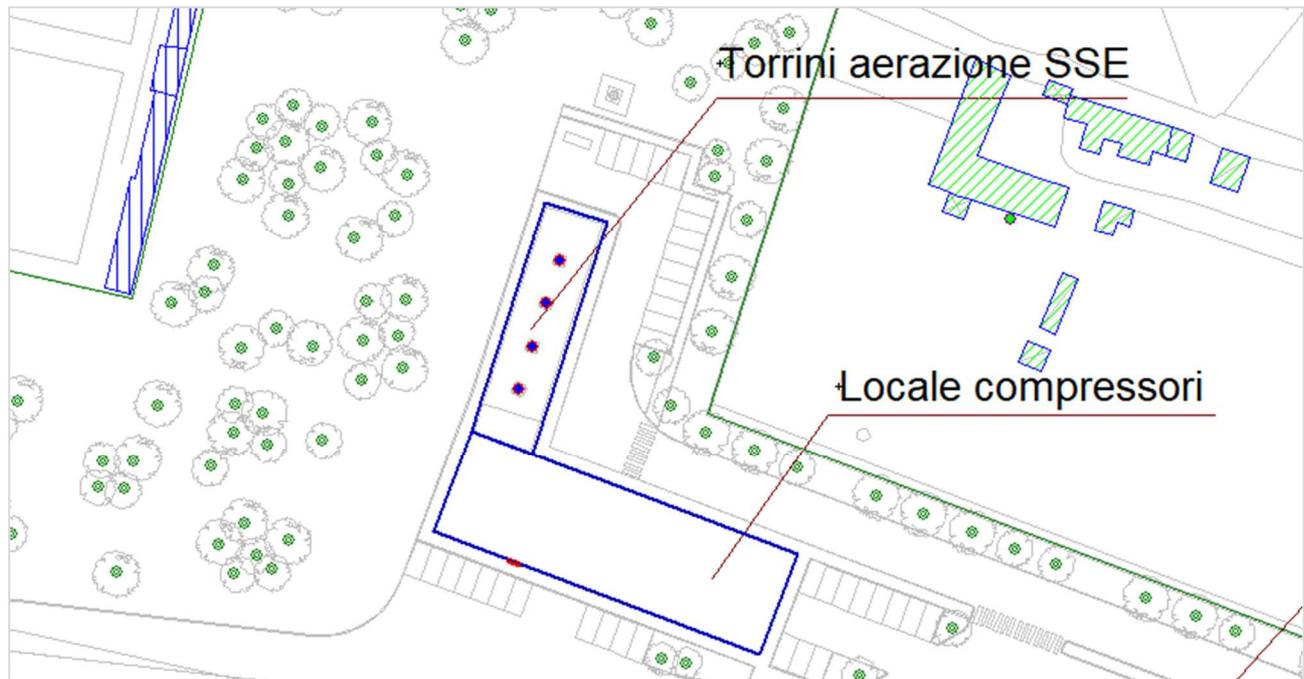


Figura 7-44 – Vista planimetrica sottostazione elettrica

7.3.6 Riassunto sorgenti interne al deposito

Sulla base di quanto sopra si elencano di seguito le sorgenti interne al deposito considerate per la valutazione di impatto acustico:

Sorgente	Tipologia sorgente	Periodo di funzionamento	Descrizione
Officina manutenzione rotabili	Areale	Diurno* Notturno*	$L_p = 59,3 \text{ dB(A)}$ @ 6 metri dalla facciata - zona ingresso/uscita rotabili
Impianto di lavaggio	Areale	Diurno*	$L_p = 74,7 \text{ dB(A)}$ @ 1 metro dalla facciata - zona ingresso rotabili
Impianti ad aria compressa	Areale	Diurno* Notturno*	$L_p = 52,0 \text{ dB(A)}$ @ 1 metro dalla porta di accesso (chiusa) al locale compressori
Linea tramviaria interna	Lineare	Diurno* Notturno*	Rumore ferroviario standard RMR 2002 SEL Rettilineo = $81,6 \text{ dB(A)}$ @ 7,5 metri SEL Curva = $83,6 \text{ dB(A)}$ @ 7,5 metri N. 17 mezzi diurni N. 34 mezzi notturni
Torrini di aereazione sottostazione elettrica	Puntiforme	Diurno* Notturno*	$L_{wA} = 76 \text{ dB(A)}$ N. 4 unità sulla copertura della sottostazione elettrica

() le sorgenti sono state considerate attive per tutto il periodo di riferimento*

Figura 7-45 – Descrizione sorgenti deposito

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Si riporta di seguito lo stralcio planimetrico del modello di simulazione con indicazione delle sorgenti sopra descritte:



Figura 46 – Modello vista planimetrica

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

7.4.1 Confronto con i limiti di emissione

Di seguito si riporta la tabella con il confronto dei livelli in facciata con i limiti assoluti relativi alla classe di appartenenza dei ricettori

ID	Piano	Desti. D'uso	Classe	Immissione Limite diurno	Immissione Limite notturno	Livelli in facciata ai ricettori			
						Leq emissione diurno dB(A)	Leq emissione notte dB(A)	Esito del confronto diurno	Esito del confronto notturno
R1	p. terra	Residenziale	III	55	45	31,4	29,0	Entro il limite	Entro il limite
R1	piano 1	Residenziale	III	55	45	34,6	34,3	Entro il limite	Entro il limite
R2	p. terra	Residenziale	III	55	45	31,7	31,7	Entro il limite	Entro il limite
R2	piano 1	Residenziale	III	55	45	32,3	32,5	Entro il limite	Entro il limite
R3	p. terra	Residenziale	III	55	45	35,6	35,7	Entro il limite	Entro il limite
R4	p. terra	Residenziale	III	55	45	34,6	34,3	Entro il limite	Entro il limite
R5	p. terra	Residenziale	III	55	45	36,5	36,6	Entro il limite	Entro il limite
R5	piano 1	Residenziale	III	55	45	37,7	38,2	Entro il limite	Entro il limite
R5	piano 2	Residenziale	III	55	45	38,9	39,5	Entro il limite	Entro il limite
R6	p. terra	Residenziale	IV	60	50	35,5	32,9	Entro il limite	Entro il limite
R7	p. terra	Residenziale	IV	60	50	38,7	26,8	Entro il limite	Entro il limite
R7	piano 1	Residenziale	IV	60	50	39,6	32,8	Entro il limite	Entro il limite
R7	piano 2	Residenziale	IV	60	50	40,3	34,1	Entro il limite	Entro il limite
R8	p. terra	Residenziale	IV	60	50	39,8	29,3	Entro il limite	Entro il limite
R8	piano 1	Residenziale	IV	60	50	40,6	32,6	Entro il limite	Entro il limite
R9	p. terra	Residenziale	IV	60	50	41,3	34,1	Entro il limite	Entro il limite
R9	piano 1	Residenziale	IV	60	50	42,3	35,8	Entro il limite	Entro il limite
R10	p. terra	Residenziale	IV	60	50	33,2	34,0	Entro il limite	Entro il limite
R10	piano 1	Residenziale	IV	60	50	34,5	35,3	Entro il limite	Entro il limite
R10	piano 2	Residenziale	IV	60	50	35,9	36,5	Entro il limite	Entro il limite
R11	p. terra	Residenziale	IV	60	50	32,1	34,6	Entro il limite	Entro il limite
R11	piano 1	Residenziale	IV	60	50	33,0	35,7	Entro il limite	Entro il limite
R11	piano 2	Residenziale	IV	60	50	34,1	36,8	Entro il limite	Entro il limite
R12	p. terra	Residenziale	IV	60	50	31,5	35,6	Entro il limite	Entro il limite
R12	piano 1	Residenziale	IV	60	50	32,3	36,5	Entro il limite	Entro il limite
R12	piano 2	Residenziale	IV	60	50	32,9	36,9	Entro il limite	Entro il limite
R13	p. terra	Residenziale	IV	60	50	25,7	27,2	Entro il limite	Entro il limite
R13	piano 1	Residenziale	IV	60	50	29,9	33,2	Entro il limite	Entro il limite
R13	piano 2	Residenziale	IV	60	50	31,0	34,8	Entro il limite	Entro il limite
R14	p. terra	Residenziale	III	55	45	21,2	22,5	Entro il limite	Entro il limite
R14	piano 1	Residenziale	III	55	45	24,4	25,4	Entro il limite	Entro il limite

Figura 7-47 – Confronto con i limiti di emissione

La prima fase di analisi ha permesso di escludere il superamento dei limiti di emissione previsti dall'attuale zonizzazione acustica per gli edifici esposti alle sorgenti.

Dalla tabella si evince il pieno rispetto dei limiti diurni e notturni di emissione presso tutti i ricettori analizzati.

In ALLEGATO 1 si riportano le mappe di simulazione acustica per un maggior dettaglio grafico

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

7.4.2 Valutazione limiti di immissione

Di seguito si riporta la tabella con il confronto dei livelli in facciata ai ricettori con i limiti di immissione assoluti relativi alla classe di appartenenza dei ricettori.

I livelli di immissione saranno determinati con la somma dei livelli di rumore residuo medio, per entrambi i periodi di riferimento e livelli emissione simulati.

ID	Piano	Classe	Immissione Limite diurno	Immissione Limite notturno	Misura AO		Livelli in facciata ai ricettori					
					Leq diu dB(A)	Leq not dB(A)	Leq emissione diurno dB(A)	Leq emissione notte dB(A)	Leq immissione diurno dB(A)	Leq immissione notte dB(A)	Esito del confronto	Esito del confronto
R1	p. terra	III	60	50	58,9	54,6	31,4	29,0	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite
R1	piano 1	III	60	50	58,9	54,6	34,6	34,3	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite
R2	p. terra	III	60	50	58,9	54,6	31,7	31,7	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite
R2	piano 1	III	60	50	58,9	54,6	32,3	32,5	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite
R3	p. terra	III	60	50	58,9	54,6	35,6	35,7	58,9	54,7	Entro il limite	oltre il limite
R4	p. terra	III	60	50	58,9	54,6	34,6	34,3	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite
R5	p. terra	III	60	50	58,9	54,6	36,5	36,6	58,9	54,7	Entro il limite	oltre il limite
R5	piano 1	III	60	50	58,9	54,6	37,7	38,2	58,9	54,7	Entro il limite	oltre il limite
R5	piano 2	III	60	50	58,9	54,6	38,9	39,5	58,9	54,7	Entro il limite	oltre il limite
R6	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	35,5	32,9	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R7	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	38,7	26,8	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R7	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	39,6	32,8	59,0	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R7	piano 2	IV	65	55	58,9	54,6	40,3	34,1	59,0	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R8	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	39,8	29,3	59,0	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R8	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	40,6	32,6	59,0	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R9	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	41,3	34,1	59,0	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R9	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	42,3	35,8	59,0	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R10	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	33,2	34,0	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R10	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	34,5	35,3	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R10	piano 2	IV	65	55	58,9	54,6	35,9	36,5	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R11	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	32,1	34,6	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R11	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	33,0	35,7	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R11	piano 2	IV	65	55	58,9	54,6	34,1	36,8	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R12	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	31,5	35,6	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R12	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	32,3	36,5	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R12	piano 2	IV	65	55	58,9	54,6	32,9	36,9	58,9	54,7	Entro il limite	Entro il limite
R13	p. terra	IV	65	55	58,9	54,6	25,7	27,2	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R13	piano 1	IV	65	55	58,9	54,6	29,9	33,2	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R13	piano 2	IV	65	55	58,9	54,6	31,0	34,8	58,9	54,6	Entro il limite	Entro il limite
R14	p. terra	III	60	50	58,9	54,6	21,2	22,5	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite
R14	piano 1	III	60	50	58,9	54,6	24,4	25,4	58,9	54,6	Entro il limite	oltre il limite

Figura 7-48 – Confronto con i limiti di immissione

Come si evince dalla tabella di confronto con i limiti di immissione, risulta ampiamente rispettato il limite di immissione diurno.

