

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84E21002910001

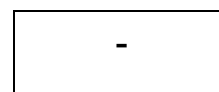
**PROJECT ENGINEERING INFRASTRUTTURE NORD-OVEST**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO  
TRATTA ALBATE C. – MOLTENO**

**RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA**

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L C 0 0    0 1    R    0 5    R G    M D 0 0 0 0    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.O. Specialistiche		V.A.Manitta	07/2023		07/2023	G. Bargellini Luglio 2023



## INDICE

1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
2	OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE.....	5
3	SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE ATTUALE .....	7
4	MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE.....	9
5	MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO .....	10
6	INTEROPERABILITÀ .....	12
7	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	13
8	ARCHEOLOGIA .....	16
9	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SU CAVALCAFERROVIA E PASSERELLE.....	17
10	INQUADRAMENTO IDRAULICO.....	33
11	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....	33
12	PASSAGGI A LIVELLO E CONTROSAGOME .....	37
13	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI DA ELEMENTI IN TENSIONE.....	38
14	INSERIMENTO TE.....	41
15	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DELLA LINEA DI CONTATTO .....	43
16	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA.....	46
17	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN GALLERIA .....	52
18	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE .....	65
19	CANTIERIZZAZIONE.....	68
20	GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA .....	70
21	TEMPI DI REALIZZAZIONE.....	73



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO -  
LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	3 di 76

22	VALORE OPERE .....	73
23	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	75
24	ELENCO RELAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	75
25	ALLEGATI .....	75

	<b>ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA</b>	<b>COMMESSA</b> LC00	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> R.05 RG	<b>DOCUMENTO</b> MD 00 00 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 4 di 76

## 1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La costruzione della linea ferroviaria Como- Lecco attraverso la Brianza fu completata sostanzialmente sull'attuale sedime con l'inaugurazione risalente al 20 Novembre del 1888 con un collegamento che univa Lecco a Como passando per Oggiono, Molteno, Merone, Cantù e Camerlata. La distanza delle stazioni da alcuni rispettivi centri abitati non favorì però lo sviluppo di un traffico passeggeri, penalizzato anche dalla tortuosità del tracciato. L'unica tratta che mostrò sin dall'inizio un discreto traffico pendolare è quella che da Lecco, passando per Molteno raggiunge Milano. In realtà la linea fu presto veicolo di un traffico merci notevole che coinvolgeva i distretti tessili e che ad Albate Camerlata disbrigava, già sul finire degli Anni Venti del Novecento, un intenso traffico di materiali destinati a cementerie e ferriere. La linea conobbe l'oblio industriale dell'ultimo quarto del secolo scorso ed è stata anche più volte in predicato per la sua chiusura. Con il rilancio del traffico pendolare si ripropone la prospettiva di una elettrificazione la cui idea, risalente già a molti anni fa, sembra ora concretizzarsi.

La lunghezza totale della linea tra Como S. Giovanni e Lecco è pari a 46,6 chilometri mentre la lunghezza della tratta oggetto dell'elettrificazione tra P.M di Albate Camerlata (ex stazione di Albate) e Lecco, è di 36,8 km. Il territorio è tutelato dal punto di vista paesaggistico e naturalistico per la presenza di parchi e per la prossimità con Siti Natura 2000.

Il progetto dell'elettrificazione della Linea Albate – Molteno – Lecco si configura come un progetto di investimento di RFI per migliorare le prestazioni della linea esistente in termini di miglioramento della regolarità della circolazione ferroviaria e di potenziamento tecnologico, che consentirà la circolazione dei treni con locomotori elettrici alimentati a 3kV cc, nonché in termini di sostenibilità ambientale per l'eliminazione appunto della circolazione di locomotori diesel attualmente in servizio sulla linea.

La linea Como- Lecco è una linea di interesse regionale, che collega Como a vari comuni del comasco, del lecchese e a Lecco stessa, sviluppandosi trasversalmente nel territorio a sud del triangolo lariano. In particolare, la tratta collega i due capoluoghi di provincia con Molteno, che rappresenta un punto di connessione con la linea Monza Lecco. Il progetto dell'elettrificazione della Linea Albate – Molteno – Lecco, nel tratto interessato dagli interventi in progetto, attraversa due province, Como e Lecco.

La linea esistente è a binario unico, senza elettrificazione, ed è percorsa da Treni Regionali Trenord sulle relazioni Como-Molteno e Como-Lecco, dai Treni suburbani S7 tra Molteno e Lecco. L'esercizio della linea è con Dirigente Locale e la circolazione regolata con Blocco Conta Assi.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
	RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA LC00	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

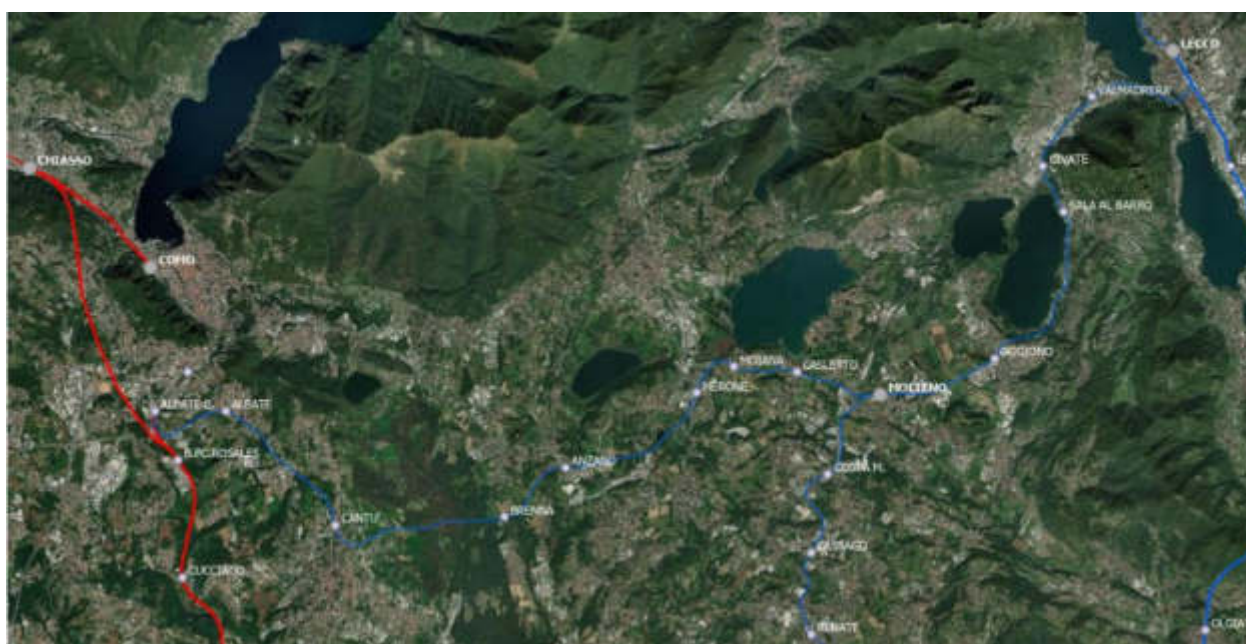
## 2 OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