Non sono risultati entro i limiti notturni di immissione i ricettori R1, 2, 3, 4 e 5, tutti collocati in Classe III, aventi limite 50 dB(A). Tuttavia, come riscontrabile dalla misura ante opera e dalla tabella riassuntiva dei livelli, il livello equivalente notturno risulta ad oggi, già oltre il limite di immissione pari 50 dB(A). A tal proposito occorre specificare che il contributo in termini di emissione acustica di progetto derivante dal deposito è risultato ampiamente entro il limite di emissione notturno imposto dai PCCA, nonché inferiore di un livello maggiore di 10 dB(A) rispetto al livello equivalente medio attuale.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

Tale delta di circa 10 dB(A) tra valore attuale e valore previsto, certifica come il contributo derivante dalle sorgenti interne alla nuova area deposito, risulti pressoché ininfluenza rispetto al clima acustico della zona.

7.4.3 Valutazione del criterio differenziale

Il D.P.C.M. 14/11/97, come il D.P.C.M. 01/03/91, prescrive che, per zone non esclusivamente industriali, non devono essere superate, all'interno degli ambienti abitativi, differenze massime tra il livello di rumore ambientale ed il livello del rumore residuo pari a 5 dB(A) di giorno e 3 dB(A) di notte.

La corretta applicazione del criterio differenziale prevede che i rilievi fonometrici con e senza la sorgente sonora oggetto di verifica siano effettuati all'interno di ambienti abitativi.

Nel presente caso, le sorgenti sono definite a partire da dati progettuali, e le misure disponibili, eseguite senza la fonte di rumore oggetto di valutazione, sono state eseguite sostanzialmente in prossimità dei fabbricati più vicini ma non all'interno degli stessi.

Si ricorda inoltre che sulla base del D.P.C.M. 14/11/97 la non applicabilità del criterio differenziale sussiste in periodo diurno se:

- il livello ambientale interno misurato con finestre aperte risulta inferiore ai 50 dB(A);
- il livello ambientale interno misurato con finestre chiuse risulta inferiore ai 35 dB(A);

ed in periodo notturno se:

- il livello ambientale interno misurato con finestre aperte risulta inferiore ai 40 dB(A);
- il livello ambientale interno misurato con finestre chiuse risulta inferiore ai 25 dB(A).

Non potendo simulare i livelli di pressione sonora interni ai ricettori con finestre aperte, ci si è limitati a calcolarlo in facciata per i vari scenari. Di seguito si riportano le tabelle con i valori di differenziale che si riscontrano in base ai dati di input caricati all'interno del modello di calcolo.

Si procede alla verifica del criterio differenziale valutando la differenza tra i livelli di immissione (somma livelli di residuo e livelli emissione simulati) ed i livelli di rumore residuo (livelli misurati).

ID	PIANO	Classe	Misura AO		Livelli in facciata ai ricettori					
			Leq diu dB(A)	Leq not dB(A)	Leq immissione diurno dB(A)	Leq immissione notte dB(A)	Differenziale diurno	Differenziale notturno	Esito del confronto	Esito del confronto
R1	p. terra	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R1	piano 1	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R2	p. terra	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R2	piano 1	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R3	p. terra	III	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R4	p. terra	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R5	p. terra	III	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R5	piano 1	III	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R5	piano 2	III	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R6	p. terra	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R7	p. terra	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R7	piano 1	IV	58,9	54,6	59,0	54,6	0,1	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R7	piano 2	IV	58,9	54,6	59,0	54,6	0,1	0,0	Entro il limite	Entro il limite

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

ID	PIANO	Classe	Misura AO		Livelli in facciata ai ricettori					
			Leq diu dB(A)	Leq not dB(A)	Leq immissione diurno dB(A)	Leq immissione notte dB(A)	Differenziale diurno	Differenziale notturno	Esito del confronto	Esito del confronto
R8	p. terra	IV	58,9	54,6	59,0	54,6	0,1	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R8	piano 1	IV	58,9	54,6	59,0	54,6	0,1	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R9	p. terra	IV	58,9	54,6	59,0	54,6	0,1	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R9	piano 1	IV	58,9	54,6	59,0	54,7	0,1	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R10	p. terra	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R10	piano 1	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R10	piano 2	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R11	p. terra	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R11	piano 1	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R11	piano 2	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R12	p. terra	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R12	piano 1	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R12	piano 2	IV	58,9	54,6	58,9	54,7	0,0	0,1	Entro il limite	Entro il limite
R13	p. terra	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R13	piano 1	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R13	piano 2	IV	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R14	p. terra	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite
R14	piano 1	III	58,9	54,6	58,9	54,6	0,0	0,0	Entro il limite	Entro il limite

Figura 7-49 – Confronto con i limiti criterio differenziale

Come si evince dalla tabella, il criterio differenziale risulta rispettato presso tutti i ricettori analizzati.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

8 CONCLUSIONI

Il presente documento è stato redatto ai sensi della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”, art. 8, comma 4, e si pone quale obiettivo la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico relativa al Deposito di Bagno a Ripoli a servizio del sistema tramviario del Comune di Firenze lotto 3.2.1 tratta “Piazza Libertà – Bagno a Ripoli”.

La linea 3.2.1 prevede un percorso di 7.15 km, nel quadrante sud-est della città, su entrambi i lati del fiume Arno, fino ad entrare nel territorio della Piana di Ripoli nel comune di Bagno a Ripoli.

In quest’area al di fuori del tessuto urbano consolidato, saranno posizionate alcune infrastrutture di corredo alla linea tram, oggetto dello stesso progetto: due parcheggi scambiatori e un nuovo deposito tramviario.

Il Nuovo deposito verrà realizzato a Bagno a Ripoli, in un lotto sul lato nord di via Pian di Ripoli, sul confine con Firenze, nei pressi del Cimitero del Pino e del parcheggio scambiatore Europa.

Ai fini della valutazione dell’impatto acustico sono stati presi in considerazione i ricettori adibiti a civile abitazione ubicati nelle aree limitrofe all’impianto e maggiormente esposti alle emissioni di quest’ultimo. I ricettori analizzati risultano essere un totale di 14 edifici residenziali, dei quali 6 collocati nel comune di Firenze e 8 nel comune di Bagno a Ripoli. Tutti i ricettori risultano collocati acusticamente in Classe III “Aree di tipo misto” ed in Classe IV “Aree di intensa attività umana”.

L’analisi del clima acustico attuale nell’area di indagine è stata condotta attraverso una misura di monitoraggio fonometrico effettuata nel mese di dicembre 2023, al fine di valutare il rumore residuo presente ed ottenere l’immissione futura tramite la somma dell’emissione simulata.

È risultato, dalle misure effettuate in situ, che il clima acustico presso i ricettori ubicati nell’area oggetto di studio è influenzato in modo importante dal traffico stradale di Viale Europa sia in periodo diurno che in periodo notturno.

Al fine di caratterizzare il deposito e le relative sorgenti è stato utilizzato come modello il deposito di Vingone (linea tramviaria di Firenze T1) avente caratteristiche geometriche, impiantistiche e acustiche simili a quello di progetto. In particolare, sono state considerate le seguenti sorgenti sonore come significative:

- Officina manutenzione rotabili;
- Impianto lavaggio mezzi;
- Impianti ad aria compressa;
- Linea tramviaria interna al deposito;
- Torrini di aerazione della sottostazione elettrica.

Al fine di ottenere una valutazione più cautelativa possibile, in termini di impatto acustico verso gli edifici abitativi limitrofi, le sorgenti sono state considerate attive per tutto il periodo di riferimento, ottenendo il livello massimo di impatto in facciata ai ricettori durante la mezz’ora di lavorazione più critica, ovvero l’utilizzo contemporaneo di tutte le sorgenti.

Per lo stato futuro, alla luce delle valutazioni effettuate, delle misurazioni condotte, dei risultati del modello numerico e dal confronto dei livelli calcolati in facciata ai ricettori con i limiti di legge previsti dal DPCM 14/11/97 e dal Piano di Classificazione Acustica del Comune di Padova, in sintesi è risultato:

- il rispetto dei limiti di emissione per entrambi i periodi diurno e notturno;

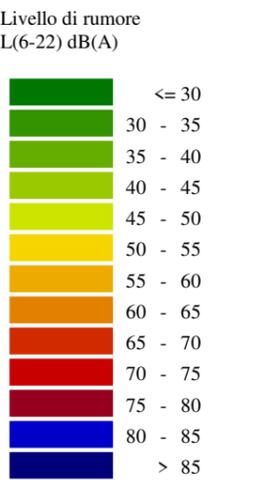
VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

- il rispetto dei limiti assoluti di immissione per entrambi in periodo diurno. Non sono risultati entro i limiti notturni di immissione i ricettori R1, 2, 3, 4 e 5, tutti collocati in Classe III, aventi limite 50 dB(A). Tuttavia, come riscontrabile dalla misura ante opera e dalla tabella riassuntiva dei livelli, il livello equivalente notturno risulta ad oggi, già oltre il limite di immissione pari 50 dB(A). A tal proposito occorre specificare che il contributo in termini di emissione acustica di progetto derivante dal deposito è risultato ampiamente entro il limite di emissione notturno imposto dai PCCA, nonché inferiore di un livello maggiore di 10 dB(A) rispetto al livello equivalente medio attuale. Tale delta di circa 10 dB(A) tra valore attuale e valore previsto, certifica come il contributo derivante dalle sorgenti interne alla nuova area deposito, risulti pressoché influente rispetto al clima acustico della zona.
- Il rispetto dei limiti assoluti di immissione per tutti gli altri ricettori in periodo notturno;
- il rispetto del criterio differenziale per entrambi i periodi diurno e notturno.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

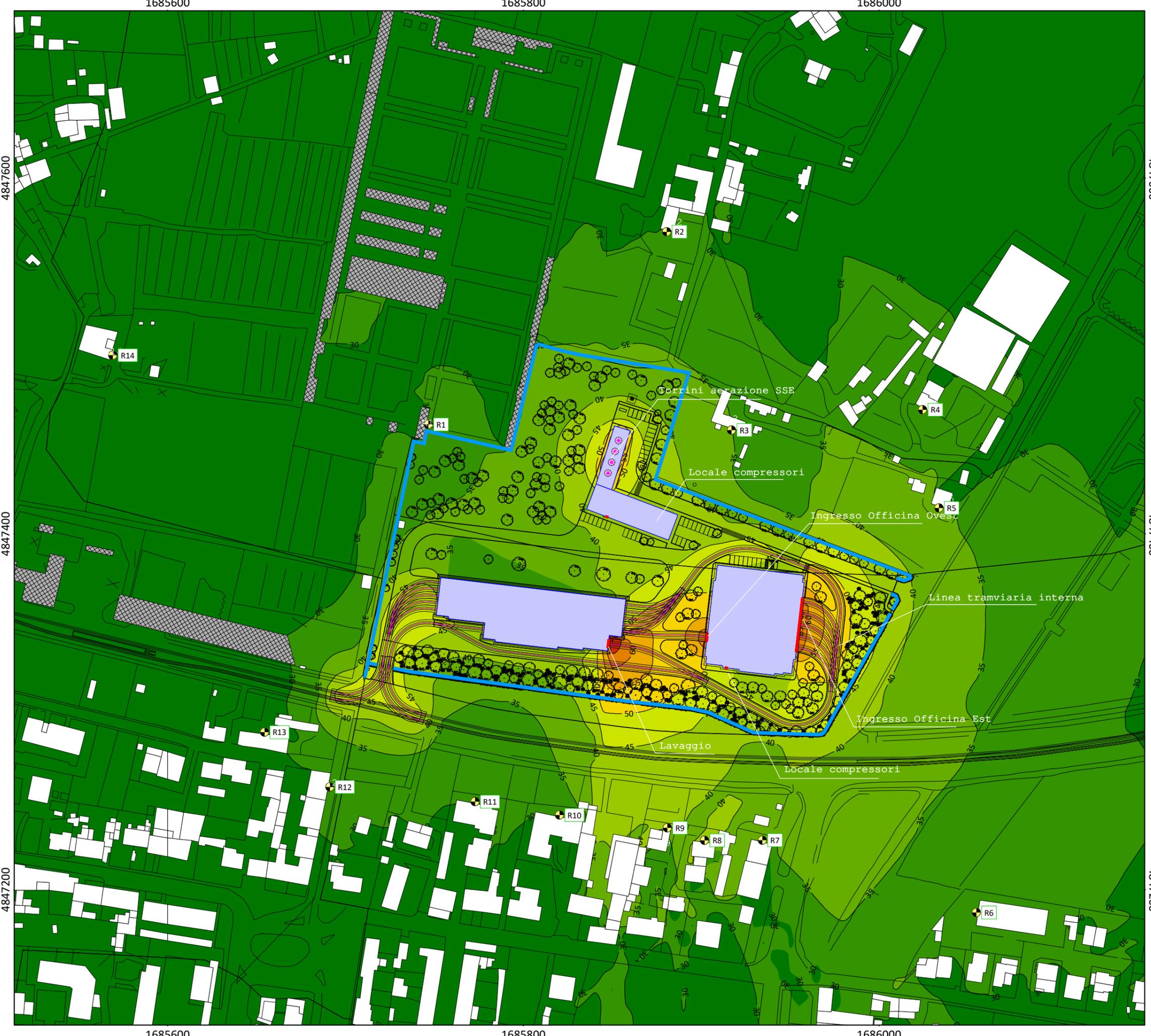
ALLEGATO 1

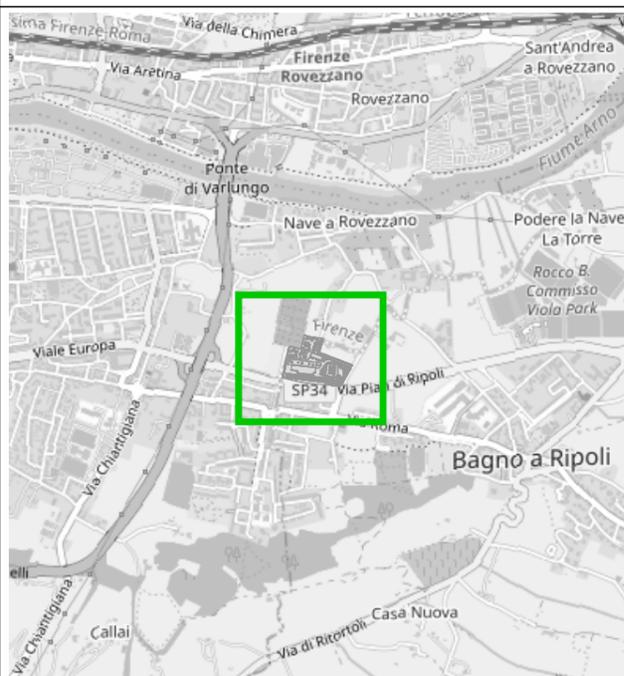
MAPPE DI SIMULAZIONE ACUSTICA



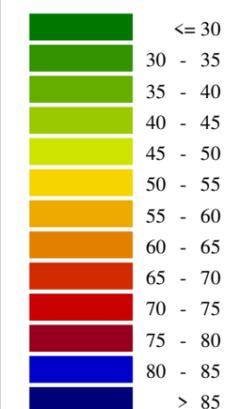
- Legenda
- Edificio
 - Edificio non residenziale
 - Edifici Deposito
 - Sorgente areale facciata
 - Linea Tram
 - Sorgente punto
 - Ricevitore
 - Muro deposito
 - Area calcolo rumore

ALLEGATO 1: Mappe di simulazione acustica
 Tecnico incaricato: ambiente s.p.a.





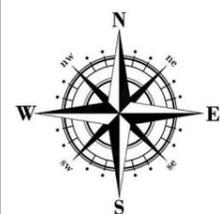
Livello di rumore
 L(22-6) dB(A)



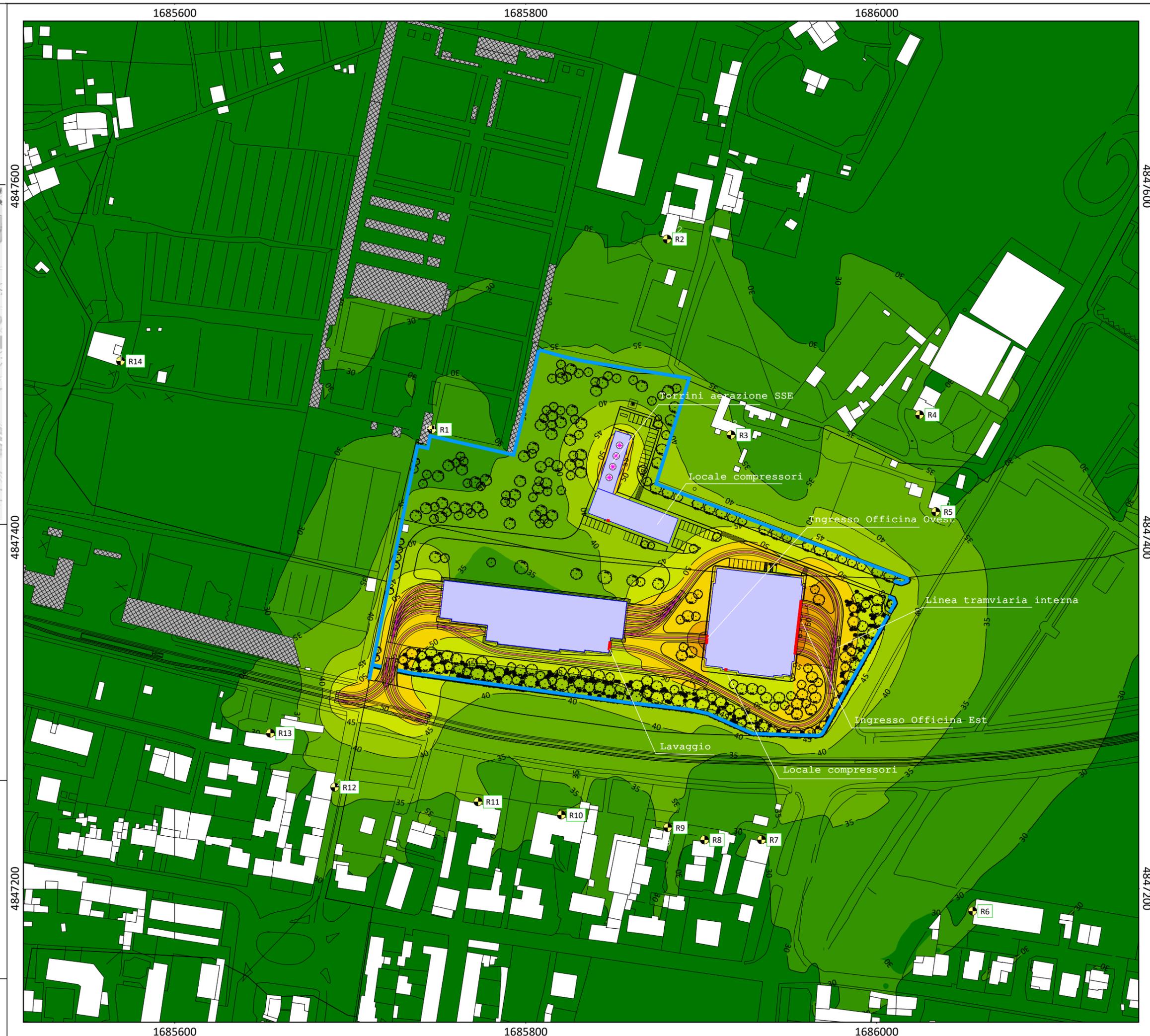
Legenda

- Edificio
- Edificio non residenziale
- Edifici Deposito
- Sorgente areale facciata
- Linea Tram
- Sorgente punto
- Ricevitore
- Muro deposito
- Area calcolo rumore

ALLEGATO 1: Mappe di simulazione acustica
 Tecnico incaricato: ambiente s.p.a.



Scala 1:2000



VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Rev.	Data
Sistema Tramviario di Firenze (FI) – Lotto 3.2.1: Deposito di Bagno a Ripoli	00	Apr. 2024

ALLEGATO 2

CERTIFICATI MISURE FONOMETRICHE

Sistema Tramviario di Firenze (FI) Linea 3.2.1 - Deposito di Bagno a Ripoli

Valutazione Previsionale di Impatto Acustico Monitoraggio clima acustico ante operam

RUM-P1_diurno

Valore Limite Immissione Diurno / Notturmo
Classe IV 65 dB(A) / 55 dB(A)

Orario misura e durata :

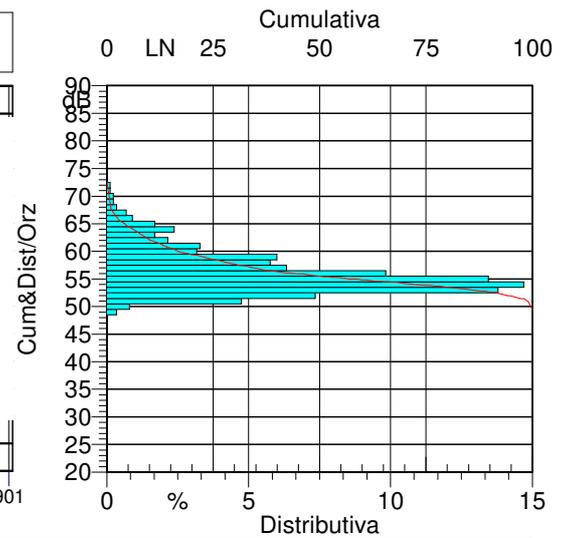
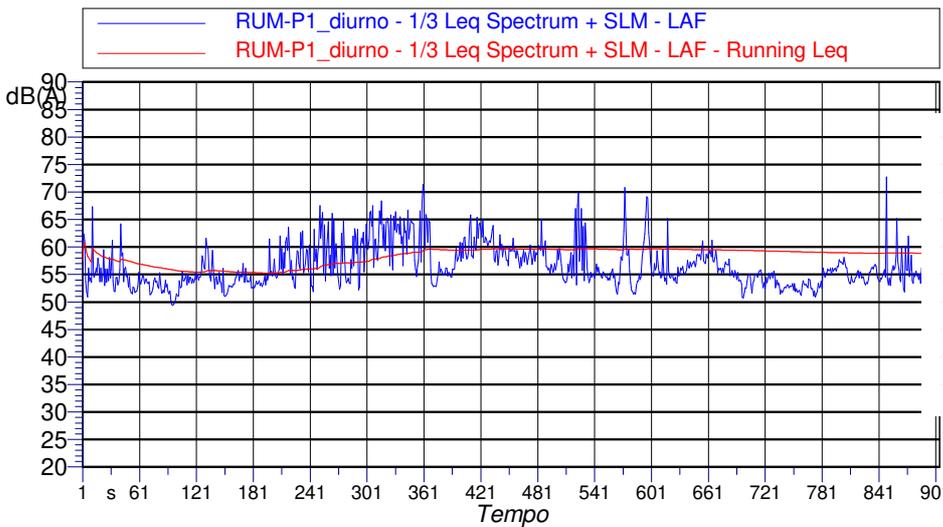
Data 14/12/2023
Ora 14:52:30
Durata 905.0