Il progetto dell'elettificazione della Linea Albate – Molteno – Lecco si configura come un progetto di investimenti di RFI per migliorare le prestazioni della linea esistente in termini di miglioramento della regolarità della circolazione ferroviaria e di potenziamento tecnologico, che consentirà la circolazione dei treni con locomotori elettrici alimentati a 3kV cc, nonché in termini di sostenibilità ambientale per l'eliminazione appunto della circolazione di locomotori diesel attualmente in servizio sulla linea.

Il Piano di Committenza prevede che il progetto sia caratterizzato da una “*prima fase*” **comprendente l'elettificazione della linea da Albate Camerlata a Molteno – Lotto 1**. Questa Fase 1 di progetto traguarderà l'attivazione al 2026 (PNNR) e sarà lo stato inerziale per il progetto della Fase 2, che vedrà l'elettificazione della tratta da Molteno a Lecco – Lotto 2.

La linea esistente è a binario unico, senza elettificazione, ed è percorsa da Treni Regionali Trenord sulle relazioni Como-Molteno e Como-Lecco, dai Treni suburbani S7 tra Molteno e Lecco. L'esercizio della linea è con Dirigente Locale e la circolazione regolata con Blocco Conta Assi. Il tratto tra Como San Giovanni (km 46+619) e Albate Camerlata (41+679=km 36+778), di quasi 5 km risulta già elettrificato a 3 kV c.c. ed è a doppio binario, l'intervento di elettificazione riguarda, dunque, il tratto tra Albate C. e Molteno, di estesa pari a poco più di 22 km a semplice binario.

**Oggetto del presente intervento è dunque il Lotto 1, l'elettificazione della tratta Albate C. – Molteno tra la p.k. 36+778 e la p.k. 14+500.**



*Inquadramento territoriale*



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO -  
LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

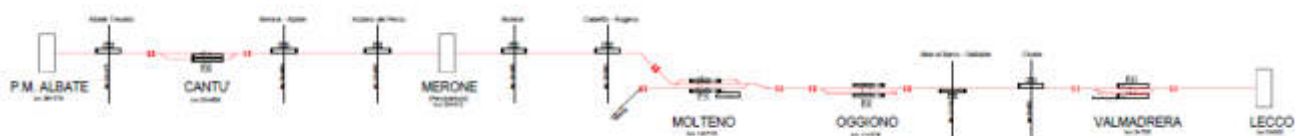
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	6 di 76

Il progetto dell'elettrificazione della Linea Albate C. – Molteno, nel tratto interessato dagli interventi in progetto per il Lotto 1, attraversa due province, **Como** e **Lecco** ed i seguenti comuni:

- Provincia di Como: **Como, Senna Comasco, Capiago Intimiano, Cantù, Alzate Brianza, Brenna, Anzano del Parco, Monguzzo, Merone.**
- Provincia di Lecco: **Rogeno, Molteno.**

### 3 SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE ATTUALE

La linea in oggetto è attualmente a singolo binario e con trazione diesel. Di seguito si riporta lo schema funzionale della linea con indicate le località di servizio: Cantù, Merone, Molteno, Oggiono, Valmadrera e Lecco.



Da un'estrazione di dati dalla piattaforma PIRonWEB (Prospetto Informativo Rete) di RFI suddivisa per tratte si verificano le caratteristiche tecnologiche della linea Albate – Molteno - Lecco riassunte nella seguente tabella riassuntiva comprendente le caratteristiche principali della tratta:

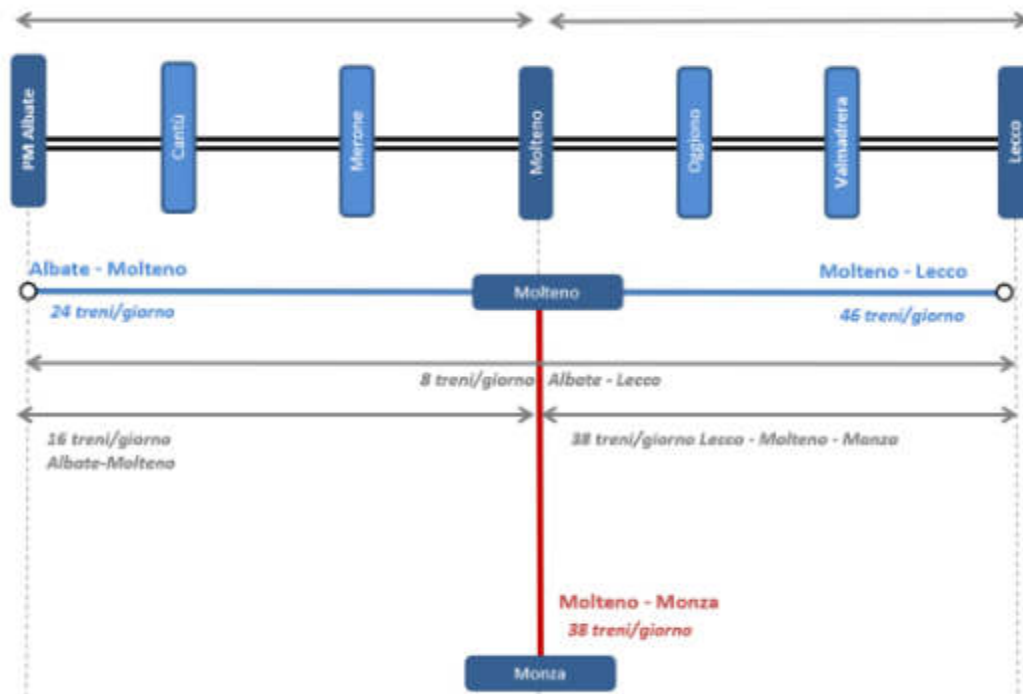
Linea Commerciale:	Albate Camerlata - Molteno
Doit:	Milano
SCT:	Nord Ovest
Ascesa Senso Pari max [%]:	16
Ascesa Senso Dispari max [%]:	16
Numero Binari:	Semplice
Sistema di Trazione:	Linea non elettrificata
Masse assiali massime ammesse:	D4L (Massa per asse 22,5 t, massa per metro corrente 8,0 t/m con limitazioni)
Codifica per traffico combinato delle CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI con codifica a due cifre:	PC22
Regime di Circolazione (Sistema di distanziamento treni):	Blocco Elettrico Conta Assi
Sistema di Esercizio (Sistema di gestione della circolazione):	Dirigente Locale
<b>RANGO A (MIN - MAX):</b>	
75	85
<b>RANGO B (MIN - MAX):</b>	
90	90