Strumentazione :

Fonometro 831 0002359
Marca Larson DAVIS
Data Taratura 07/11/2023

Condizioni meteo :

Cielo sereno
Fenomeni atmosferici assenti
Vento debole < 5m/s



RISULTATI DELLA MISURA

LAeq 58.9 dB(A)

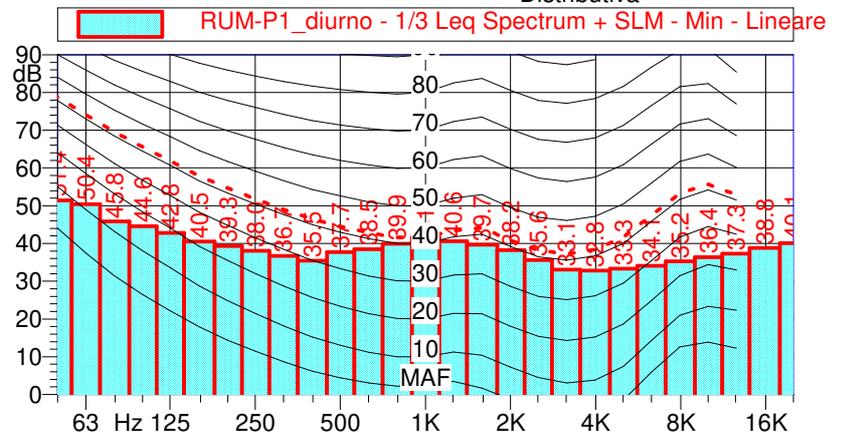
Componenti Tonalì - Kt: NO

Componenti tonali
in bassa frequenza - Kb: NO

Rumore Impulsivo - Ki: NO

Indici Statistici	
LN	dB(A)
L 5	64.5
L 10	62.1
L 33	57.3
L 50	55.5
L 90	52.6
L 95	51.9
LAeq max	72.7 dB(A)
LAeq min	49.4 dB(A)

Tempo di riferimento - Tr: DIURNO, dalle 6 alle 22
Tempo di osservazione - To: pari al Tm
Tempo di misura - Tm: spot (vedi durata)



Note:

I rilievi fonometrici e le elaborazioni numeriche sono state eseguite dal Tecnico Competente in Acustica Ambientale:

Dott. Ing. Lorenzo Giuggioli (D. D. Reg. Toscana N°94 Del 07/01/21 - Iscrizione ENTECA n. 11562 del 11/01/2021)

Sistema Tramviario di Firenze (FI) Linea 3.2.1 - Deposito di Bagno a Ripoli

Valutazione Previsionale di Impatto Acustico Monitoraggio clima acustico ante operam

RUM-P1_notturmo

Valore Limite Immissione Diurno / Notturmo
Classe IV 65 dB(A) / 55 dB(A)

Orario misura e durata :

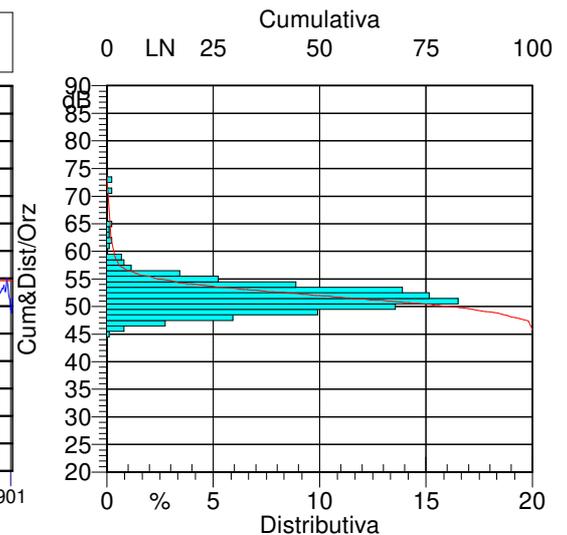
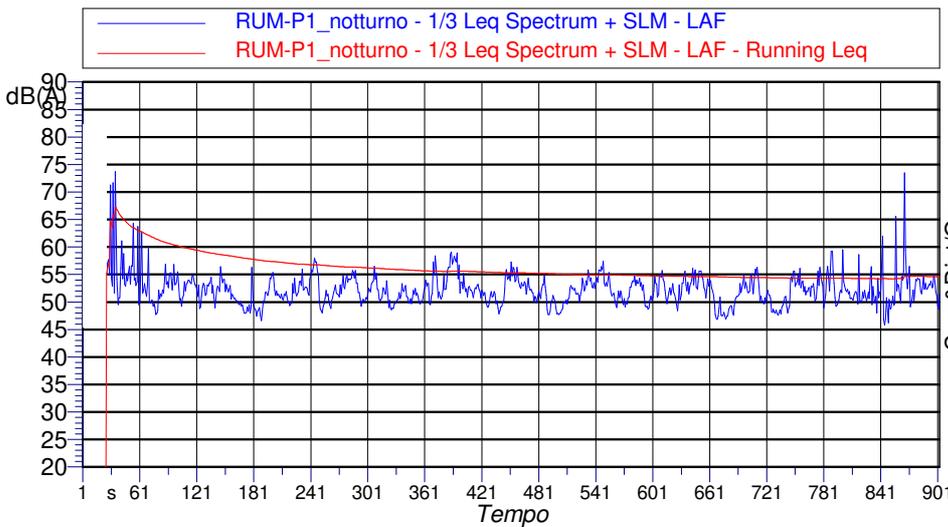
Data 14/12/2023
Ora 22:15:38
Durata 903.0

Strumentazione :

Fonometro 831 0002359
Marca Larson DAVIS
Data Taratura 07/11/2023

Condizioni meteo :

Cielo sereno
Fenomeni atmosferici assenti
Vento debole < 5m/s



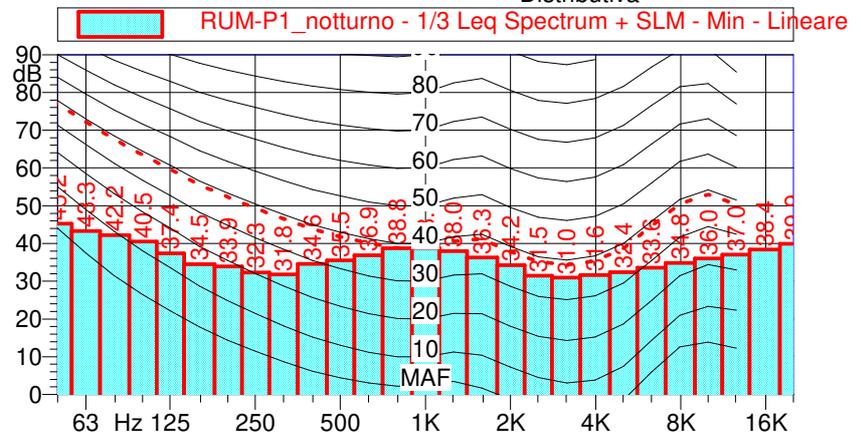
RISULTATI DELLA MISURA

LAeq 54.6 dB(A)

Indici Statistici

	Indici Statistici	dB(A)
	LN	54.6
	L 5	56.5
	L 10	55.5
Componenti Tonalì - Kt: NO	L 33	53.1
Componenti tonali in bassa frequenza - Kb: NO	L 50	52.0
	L 90	49.1
	L 95	48.1
Rumore Impulsivo - Ki: NO	LAeq max	73.7 dB(A)
	LAeq min	45.8 dB(A)

Tempo di riferimento - Tr: NOTTE, dalle 22 alle 6
Tempo di osservazione - To: pari al Tm
Tempo di misura - Tm: spot (vedi durata)



Note:

I rilievi fonometrici e le elaborazioni numeriche sono state eseguite dal Tecnico Competente in Acustica Ambientale:

Dott. Ing. Lorenzo Giuggioli (D. D. Reg. Toscana N°94 Del 07/01/21 - Iscrizione ENTECA n. 11562 del 11/01/2021)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 29869-A
Certificate of Calibration LAT 163 29869-A

- data di emissione
date of issue 2023-05-11
- cliente
customer AMBIENTE S.P.A.
54033 - CARRARA (MS)
- destinatario
receiver AMBIENTE S.P.A.
54033 - CARRARA (MS)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto
item Calibratore
- costruttore
manufacturer Larson & Davis
- modello
model CAL200
- matricola
serial number 4481
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2023-05-10
- data delle misure
date of measurements 2023-05-11
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 29869-A
Certificate of Calibration LAT 163 29869-A
Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

In the following, information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica
Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Calibratore	Larson & Davis	CAL200	4481

Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento
Technical procedures, Standards and Traceability

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PR4 Rev. 19.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 60942:2004 Annex B.

Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 60942:2004.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Microfono G.R.A.S. 40AU	81136	INIRM 22-0543-01	2022-06-29	2023-06-29
Barometro Druck RPT410V	1614002	LAT 128 128P-945/22	2022-11-07	2023-11-07
Multimetro Agilent 34401A	MY47066202	LAT 019 69886	2022-10-06	2023-10-06
Termoigrometro LogTag UHADO-16	A0C1015246F5	128U-1143/22	2022-10-24	2023-10-24

Condizioni ambientali durante le misure
Environmental parameters during measurements

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20,0 a 26,0	23,2	23,1
Umidità / %	50,0	da 30,0 a 70,0	55,8	55,7
Pressione / hPa	1013,3	da 800,0 a 1050,0	990,1	990,1

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 29869-A
Certificate of Calibration LAT 163 29869-A

Capacità metrologiche del Centro
Metrological capabilities of the Laboratory

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica (*)	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
	Calibratori	(94 - 114) dB	250 Hz, 1 kHz	0,12 dB
	Fonometri	124 dB (20 - 140) dB	250 Hz 31,5 Hz - 16 kHz	0,1 dB 0,1 - 1,2 dB (*)
	Verifica filtri a bande di 1/3 ottava Verifica filtri a bande di ottava		20 Hz < fc < 20 kHz 31,5 Hz < fc < 8 kHz	0,1 - 2,0 dB (*) 0,1 - 2,0 dB (*)
Sensibilità alla pressione acustica (*)	Microfoni a condensatore Campioni da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,11 dB
	Working Standard da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,15 dB

(*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(*) L'incertezza dipende dalla frequenza e dalla tipologia della prova.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 29869-A
 Certificate of Calibration LAT 163 29869-A

1. Ispezione preliminare

In questa fase vengono eseguiti i controlli preliminari sulla strumentazione in taratura e i risultati vengono riportati nella tabella sottostante.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

2. Misurando, modalità e condizioni di misura

Il misurando è il livello di pressione acustica generato, la sua stabilità, frequenza e distorsione totale. Il livello di pressione acustica è calcolato tramite il metodo della tensione di inserzione. I valori riportati sono calcolati alle condizioni di riferimento.

3. Livello sonoro emesso

La misura del livello sonoro emesso dal calibratore acustico viene eseguita attraverso il metodo della tensione di inserzione.

Frequenza specificata	SPL specificato	SPL medio misurato	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza tra l'SPL misurato e l'SPL specificato, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	dB re20 uPa	dB	dB	dB	dB
1000,0	94,00	93,91	0,12	0,21	0,40	0,15
1000,0	114,00	113,93	0,12	0,19	0,40	0,15

4. Frequenza del livello generato

In questa prova viene verificata la frequenza del segnale generato.

Frequenza specificata	SPL specificato	Frequenza misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza percentuale tra la frequenza misurata e la frequenza specificata, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	Hz	%	%	%	%
1000,0	94,00	999,59	0,01	0,05	1,00	0,30
1000,0	114,00	999,58	0,01	0,05	1,00	0,30

5. Distorsione totale del livello generato

In questa prova viene misurata la distorsione totale del segnale generato dal calibratore.

Frequenza specificata	SPL specificato	Distorsione misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Distorsione misurata aumentata dall'incertezza estesa di misura	Massima distorsione totale permessa	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	%	%	%	%	%
1000,0	94,00	0,80	0,28	1,08	3,00	0,50
1000,0	114,00	0,38	0,28	0,66	3,00	0,50

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

- data di emissione
date of issue 2023-11-07
- cliente
customer AMBIENTE S.P.A.
54033 - CARRARA (MS)
- destinatario
receiver AMBIENTE S.P.A.
54033 - CARRARA (MS)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto
item Fonometro
- costruttore
manufacturer Larson & Davis
- modello
model 831
- matricola
serial number 2359
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2023-11-02
- data delle misure
date of measurements 2023-11-07
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A
Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

In the following, information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica
Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Fonometro	Larson & Davis	831	2359
Preamplificatore	PCB Piezotronics	PRM831	29365
Microfono	AWA	AWA14423	17687
CAVO	Larson & Davis	MY	---

Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento
Technical procedures, Standards and Traceability

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PR1B Rev. 3.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 61672-3:2014.

I limiti riportati sono relativi alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61672-1:2014.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Pistonofono G.R.A.S. 42AA	149333	INRIM 23-0148-03	2023-02-21	2024-02-21
Multimetro Agilent 34401A	SMY41014993	LAT 019 71155	2023-03-13	2024-03-13
Barometro Druck RPT410V	1614002	LAT 128 128P-945/22	2022-11-07	2023-11-07
Calibratore Multifunzione Brüel & Kjaer 4226	2565233	SKL-2282-A	2023-10-04	2024-01-04
Termoigrometro LogTag UHADO-16	AOC1015246F5	128U-1272/23	2023-10-13	2024-10-13

Condizioni ambientali durante le misure
Environmental parameters during measurements

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20,0 a 26,0	22,2	22,2
Umidità / %	50,0	da 30,0 a 70,0	58,0	58,0
Pressione / hPa	1013,3	da 800,0 a 1050,0	977,7	977,7

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.

Sullo strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.

Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa.

Il numero di decimali riportato in alcune prove può differire dal numero di decimali visualizzati sullo strumento in taratura in quanto i valori riportati nel presente Certificato possono essere ottenuti dalla media di più letture.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

Capacità metrologiche del Centro
Metrological capabilities of the Laboratory

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica (*)	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
	Calibratori	(94 - 114) dB	250 Hz, 1 kHz	0,12 dB
	Fonometri	124 dB (20 - 140) dB	250 Hz 31,5 Hz - 16 kHz	0,1 dB 0,1 - 1,2 dB (*)
	Verifica filtri a bande di 1/3 ottava Verifica filtri a bande di ottava		20 Hz < fc < 20 kHz 31,5 Hz < fc < 8 kHz	0,1 - 2,0 dB (*) 0,1 - 2,0 dB (*)
Sensibilità alla pressione acustica (*)	Microfoni a condensatore Campioni da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,11 dB
	Working Standard da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,15 dB

(*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(*) L'incertezza dipende dalla frequenza e dalla tipologia della prova.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

1. Documentazione

- La versione del firmware caricato sullo strumento in taratura è: 2.301.
- Manuale di istruzioni I831.01 Rev Q del 2017 fornito dal costruttore dello strumento.
- Campo di misura di riferimento (nominale): 26,0 - 139,0 dB - Livello di pressione sonora di riferimento: 114,0 dB - Frequenza di verifica 1000 Hz.
- I dati di correzione per calibratore multifunzione da pressione a campo libero a zero gradi sono stati forniti dal costruttore del microfono
- Nessuna informazione sull'incertezza di misura, richiesta nella IEC 61672-3:2013, relativa ai dati di correzione microfonica indicati nel manuale di istruzioni o ottenuti dal costruttore o dal fornitore del fonometro, o dal costruttore del microfono, o dal costruttore del calibratore multifrequenza, o dal costruttore dell'attuatore elettrostatico è stata pubblicata nel manuale di istruzioni o resa disponibile dal costruttore o dal fornitore del fonometro. Pertanto, l'incertezza di misura dei dati di correzione è stata considerata essere pari alla massima incertezza consentita dalla IEC 62585 per i corrispondenti dati di correzione e per un fattore di copertura corrispondente ad un intervallo di fiducia del 95%.
- Lo strumento non è stato sottoposto alle prove di valutazione del modello applicabili della IEC 61672-2:2013.
- Lo strumento sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2013, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Tuttavia, nessuna dichiarazione o conclusione generale può essere fatta sulla conformità del fonometro a tutte le prescrizioni della IEC 61672-1:2013 poichè non è pubblicamente disponibile la prova, da parte di un'organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei modelli, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2013 e perchè le prove periodiche della IEC 61672-3:2013 coprono solo una parte limitata delle specifiche della IEC 61672-1:2013.

2. Ispezione preliminare ed elenco prove effettuate

Descrizione: Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i risultati dei controlli preliminari e l'elenco delle prove effettuate sulla strumentazione in taratura.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

Prova	Esito
Rumore autogenerato	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali acustici	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali elettrici	Positivo
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz	Positivo
Selettore campo misura	Positivo
Linearità livello campo misura riferimento	Positivo
Treni d'onda	Positivo
Livello sonoro di picco C	Positivo
Indicazione di sovraccarico	Positivo
Stabilità ad alti livelli	Positivo
Stabilità a lungo termine	Positivo

3. Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (Calibrazione)

Descrizione: Prima di avviare la procedura di taratura dello strumento in esame si provvede alla verifica della calibrazione mediante l'applicazione di un idoneo calibratore acustico. Se necessario viene effettuata una nuova calibrazione come specificato dal costruttore.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, funzione calibrazione, se disponibile, altrimenti pesatura di frequenza C e ponderazione temporale Fast o Slow o in alternativa media temporale.

Calibrazione	
Calibratore acustico utilizzato	Larson & Davis CA250 sn. 5333
Certificato del calibratore utilizzato	SKL-2281-A del 2023-10-04
Frequenza nominale del calibratore	251,2 Hz
Livello atteso	114,0 dB
Livello indicato dallo strumento prima della calibrazione	114,0 dB
Livello indicato dallo strumento dopo la calibrazione	114,0 dB
E' stata effettuata una nuova calibrazione	NO

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

4. Rumore autogenerato

Descrizione: Viene verificato il rumore autogenerato dallo strumento. Per la verifica del rumore elettrico, la capacità equivalente di ingresso viene cortocircuitata tramite un apposito adattatore capacitivo di capacità paragonabile a quella del microfono. Per la verifica del rumore acustico devono essere montati anche eventuali accessori.

Impostazioni: Media temporale, campo di misura più sensibile. La verifica del rumore autogenerato con microfono installato viene invece effettuata installando il microfono ed eventuali accessori con lo strumento impostato nel campo di misura più sensibile, media temporale e ponderazione di frequenza A.

Letture: Per ciascuna ponderazione di frequenza di cui è dotato lo strumento, viene rilevato il livello sonoro con media temporale mediato per 30 s, o per un periodo superiore se così richiesto dal manuale di istruzioni.

Ponderazione di frequenza	Tipo di rumore	Rumore dB
A	Elettrico	5,7
C	Elettrico	9,4
Z	Elettrico	16,3
A	Acustico	16,4

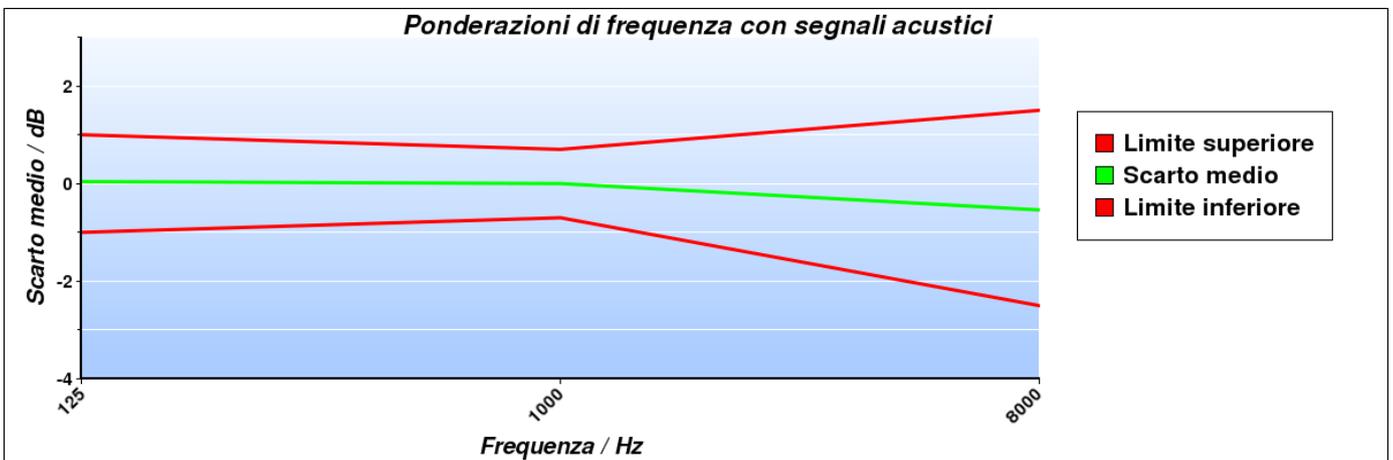
5. Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici

Descrizione: Tramite un calibratore multifrequenza, si inviano al microfono dei segnali acustici sinusoidali con un livello nominale compreso tra 94 dB e 114 dB alle frequenze di 125 Hz, 1000 Hz e 8000 Hz al fine di verificare la risposta acustica dell'intera catena di misura. Gli scarti riportati nella tabella successiva sono riferiti al valore a 1000 Hz. L'origine delle eventuali correzioni applicate è riportata nel paragrafo "Documentazione".