Linea Commerciale:	Molteno - Lecco
Dolt:	Milano
SCT:	Nord Ovest
Ascesa Senso Pari max [%]:	16
Ascesa Senso Dispari max [%]:	15
Numero Binari:	Semplice
Sistema di Trazione:	Linea non elettrificata
Masse assiali massime ammesse:	D4L (Massa per asse 22,5 t, massa per metro corrente 8,0 t/m con limitazioni)
Codifica per traffico combinato delle CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI con codifica a due cifre:	Linee con il profilo limite di carico F.S. (All. II al RIV. Tomo 1 Tav. 17)
Regime di Circolazione (Sistema di distanziamento treni):	Blocco Elettrico Conta Assi
Sistema di Esercizio (Sistema di gestione della circolazione):	Dirigente Centrale
<b>RANGO A (MIN - MAX):</b>	
85	85
<b>RANGO B (MIN - MAX):</b>	
90	90



#### 4 MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE

Il modello di esercizio della linea attuale è stato desunto da dati effettivi di circolazione estratti dal sistema PIC (Piattaforma Integrata della Circolazione); in considerazione della giornata con intensità maggiore di passaggi. Si riporta il dettaglio del numero di treni/giorno specificando la categoria di servizio:



Si registra la seguente circolazione di treni, tutti in fascia oraria diurna (06:00-22:00):

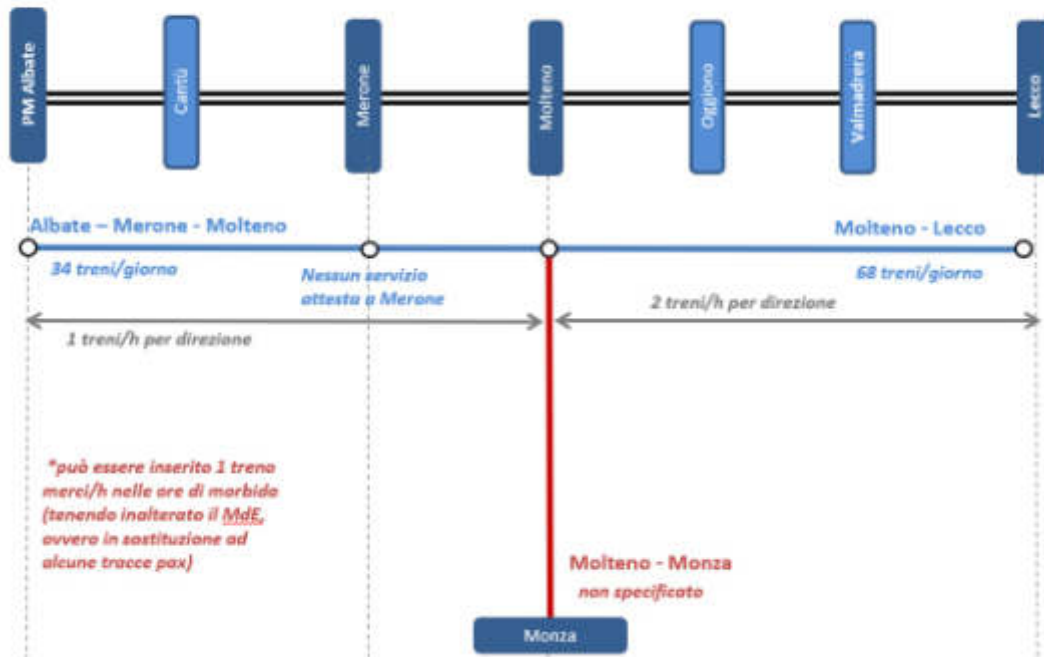
- Per la tratta Albate Molteno, 24 treni/giorno;
- Per la tratta Molteno Lecco, 46 treni/giorno.

Il servizio attualmente svolto è esclusivamente di tipo Regionale.