Impostazioni: Ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e indicazione Lp.

Letture: Per ciascuna frequenza di prova, vengono riportati i livelli letti sullo strumento in taratura.

Frequenza nominale Hz	Correzione livello dB	Correzione microfono dB	Correzione accessorio dB	Letture corretta dB	Ponderazione C rilevata dB	Ponderazione C teorica dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Limiti Accettabilità Classe 1 / dB
125	-0,03	0,00	0,00	93,83	-0,16	-0,20	0,31	0,04	±1,0
1000	0,00	0,09	0,00	93,99	0,00	0,00	0,26	Riferimento	±0,7
8000	-0,15	3,20	0,00	90,45	-3,54	-3,00	0,50	-0,54	+1,5/-2,5



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

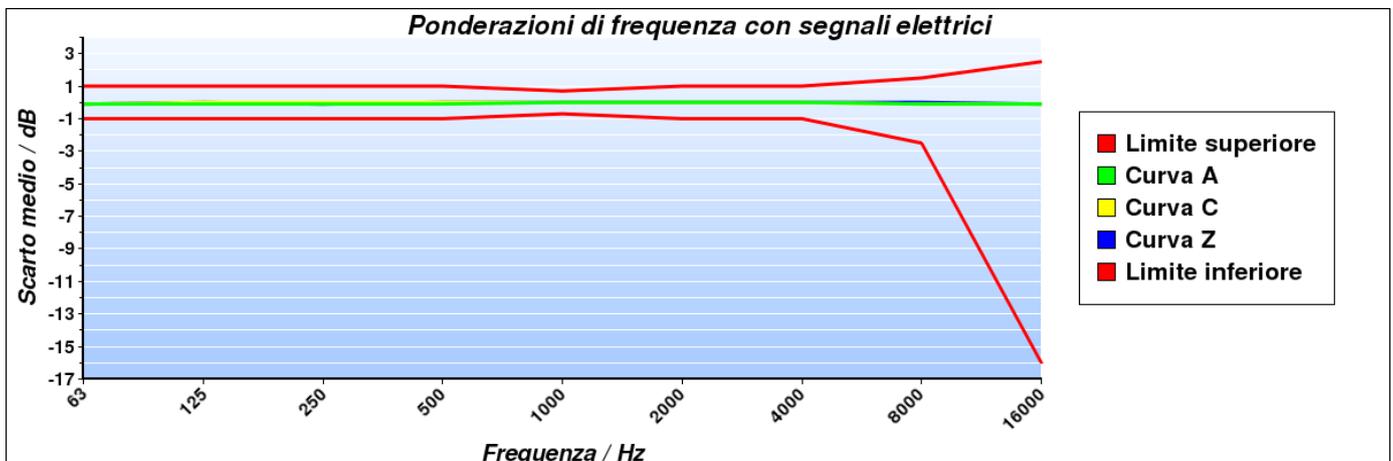
6. Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici

Descrizione: Le ponderazioni di frequenza devono essere determinate in rapporto alla risposta ad 1 kHz utilizzando segnali di ingresso elettrici sinusoidali regolati per fornire una indicazione che sia 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento, e per tutte le tre ponderazioni di frequenza tra A, C, Z e Piatta delle quali lo strumento è dotato.

Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento, tutte le ponderazioni di frequenza disponibili tra A, C, Z e Piatta

Letture: Per ciascuna ponderazione di frequenza da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello di prova a ciascuna frequenza e il riferimento ad 1 kHz. Eventuali correzioni specificate dal costruttore devono essere considerate.

Frequenza nominale Hz	Curva A Scarto medio dB	Curva C Scarto medio dB	Curva Z Scarto medio dB	Incerteza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
63	-0,10	-0,10	-0,10	0,14	±1,0
125	-0,10	0,00	0,00	0,14	±1,0
250	-0,10	0,00	-0,10	0,14	±1,0
500	-0,10	0,00	0,00	0,14	±1,0
1000	0,00	0,00	0,00	0,14	±0,7
2000	0,00	0,00	0,00	0,14	±1,0
4000	0,00	0,00	0,00	0,14	±1,0
8000	-0,10	-0,10	0,00	0,14	+1,5/-2,5
16000	-0,10	-0,10	-0,10	0,14	+2,5/-16,0



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A
7. Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz

Descrizione: La prova consiste nella verifica delle differenze tra il livello di calibrazione ad 1 kHz con ponderazione di frequenza A e le ponderazioni di frequenza C, Z e Piatta misurate con ponderazione temporale Fast o media temporale. Inoltre, le indicazioni con la ponderazione di frequenza A devono essere registrate con lo strumento regolato per indicare il livello con ponderazione temporale F, il livello sonoro con ponderazione temporale S e il livello sonoro con media temporale, se disponibili.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, regolazione al livello di 114,0 dB ad 1 kHz con pesatura di frequenza A e temporale Fast; in successione, tutte le pesature di frequenza disponibili tra C, Z e Piatta e le ponderazioni temporali Slow e media temporale con pesatura di frequenza A.

Lecture: Per ciascuna ponderazione di frequenza e temporale da verificare viene letta l'indicazione dello strumento.

Ponderazione	Riferimento dB	Scarto dB	Incertezza dB	Limiti accettab. Classe 1 / dB
Fast C	114,00	0,00	0,12	±0,2
Fast Z	114,00	0,00	0,12	±0,2
Slow A	114,00	0,00	0,12	±0,1
Leq A	114,00	0,00	0,12	±0,1

8. Linearità di livello comprendente il selettore (comando) del campo di misura

Descrizione: Tramite questa prova vengono verificati gli errori di linearità dei campi di misura non di riferimento e gli errori introdotti dal selettore del campo di misura. La verifica dell'errore introdotto dal selettore viene effettuata con un segnale elettrico sinusoidale ad una frequenza di 1 kHz regolato per fornire l'indicazione del livello di pressione sonora di riferimento, pari a 114,0 dB, nel campo di misura di riferimento. Per la verifica degli errori di linearità si utilizza un segnale elettrico sinusoidale, calcolato a partire dal segnale che causa lo spegnimento dell'indicazione di livello insufficiente, che dia un'indicazione di 5 dB superiore al livello a cui si è spenta l'indicazione di livello insufficiente, per quel campo di misura ad 1 kHz.

Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, ponderazione di frequenza A e tutti i campi di misura non di riferimento.

Lecture: Per ciascun campo di misura da verificare, si legge sullo strumento l'indicazione con ponderazione temporale Fast o media temporale.

Campo di misura dB	Livello atteso dB	Lettura media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
19-120 (Under Range + 5)	29,70	29,70	0,00	0,14	±0,8
19-120 (Riferimento)	114,00	114,00	0,00	0,14	±0,8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
 Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

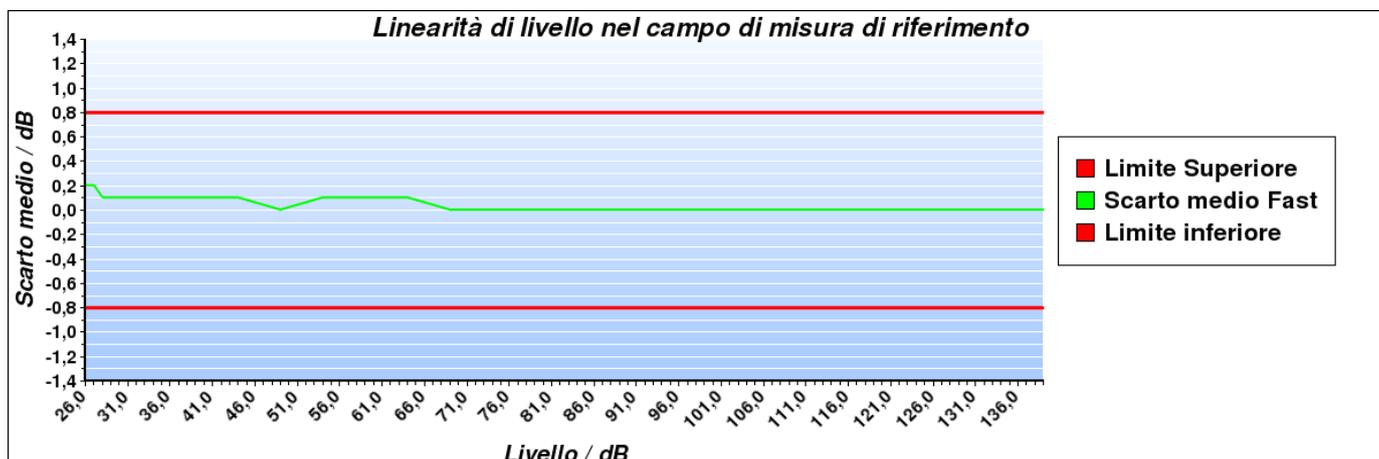
9. Linearità di livello nel campo di misura di riferimento

Descrizione: La linearità di livello viene verificata con segnali elettrici sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz. La prova inizia con il segnale di ingresso regolato per indicare 114,0 dB e aumentando il livello del segnale di ingresso di gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite superiore per il campo di funzionamento lineare a 8 kHz, poi aumentando il livello di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di sovraccarico, non inclusa. Successivamente, sempre partendo dal punto di inizio, si diminuisce il livello del segnale di ingresso a gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite inferiore del campo di misura di riferimento, poi diminuendo il livello del segnale di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di livello insufficiente o, se non disponibile, fino al limite inferiore del campo di funzionamento lineare.

Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e ponderazione di frequenza A.

Letture: Per ciascun livello da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso.

Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB	Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
114,0	0,14	Riferimento	±0,8	79,0	0,14	0,00	±0,8
119,0	0,14	0,00	±0,8	74,0	0,14	0,00	±0,8
124,0	0,14	0,00	±0,8	69,0	0,14	0,00	±0,8
129,0	0,14	0,00	±0,8	64,0	0,14	0,10	±0,8
134,0	0,14	0,00	±0,8	59,0	0,14	0,10	±0,8
135,0	0,14	0,00	±0,8	54,0	0,14	0,10	±0,8
136,0	0,14	0,00	±0,8	49,0	0,14	0,00	±0,8
137,0	0,14	0,00	±0,8	44,0	0,14	0,10	±0,8
138,0	0,14	0,00	±0,8	39,0	0,14	0,10	±0,8
139,0	0,14	0,00	±0,8	34,0	0,14	0,10	±0,8
114,0	0,14	Riferimento	±0,8	31,0	0,14	0,10	±0,8
109,0	0,14	0,00	±0,8	30,0	0,14	0,10	±0,8
104,0	0,14	0,00	±0,8	29,0	0,14	0,10	±0,8
99,0	0,14	0,00	±0,8	28,0	0,14	0,10	±0,8
94,0	0,14	0,00	±0,8	27,0	0,14	0,20	±0,8
89,0	0,14	0,00	±0,8	26,0	0,14	0,20	±0,8
84,0	0,14	0,00	±0,8				



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

10. Risposta a treni d'onda

Descrizione: La risposta dello strumento a segnali di breve durata viene verificata attraverso dei treni d'onda di 4 kHz, con durate di 200 ms, 2 ms e 0,25 ms, che iniziano e finiscono sul passaggio per lo zero e sono estratti da segnali di ingresso elettrici sinusoidali di 4 kHz. Il livello di riferimento del segnale sinusoidale continuo è pari a 136,0 dB.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, ponderazione di frequenza A, ponderazioni temporali FAST e SLOW e livello di esposizione sonora (SEL) o, nel caso quest'ultimo non sia disponibile, il livello sonoro con media temporale.