## 5 MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO

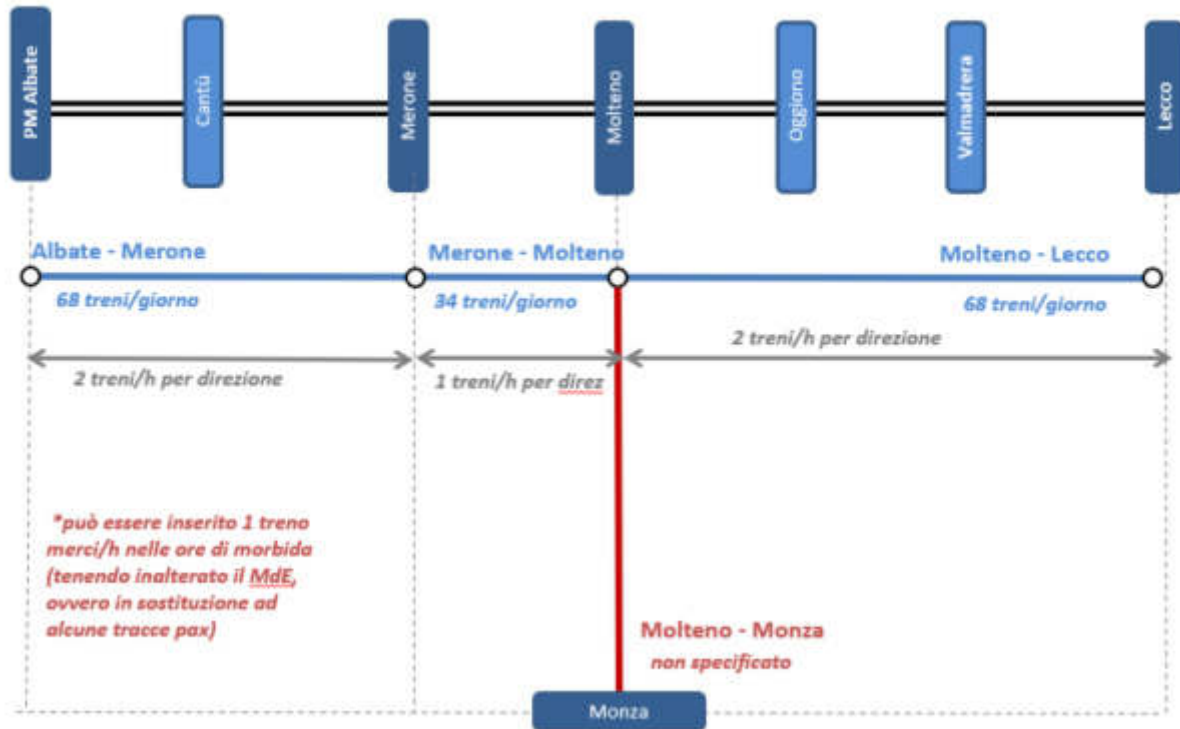
Viene riportato di seguito il modello di esercizio futuro, utilizzato come riferimento per la presente progettazione e fornito come dato di base dalla Committenza. Il Modello di Esercizio di progetto, è stato declinato mediante due scenari di attivazione:

- **Scenario 2026:**



- Per la tratta Albate Molteno, 34 treni/giorno;
- Per la tratta Molteno Lecco, 68 treni/giorno.

• Scenario post 2026:



- Per la tratta Albate Merone, 68 treni/giorno;
- Per la tratta Merone Molteno, 34 treni/giorno;
- Per la tratta Molteno Lecco, 68 treni/giorno.

Il servizio svolto sarà esclusivamente di tipo Regionale.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	12 di 76

## 6 INTEROPERABILITÀ

In relazione al campo geografico di applicazione, ed in funzione delle modifiche previste a progetto, la tratta ferroviaria nella quale ricadono gli interventi, non rientrante nella rete TEN-T e non appartenente a nessun corridoio interoperabile, può essere classificata, ai sensi del §4.2.1 della STI Infrastruttura, nella categoria P6 per il traffico passeggeri e F4 per il traffico merci.

Codice di traffico	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza utile del marciapiede [m]
P6	G1	12	n.d.	n.d.

**Tabella 1: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2**

Codice di traffico	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza del treno [m]
F4	G1	18	n.d.	n.d.

**Tabella 2: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3**

Attualmente la linea presenta una limitazione in velocità D4L (limitazione della velocità massima quando il carico è superiore alla categoria C3).

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
	RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 7 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Di seguito la sintesi degli interventi previsti nel progetto:

- posa della linea di contatto con relativa infrastruttura per circa 22 km tra Albate Camerlata e Molteno;
- realizzazione di una nuova SSE in località Molteno;
- adeguamento della SSE di Albate;
- realizzazione di n.1 cabina TE RFI/FN a Merone;
- interventi di adeguamento delle opere civili;
- interventi per il telecomando del sistema di trazione elettrica compreso l'adeguamento del Posto Centrale.



*Localizzazione dell'adeguamento della SSE di Albate (Comune di Como), della nuova cabina TE in località Merone (Comune di Merone) e della nuova SSE in località Molteno (Comune di Molteno)*

La Linea di Contatto sarà costituita da una catenaria a 440mmq di sezione a fune regolata.

La sagome di riferimento per l'elettrificazione è PMO2, con inserimento dell'attrezzaggio della TE sia con la catenaria flessibile che con la catenaria rigida. Con il PMO2 l'altezza minima del Piano di Contatto sarà di 4.80m.

L'attrezzaggio è stato previsto considerando le sagome nella condizione di rettilineo e di curva con raggio R=300m e sopraelevazione più critica di 160mm.

Per cercare di ridurre al minimo gli interventi nelle gallerie, si è scelto di elettrificare unicamente con la catenaria rigida. È stata quindi ricavata la sezione in galleria con CR.



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	14 di 76

GALLERIA	INGOMBRO min con CATENARIA RIGIDA	INGOMBRO min con CATENARIA FLESSIBILE
PMO2	5.15m	5.41m

Nei tratti all'esterno, invece, l'elettrificazione prevista è essenzialmente con catenaria flessibile, tranne che in presenza di opere civili (cavalcaferrovia, passerelle pedonali ecc...) particolarmente basse, dove sarà utilizzata la catenaria rigida, per evitare interventi molto invasivi di abbassamento binario oppure per evitare demolizione e ricostruzione dell'opera, soprattutto se sottoposta a vincoli paesaggistici/culturali.

Per l'esterno sono state ricavate le sezioni, per il PMO2, sia con catenaria flessibile che con catenaria rigida.

ESTERNO	INGOMBRO min con CATENARIA RIGIDA	INGOMBRO min con CATENARIA FLESSIBILE
PMO2	5.15m	5.56m

A partire da queste ipotesi, è stato abbozzato uno Schema di alimentazione TE di tutta la tratta Albate-Lecco in cui sono evidenziati i tratti di elettrificazione con la catenaria rigida rispetto a quelli con la catenaria flessibile.

Si utilizzerà la mensola in acciaio.