Letture: Per ciascuna pesatura da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro massimo visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso. Per le misure del livello di esposizione sonora viene calcolata la differenza tra il livello di esposizione sonora letto sullo strumento e il corrispondente livello di esposizione sonora atteso.

Ponderazione di frequenza	Durata Burst ms	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
Fast	200	135,00	134,90	-0,10	0,14	±0,5
Slow	200	128,60	128,40	-0,20	0,14	±0,5
SEL	200	129,00	128,90	-0,10	0,14	±0,5
Fast	2	118,00	117,70	-0,30	0,14	+1,0/-1,5
Slow	2	109,00	108,80	-0,20	0,14	+1,0/-3,0
SEL	2	109,00	108,90	-0,10	0,14	+1,0/-1,5
Fast	0,25	109,00	108,50	-0,50	0,14	+1,0/-3,0
SEL	0,25	100,00	99,80	-0,20	0,14	+1,0/-3,0

11. Livello sonoro di picco C

Descrizione: Questa prova permette di verificare il funzionamento del rilevatore di picco. Vengono utilizzati tre diversi tipi di segnali: una forma d'onda a 8 kHz, una mezza forma d'onda positiva a 500 Hz e una mezza forma d'onda negativa a 500 Hz. Questi segnali di test vengono estratti rispettivamente da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 8 kHz che fornisca sullo strumento un'indicazione pari a 135,0 dB e da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 500 Hz che fornisca un'indicazione pari a 135,0 dB.

Impostazioni: Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast e picco.

Letture: Per ciascun tipo di segnale da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro di picco C visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro di picco atteso.

Tipo di segnale	Livello di riferimento dB	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
1 ciclo 8 kHz	135,00	138,40	137,80	-0,60	0,16	±2,0
½ ciclo 500 Hz +	135,00	137,40	137,10	-0,30	0,16	±1,0
½ ciclo 500 Hz -	135,00	137,40	137,10	-0,30	0,16	±1,0

12. Indicazione di sovraccarico

Descrizione: Questa prova permette di verificare il funzionamento dell'indicatore di sovraccarico. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 140,0 dB, vengono inviati segnali elettrici sinusoidali di mezzo ciclo positivo ad una frequenza di 4 kHz incrementando di volta in volta il livello fino alla prima indicazione di sovraccarico. L'operazione viene poi ripetuta con segnali di mezzo ciclo negativo.

Impostazioni: Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza A e media temporale.

Letture: Viene calcolata la differenza tra i livelli positivo e negativo che hanno portato all'indicazione di sovraccarico sullo strumento.

Livello di riferimento dB	½ ciclo positivo dB	½ ciclo negativo dB	Differenza dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
140,0	139,2	139,2	0,0	0,14	±1,5

L'indicatore di sovraccarico è rimasto correttamente memorizzato dopo che si è prodotta una condizione di sovraccarico sullo strumento.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 31206-A
Certificate of Calibration LAT 163 31206-A

13. Stabilità ad alti livelli

Descrizione: Questa prova permette di verificare la stabilità dello strumento quando opera continuamente con segnali di livello elevato. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 138,0 dB, si registra il livello visualizzato e si continua ad applicare il segnale per 5 minuti al termine dei quali viene nuovamente registrato il livello indicato.

Impostazioni: Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza A e ponderazione di frequenza Fast, Slow o Leq su 10 secondi.

Letture: Viene calcolata la differenza tra i livelli indicati dallo strumento all'inizio della prova e dopo 5 minuti di esposizione al segnale ad alto livello.

Livello di riferimento dB	Livello iniziale dB	Livello finale dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
138,0	138,0	138,0	0,0	0,09	±0,1

14. Stabilità a lungo termine

Descrizione: Questa prova permette di verificare la capacità dello strumento di operare continuamente con segnali di medio livello. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso, in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 114,0 dB, si registra il livello visualizzato e si continua ad applicare il segnale per un intervallo di tempo variabile tra 25 minuti e 35 minuti al termine del quale viene nuovamente registrato il livello indicato.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, ponderazione di frequenza A e ponderazione di frequenza Fast, Slow o Leq su 10 secondi.

Letture: Viene calcolata la differenza tra i livelli indicati dallo strumento all'inizio e alla fine della prova.

Livello di riferimento dB	Livello iniziale dB	Livello finale dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
114,0	114,0	114,0	0,0	0,09	±0,1

**ALLEGATO B- REGIONE TOSCANA – SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO
SUPERIORE – NULLA OSTA SOTTO GLI ASPETTI IDRAULICI ALL'ESECUZIONE DEI
LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL NUOVO PONTO STRADALE SUL FIUME ARNO**

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 276 di 285



OGGETTO: Vs. comunicazione in data 02-10-2024 acquisita al protocollo n. 0521459 relativa al nuovo ponte stradale sul Fiume Arno (Ponte Bellariva) previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea tramviaria 3.2.1 tratta Piazza Libertà-Bagno a Ripoli del Sistema Tramviario Fiorentino nelle pertinenze idrauliche del corso d'acqua denominato Fiume Arno, loc. Albereta - Lungarno Cristoforo Colombo in Comune di Firenze.

Pratica SiDIT n: 2171/2024 - *(da citare nella risposta)*

TRAM DI FIRENZE S.P.A.

tramdifirenze@pec.tramdifirenze.it

In relazione alla domanda citata in oggetto si comunica l' avvio del procedimento che dovrà concludersi entro 60 giorni dal 02-10-2024.

Considerata l'urgenza rappresentata per le vie brevi si dichiara che **NULLA OSTA** sotto gli aspetti idraulici all'esecuzione dei lavori di realizzazione del nuovo ponte stradale sul Fiume Arno (Ponte Bellariva) previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea tramviaria 3.2.1 tratta Piazza Libertà-Bagno a Ripoli del Sistema Tramviario Fiorentino nelle pertinenze idrauliche del corso d'acqua denominato Fiume Arno, loc. Albereta - Lungarno Cristoforo Colombo in Comune di Firenze, sotto l'osservanza di quanto segue:

- durante l'esecuzione dei lavori non dovrà essere mai impedito o ostacolato il regolare deflusso delle acque né essere mai ridotta l'efficienza idraulica del corso d'acqua interessato dai lavori;
- tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori dovranno ingombrare il meno possibile l'alveo del corso d'acqua e dovranno essere comunque rimosse prima del sopraggiungere delle piene;
- al termine dei lavori eventuali materiali di risulta dovranno essere allontanati dal cantiere e ripristinato lo stato dei luoghi;
- i lavori dovranno essere svolti in conformità alle disposizioni per la salvaguardia dell'ittiofauna e dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare intorbidamenti che possano arrecare danno alla fauna ittica.

Si ricorda che il presente nulla-osta sarà perfezionato con successivo Decreto Dirigenziale

Il Responsabile del procedimento è Piero Paliotta - tel. 0554387146 - 3355988324 - email piero.paliotta@regione.toscana.it.

Competente ad emettere il provvedimento finale è il Dirigente del Settore Genio Civile Valdarno Superiore.

Distinti saluti.

IL DIRIGENTE

Ing. Gennarino Costabile

ALLEGATO C- SABAP – PARERE FAVOREVOLE ALBERATURE E NUOVO PONTE SULL'ARNO

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0E	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 278 di 285



Ministero della cultura

SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E
PAESAGGIO PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE E
LE PROVINCE DI PISTOIA E PRATO

Al Comune di Firenze
Direzione Urbanistica
edilizia.urbanistica@pec.comune.fi.it

Pos. BN 18

Allegati

Risposta al foglio n. 265769 del 06/08/2024
(n.s. prott. 21089, 21090, 21092, 21093, 21094, 21095,
21225, 21226, 21227 del 08/08/2024)

Oggetto: Comune di Firenze - Via Marco Minghetti snc, Via Lapo Da Castiglionchio snc, Lungarno Cristoforo Colombo snc, Lungarno Aldo Moro snc, Via di Villamagna snc
Aree tutelate con D.M. del 31/08/1953 G.U. n. 218 del 23/09/1953, Parte III del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i.
Ambito di Paesaggio n. 6 -"Firenze-Prato-Pistoia" del PIT della Regione Toscana.
Richiedente: TRAM DI FIRENZE SPA
Pratica n. 7177/2024
PARERE FAVOREVOLE CON PRESCRIZIONI, ai sensi dell'art. 146 del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i. (Codice dei beni culturali e del paesaggio) CON PROCEDIMENTO AUTORIZZATORIO ORDINARIO

Riferimenti:

- Risposta alla lettera n. 265769 del 06/08/2024, pervenuta il 06/08/2024, con nove successive trasmissioni, agli atti prott. n. 21089, 21090, 21092, 21093, 21094, 21095, 21225, 21226, 21227 del 08/08/2024

Con riferimento alla lettera di Codesto Comune sopra citata, con cui vengono trasmessi gli elaborati relativi a "Richiesta di Autorizzazione paesaggistica_Progetto esecutivo di Variante Linea 3.2.1._ Via M. Minghetti, Via L. Da Castiglionchio, Lungarno C. Colombo, Lungarno A. Moro, Via di Villamagna". Nella fattispecie l'intervento proposto prevede opere in variante a quanto già autorizzato. Si tratta di modifiche scaturite in fase esecutiva che riguardano sia modifiche al ponte già concordate ed approvate dalla Soprintendenza sia interventi sulle alberature. Per la realizzazione del ponte è necessario abbattere alcune alberature interferenti con il nuovo assetto di cantiere. Le piante oggetto di abbattimento saranno sostituite con esemplari adulti della stessa specie o di specie storicizzate tipiche dei luoghi. E' previsto l'abbattimento di alberi sia sulla sponda nord che sulla sponda sud dell'Arno. Sul nuovo ponte, argine nord (Bellariva), le nuove alberature saranno posizionate nell'area verde sull'argine, in continuità al filare di tigli lungo la pista ciclabile a fianco del viale mentre verso il fiume si planteranno specie decorative come la parrotia fastigiata, il liquidambar, il cipresso calvo, specie comunque presenti nell'intorno. Argine sud del nuovo ponte (Albereta), l'area cani verrà spostata di fianco alla nuova viabilità in un'area con la stessa superficie, delimitata da nuovi filari. Anche in quest'area sono previsti abbattimenti interferenti con il nuovo assetto di cantiere che verranno sostituite con esemplari adulti della stessa specie o di specie storicizzate e tipiche dei luoghi. Nel parco dell'Albereta si prevede la messa a dimora con Populus alba a chioma espansa var. Peroneana (20-25 cm); Salix babylonica (18-20 cm); cloni di olmo (Ulmus spp.) resistenti a grafiosi e a rapida crescita (16-18 cm). In totale è previsto l'abbattimento di 45 nuovi alberi compensati con la messa a dimora di 45 nuovi alberi. Si fa presente che il bilancio fra gli abbattimenti e le nuove piantagioni del progetto, prevede un incremento di 55 nuovi alberi mentre il bilancio complessivo della linea tramviaria 3,2,1 prevede un incremento di 824 esemplari.



Piazza Pitti 1 - 50125 - Firenze
Tel. 055 265171 - fax 055 219397
e-mail: sabap-fi@cultura.gov.it
PEC: sabap-fi@pec.cultura.gov.it
Website: soprintendenzafirenze.cultura.gov.it

Vista la proposta di provvedimento del Comune di Firenze n. 527 del 24/07/2024 con parere favorevole a condizione "che in sostituzione delle specie di alberi abbattuti siano reimpiegate le stesse specie di quelle abbattute; e a condizione che non venga messo a dimora la specie di populus nigra";

Verificati i contenuti del provvedimento di tutela, verificate le disposizioni contenute nel Piano Paesaggistico in merito all'ambito in oggetto e alla specifica Scheda di vincolo dell'area tutelata, con particolare riguardo alle prescrizioni di cui ai punti 2.c.1. e 3.c.8. della Disciplina d'uso, salvo quanto previsto dall'art. 159, comma 1, del Codice, si esprime **PARERE FAVOREVOLE VINCOLANTE** ai sensi dell'art. 146 del Codice alle seguenti condizioni:

- **alle medesime condizioni espresse dalla CCP con verbale n. 527 del 24/07/2024 di cui si condivide integralmente il contenuto.**

Per quanto di competenza archeologica, in relazione agli interventi in oggetto, visti gli strumenti urbanistici del Comune di Firenze (PS 2024 Firenze, All_B_NTA, art. 12 Tutele), per quanto di competenza archeologica si fa presente, in considerazione dell'assenza di rinvenimenti archeologici nell'area di costruzione delle estremità del nuovo ponte sull'Arno, si prescrive quanto segue.

Dovrà essere comunicata per iscritto, con almeno 15 gg. di anticipo, la data d'inizio lavori di scavo ai fini di predisporre la presenza di personale incaricato da quest'Ufficio.

Si fa inoltre presente che qualora durante i lavori si verificassero scoperte archeologiche fortuite, anche se prive d'estensione e di ogni rilevanza estetica, è fatto obbligo ai sensi della normativa vigente in materia (art. 90 e ss. D. Lgs. 42/2004), degli artt. 822, 823 e, specialmente, 826 del Codice Civile, nonché dell'art. 733 del Codice Penale, di sospendere i lavori e avvertire entro 24 ore questo Ufficio, il Sindaco o l'Autorità di Pubblica Sicurezza competente per territorio, e provvedere alla conservazione temporanea dei beni rinvenuti.

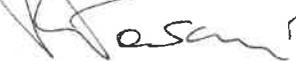
Nell'eventualità di rinvenimenti archeologici potrà determinarsi la necessità di modificare l'ubicazione del manufatto, nonché l'effettuazione di indagini archeologiche approfondite, a carico del richiedente, finalizzate alla documentazione delle eventuali emergenze antiche e ai relativi interventi di tutela a norma del D. Lgs. 42/2004.

Avverso al presente atto, le Amministrazioni statali, regionali o locali, eventualmente coinvolte nel procedimento possono chiedere il riesame amministrativo ai sensi dell'art. 12, comma 1 bis del Decreto-legge n. 83 del 31/05/2014, convertito con legge n. 106 del 29/07/2014.

RP/MS/aldc

Responsabile del procedimento:

Arch. Rosella Pascucci



Funzionario Archeologo:

Dott. ssa Monica Salvini

SOPRINTENDENTE
Arch. Antonella Ranaldi



**ALLEGATO D- – COMUNE DI FIRENZE – DIREZIONE URBANISTICA
AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA - ALBERATURE E NUOVO PONTE
SULL'ARNO**

N. progetto: 321GEN00006PE rev. 0D	Titolo: Relazione Generale Linea 3.2.1 – Tratta Libertà - Bagno a Ripoli - Fase 2	Data: Ottobre 2024
Emittente: RTI		Pagina 281 di 285

Protocollo n. 330110 del 07/10/2024

Pratica n. 7177/2024

AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA N. 1078/2024 DEL 07/10/2024

Titolare: TRAM DI FIRENZE SPA Corso Italia 29 50123 Firenze in qualità di Locatario/Comodatario/Conduttore/Detentore .

Ubicazione: Via Marco Minghetti n. SNC piano non definito Quartiere 2 Via Lapo da Castiglionchio n. SNC piano non definito Quartiere 3 Lungarno Cristoforo Colombo n. SNC piano non definito Quartiere 2 Lungarno Aldo Moro n. SNC piano non definito Quartiere 2 Via di Villamagna n. SNC piano non definito Quartiere 3 , zona sottoposta a vincolo paesaggistico.

LA DIRIGENTE

Vista la richiesta presentata da TRAM DI FIRENZE SPA Corso Italia 29 50123 Firenze, FABRIZIO BARTALONI Via Giulio Caccini 11 50141 Firenze , pervenuta in data 11/07/2024, acquisita agli atti al protocollo generale in arrivo n. GA 242025/2024 tesa ad ottenere il rilascio dell'autorizzazione paesaggistica per l'esecuzione di RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE LINEA 3.2.1. VIA M. MINGHETTI, VIA L. DA CASTIGLIONCHIO, LUNGARNO C. COLOMBO, LUNGARNO A. MORO, VIA DI VILLAMAGNA in Via Marco Minghetti SNC piano non definito Quartiere 2 Via Lapo da Castiglionchio SNC piano non definito Quartiere 3 Lungarno Cristoforo Colombo SNC piano non definito Quartiere 2 Lungarno Aldo Moro SNC piano non definito Quartiere 2 Via di Villamagna SNC piano non definito Quartiere 3 ;

Vista la documentazione e gli elaborati progettuali allegati alla richiesta, a firma del tecnico progettista ROSSIPRODI ASSOCIATI SRL Via Guglielmo Marconi 29 50131 Firenze num. albo ;

Visto il parere dalla Commissione per il Paesaggio n. 527 del 24/07/2024 qui di seguito integralmente riportato:

“La Commissione per il Paesaggio, preso in esame il progetto visto il D.M. 31/08/1953, ritiene che l'intervento sia COMPATIBILE con il contesto paesaggistico di riferimento, e pertanto esprime parere

favorevole a condizione che in sostituzione delle specie di alberi abbattuti siano reimpiegate le stesse specie di quelle abbattute; e a condizione che non venga messo a dimora la specie di populus nigra.”

Vista la richiesta di parere inviata alla locale Soprintendenza;

Vista la comunicazione della Soprintendenza pervenuta al Comune in data 20/09/2024 protocollo n. 309504 con la quale si esprime, limitatamente alla compatibilità paesaggistica dell'intervento previsto, **PARERE FAVOREVOLE VINCOLANTE:**

"ALLE SEGUENTI CONDIZIONI:
- ALLE MEDESIME CONDIZIONI ESPRESSE DALLA CCP CON VERBALE N. 527 DEL 24/07/2024 DI CUI SI CONDIVIDE INTEGRALMENTE IL CONTENUTO".

PER QUANTO DI COMPETENZA ARCHEOLOGICA SI RINVIA INTEGRALMENTE A QUANTO RIPORTATO NELLA SUDETTA COMUNICAZIONE DELLA SOPRINTENDENZA.

Vista la comunicazione con oggetto "Atti di partecipazione per la Richiesta per autorizzazione paesaggistica – Pratica 7177/2024", protocollo generale n. GA 322242/2024 del 30/09/2024, con la quale si evidenziano gli estremi del titolo di legittimazione al rilascio dell'autorizzazione alla TRAM SPA in variante all'Autorizzazione Paesaggistica n. 752 del 2023 del 01/06/2023 (pratica 3323/2023), di seguito elencati:

- Convenzione di Concessione stipulata con atto rep. n. 60525 in data 20.06.2005 tra il Comune di Firenze (Concedente) e Tram di Firenze SpA (Concessionario), come modificata ed integrata dai seguenti Atti Aggiuntivi:

- 1° atto aggiuntivo atto rep. n. 61360 in data 6.3.2007;
- 2° atto aggiuntivo atto rep. n. 62256 in data 14.10.2008;
- 3° atto aggiuntivo atto rep. n. 52997 in data 17.4.2014;
- 4° atto aggiuntivo atto rep. n. 43 in data 19.3.2018;
- 5° atto aggiuntivo atto rep. n. 64.938 in data 27.12.2021;
- 6° atto aggiuntivo atto rep. n. 1.993 in data 20.7.2022;

Visto il Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42 e ss.mm.ii;

Vista la Legge regionale n.65 del 10 novembre 2014;

Rilascia al titolare dell'istanza, come sopra identificato, la presente

AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

per l'esecuzione dei lavori descritti nella documentazione e negli elaborati tecnici allegati alla richiesta sopra descritta, secondo l'allegata comunicazione della Soprintendenza pervenuta al Comune in data 20/09/2024 protocollo n. 309504 con la quale si esprime, limitatamente alla compatibilità paesaggistica dell'intervento previsto, **PARERE FAVOREVOLE VINCOLANTE**:

"ALLE SEGUENTI CONDIZIONI:
- ALLE MEDESIME CONDIZIONI ESPRESSE DALLA CCP CON VERBALE N. 527 DEL 24/07/2024 DI CUI SI
CONDIVIDE INTEGRALMENTE IL CONTENUTO".

PER QUANTO DI COMPETENZA ARCHEOLOGICA SI RINVIA INTEGRALMENTE A QUANTO RIPORTATO NELLA SUDETTA COMUNICAZIONE DELLA SOPRINTENDENZA.

La presente Autorizzazione Paesaggistica è efficace per un periodo di cinque anni, così come dispone il comma 4 dell'art 146 del D.Lgs. 42/04.

L' Autorizzazione Paesaggistica:

- ha validità ai soli fini paesaggistici e pertanto non costituisce titolo per la realizzazione delle opere sopra indicate, per le quali dovrà essere conseguito, ove dovuto, regolare titolo abilitativo, in conformità agli strumenti urbanistici adottati e/o approvati ed al regolamento edilizio vigente nonché alle altre norme di riferimento vigenti;
- non produce alcun effetto per procedere al taglio di piante per il quale dovrà essere conseguito regolare titolo abilitativo presso la Direzione Ambiente;
- non produce alcun effetto per procedere all'installazione di mezzi pubblicitari (insegne definitive, vetrofanie, targhe e simili, ecc.) per la quale dovrà essere conseguito regolare titolo abilitativo presso la Direzione Attività Economiche e Turismo.

La presente Autorizzazione Paesaggistica viene rilasciata sulla base di quanto dichiarato dal richiedente e dal tecnico progettista, sul presupposto che non vi siano state omissioni di dati o errata indicazione degli stessi.

L'Autorizzazione viene inviata al progettista incaricato dal titolare dell'istanza, presso il quale è stato eletto domicilio telematico:

ROSSIPRODI ASSOCIATI SRL Via Guglielmo Marconi 29 50131 Firenze

Sono fatti salvi i diritti di terzi e le eventuali autorizzazioni di altri Enti ed Amministrazioni.

Avverso la presente determinazione è ammesso ricorso giurisdizionale innanzi al Tribunale Amministrativo Regionale della Toscana, ovvero ricorso straordinario al Presidente della Repubblica, rispettivamente entro 60 (sessanta) e 120 (centoventi) giorni decorrenti dalla data di notifica del presente provvedimento.

Dott.ssa Eleonora CISTERNINO
SERVIZIO Amministrativo
Dirigente

Documento sottoscritto digitalmente ai sensi della vigente normativa