Per quanto riguarda il progetto di Alimentazione ad Albate, vista la vicinanza del bivio rispetto all'attuale SSE di Albate (800m), si propone di portare l'alimentazione TE attraverso un cavo in partenza dalla SSE. Tale soluzione è stata condivisa in via informale con la DOIT, anche in ragione del fatto che la SSE di Albate è stata da poco adeguata e ci sono gli spazi per inserire un alimentatore aggiuntivo. Saranno in carico ad RFI, per ragioni di omogeneità di apparecchiature: installazione di una nuova cella alimentatore 3kV, installazione pali e sezionatori di I e II fila per l'alimentazione della Albate-Molteno e adeguamenti di piazzale come canalizzazioni ecc; per garantire la compatibilità delle apparecchiature con i recenti interventi di rinnovo.

Merone è di proprietà e gestione Ferrovie Nord, con la quale sono intercorsi colloqui per verificare la fattibilità di interconnettere le due reti di alimentazione. Merone attualmente è alimentata dalle SSE di Lambrugo (1x3,6MW) ed Erba (2x5,4MW), entrambe di Ferrovie Nord e distanti 4km da Merone, si ritiene dunque non necessaria la costruzione di una ulteriore SSE con interventi su elettrodotti AT, preferendo la soluzione di installare una doppia Cabina TE di interfaccia RFI-FN con una cella misure fiscali. Lo schema ipotizzato prevede di alimentare le tratte Albate-Merone e



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO -  
LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	15 di 76

Merone-Molteno, mentre tutta la stazione di Merone sarà alimentata da FN in continuità con i loro impianti TE. Anche questa ipotesi è già stata condivisa tra RFI e FN.

La cabina RFI sarà sul piazzale di stazione e la cabina FN sull'area tra due binari leggermente più a nord. L'onere economico di quest'ultima cabina, come da accordi intercorsi con FS Nord sarà a cura RFI, mentre la progettazione sarà a cura di FN secondo i loro standard.

Le simulazioni di potenzialità elettrica della tratta Molteno-Lecco hanno indicato la necessità di prevedere una nuova SSE a Molteno in area RFI, che sarà funzionale anche al Progetto di Elettrificazione della Monza - Molteno.

In relazione agli approfondimenti progettuali circa la necessità di effettuare modifiche di tracciato nelle gallerie e sotto i CVF, si ipotizza l'interruzione totale dell'esercizio ferroviario per assicurare l'attivazione dei lavori entro la milestone PNRR del 2026 e minimizzare al contempo l'impegno delle scorte DOIT MI per l'esecuzione dei lavori in esercizio.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO				
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. FOGGIO A 16 di 76

## 8 ARCHEOLOGIA

È stato redatto lo Studio Archeologico, in coerenza con quanto previsto nell'art. 25 del D.Lgs 50/2016, in materia di "verifica preventiva dell'interesse archeologico". Il suddetto Studio contiene gli esiti dell'analisi dei dati bibliografici, di quelli derivanti dalla lettura della cartografia storica nonché della aero-fotointerpretazione, delle ricognizioni dirette volte all'osservazione dei terreni (attività di survey) e della lettura geomorfologica del territorio. In coerenza con le nuove Linee guida per la procedura di verifica dell'interesse archeologico, approvate con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 febbraio 2022 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n.88 del 14 aprile 2022), è stato implementato il template ministeriale GIS. La valutazione del rischio archeologico potenziale in relazione alle opere civili in progetto ha tenuto conto prioritariamente delle presenze archeologiche comprese in una fascia di 300 m di buffer rispetto alle aree interessate dalle opere, anche in base al contesto topografico più ampio. Nell'ambito della suddetta valutazione sono state considerate la tipologia degli interventi in progetto, l'entità delle testimonianze antiche, la distanza di queste ultime rispetto alle opere, nonché il grado di attendibilità connesso all'ubicazione delle testimonianze archeologiche stesse.

Non sono documentati vincoli archeologici ex lege direttamente interferenti con le opere.

Per l'analisi di dettaglio e gli esiti della valutazione del potenziale e del rischio archeologico, si rimanda agli elaborati specialistici dello studio archeologico.



## 9 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SU CAVALCAFERROVIA E PASSERELLE

Sulla base della campagna di rilievi condotta nella primavera del 2022 è stata verificata l'adeguatezza dei cavalcaferrovia e delle passerelle pedonali esistenti al transito delle sagome PMO2.

Le opere da verificare censite lungo la linea sono risultate complessivamente 14 nella tratta da Molteno ad Albate Camerlata.

Nelle figure che seguono è riportata la dislocazione dei cavalcaferrovia e delle passerelle esistenti lungo la linea.



RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	18 di 76



RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	19 di 76





## ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	20 di 76

Le figure danno anche indicazione della presenza sul territorio dei passaggi a livello, che sono numerosi (ne sono stati censiti complessivamente 11 nella tratta di riferimento) e per i quali l'introduzione dell'elettificazione comporta una selezione del traffico che può transitare, per evitare pericoli di collisione con la linea di contatto.

La selezione dei veicoli in transito viene operata tramite opportune controsagome da posizionare lungo le direttrici stradali di accesso al passaggio a livello.

Gli interventi progettuali riguardano l'adeguamento della trincea ferroviaria a seguito dell'elettificazione della linea Como – Lecco che determina in alcuni tratti **della Albate Camerlata – Molteno**, l'abbassamento del piano del ferro necessario per consentire il rispetto del profilo minimo degli ostacoli al di sotto di scavalchi e gallerie esistenti.

È stata condotta un'analisi delle interferenze basata sullo stato di fatto della linea ferroviaria avente come base un apposito rilievo celerimetrico. Le zone di intervento sono state localizzate in corrispondenza delle opere riportate nella bella seguente.

OPERA PROGRESSIVA DI LINEA	PROGRESSIVA DA CELERIMETRICO	WBS
Cavalcavia Mazzini - Km 15+431	Km 15+431	TR05
Cavalcavia Brianne - Km 16+271	Km 16+271	TR06
Passerella - Km 17+584	Km 17+584	TR07
Passerella Via Crispi - Km 18+612	Km 18+612	TR08
Cavalcavia Cava Marma - Km 20+686	Km 20+686	TR09
Cavalcavia "Punt de Ceser" - Km 25+688	Km 25+688	TR10
Galleria Colle del Terrò - Km 26+480 - Km 27+029	Km 26+480 - Km 27+029	TR11
Galleria Colle Montressone - Km 29+810 - Km 30+243	Km 29+810 - Km 30+243	TR12
Abbassamento piano del ferro Galleria Montecastello e S.P. 36 - Km 31+489 - Km 32+193	Km 31+489 - Km 32+193	TR13
Cavalcavia Via alla Guzza - Km 36+002	Km 36+002	TR14

Nella relazione specialistica delle opere civili sono individuati i tratti di sede in cui è stato operato un abbassamento del tracciato ferroviario per consentire l'elettificazione della linea, realizzando trincee ferroviarie (WBS TR), sia agli imbocchi delle gallerie esistenti sia in corrispondenza del cavalcavia esistenti.



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO -  
LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

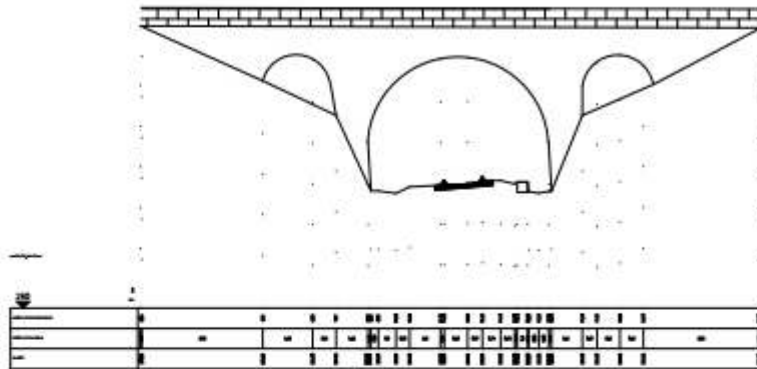
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	21 di 76

Le opere di scavalco analizzate interferenti con la linea sono in totale 19 nella tratta Molteno – Albate e sono riassunte nella tabella seguente.

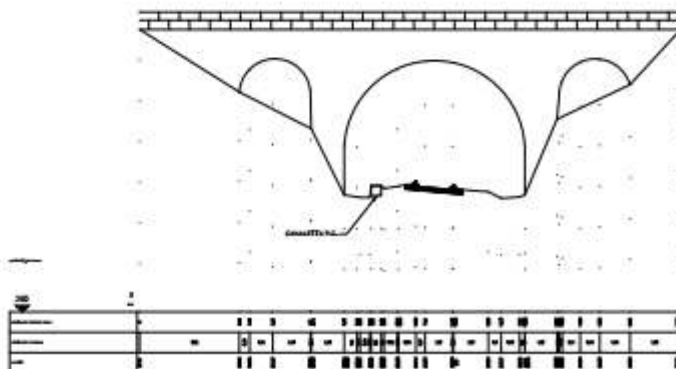
TRATTA MOLTENO-ALBATE C.		
OPERA PROGRESSIVA DI LINEA	PROGRESSIVA DA CELERIMETRICO	WBS
cavalcaferrovia via Mazzini	15+431	TR05
viadotto S.S.36 carreggiata nord	15+446	
viadotto S.S.36 carreggiata sud + complanare	15+464	
cavalcaferrovia via delle Brianne	16+271	TR06
passerella ciclo-pedonale	17+584	TR07
cavalcaferrovia via Crispi	18+605	
passerella ciclo-pedonale via Crispi	18+612	TR08
nastro trasportatore ex cava di Brenno	20+635	
cavalcaferrovia via Cava Marna	20+686	TR09
nastro trasportatore ex cava di Baggero	20+761	
cavalcaferrovia S.P.342	24+050	
punt de ceser	25+688	TR10
cavalcaferrovia S.P.38	28+970	
complanare ovest S.P.38	28+986	
cavalcaferrovia S.P.36	32+276	TR13
cavalcaferrovia via alla Guzza	36+002	TR14
cavalcaferrovia via Platone	36+140	
viadotto A59 carreggiata est	36+254	
viadotto A59 carreggiata ovest	36+293	

Si riporta la situazione ante operam degli scavalchi interferenti aventi deficit di sagoma per i quali si è reputato necessario eseguire un abbassamento della livelletta ferroviaria:

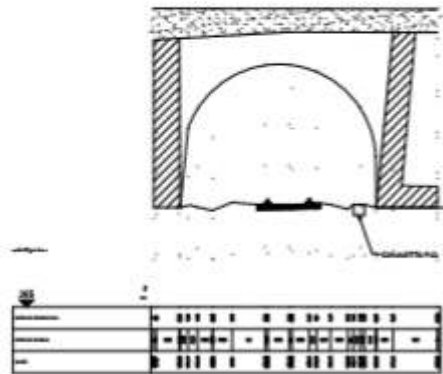
### OPERA IV 15+431\_lato Como



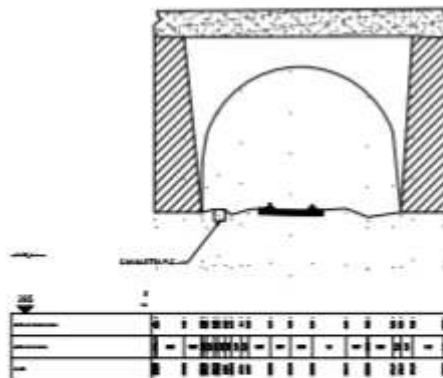
### OPERA IV 15+431\_lato Lecco



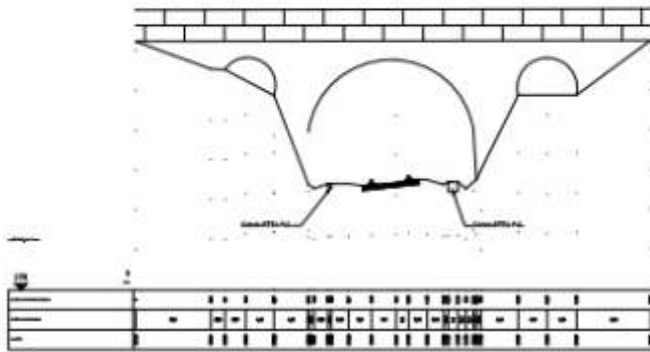
### OPERA IV 16+271\_lato Como



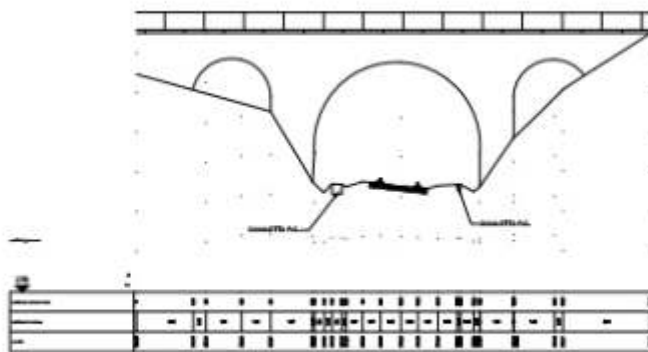
### OPERA IV 16+271\_lato Lecco



### OPERA IV 17+584\_lato Como

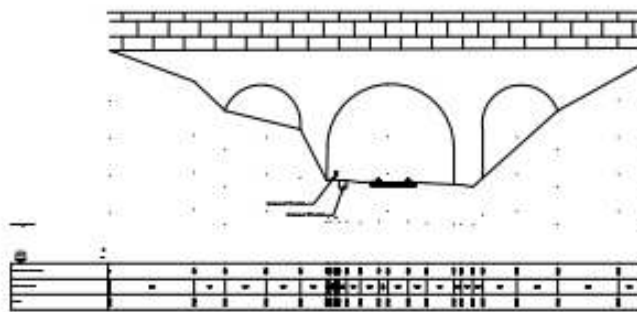


### OPERA IV 17+584\_lato Lecco

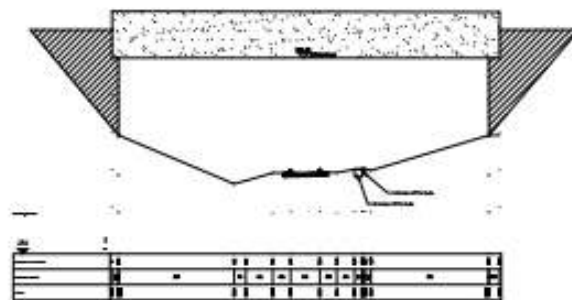




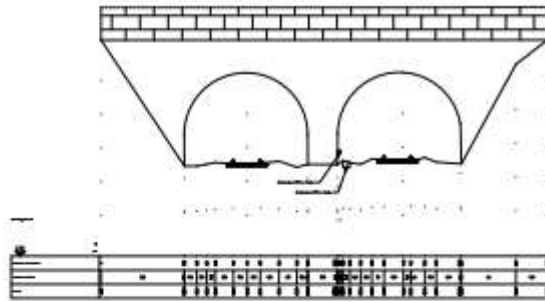
OPERA IV 18+612\_lato Como



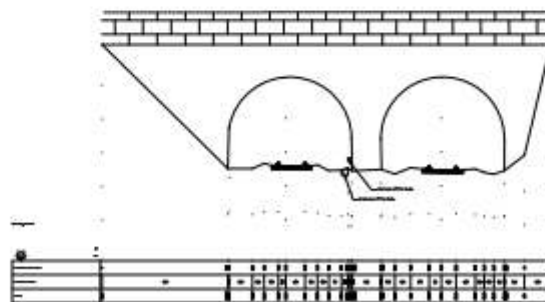
OPERA IV 18+612\_lato Lecco



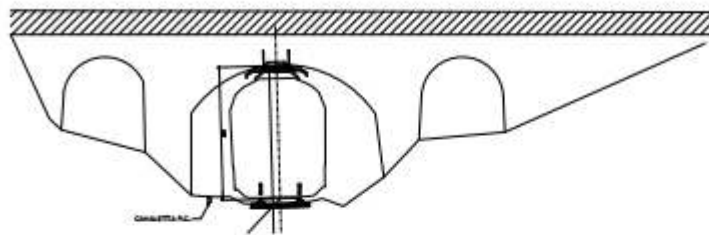
OPERA IV 20+686\_lato Como



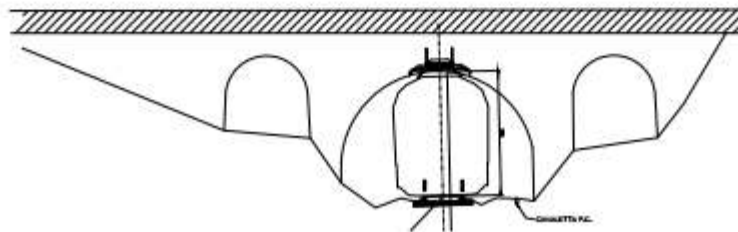
OPERA IV 20+686\_lato Lecco



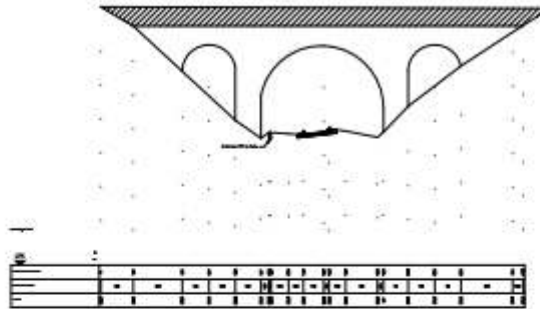
OPERA IV 25+688\_lato Como



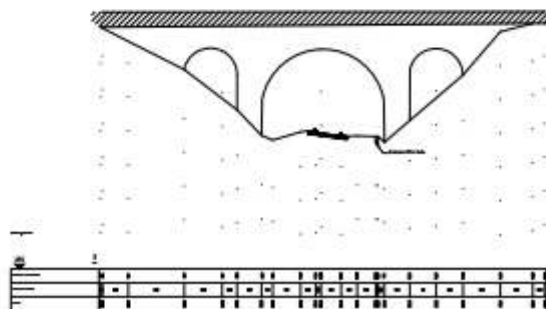
OPERA IV 25+688\_lato Lecco



OPERA IV 36+002\_lato Como

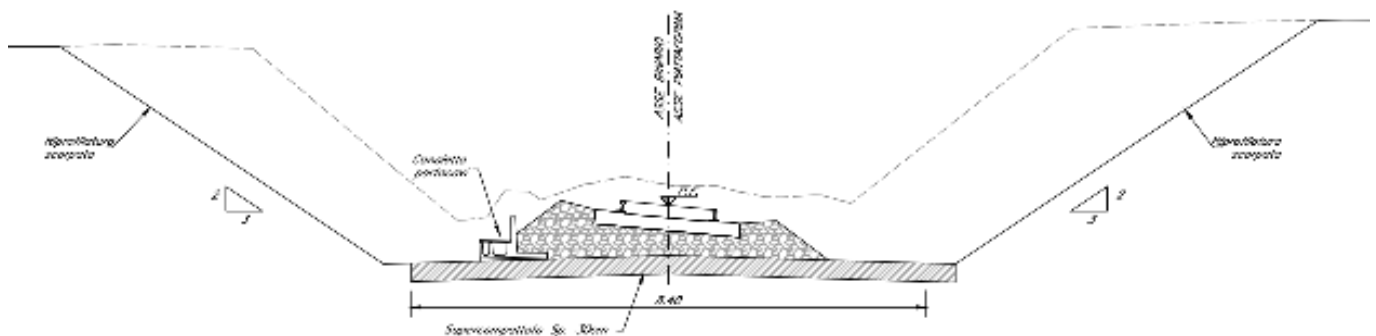


OPERA IV 36+002\_lato Lecco

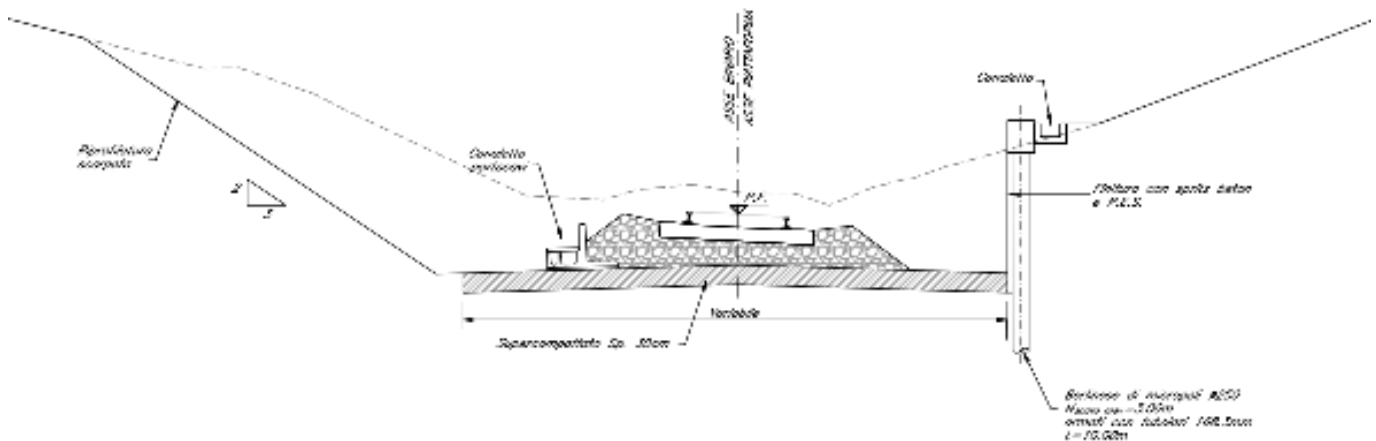


Gli interventi progettuali per l'adeguamento delle trincee ferroviarie sono stati standardizzati in cinque differenti tipologie di seguito riportate:

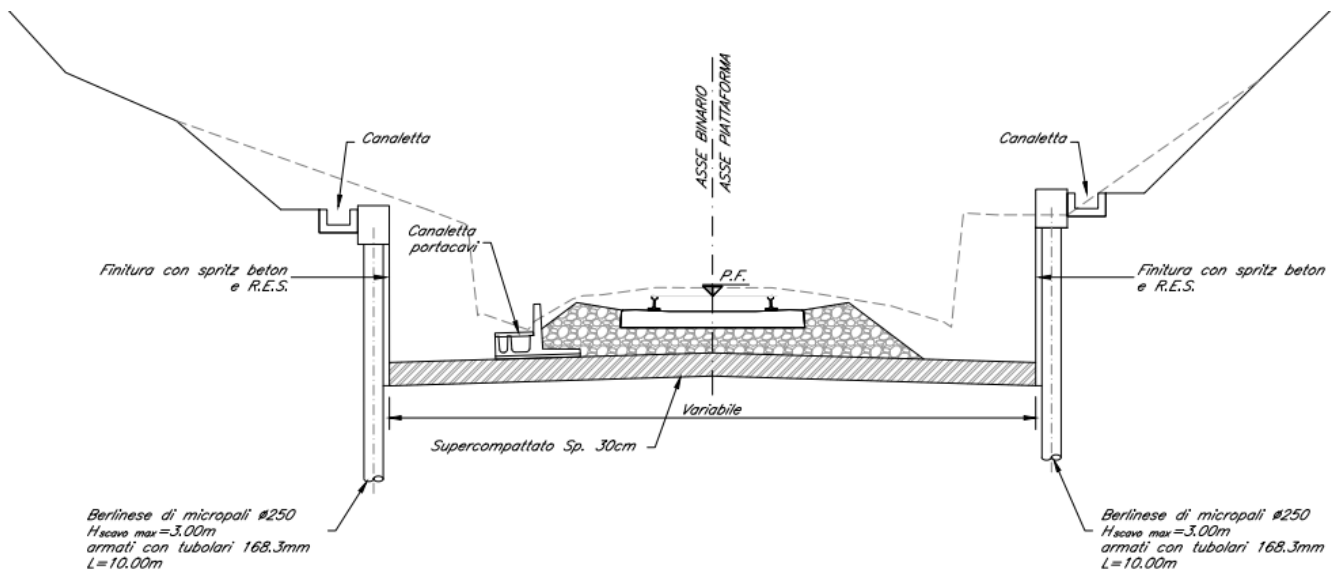
- Intervento tipo 1 → Riprofilatura della scarpata con pendenza 3:2



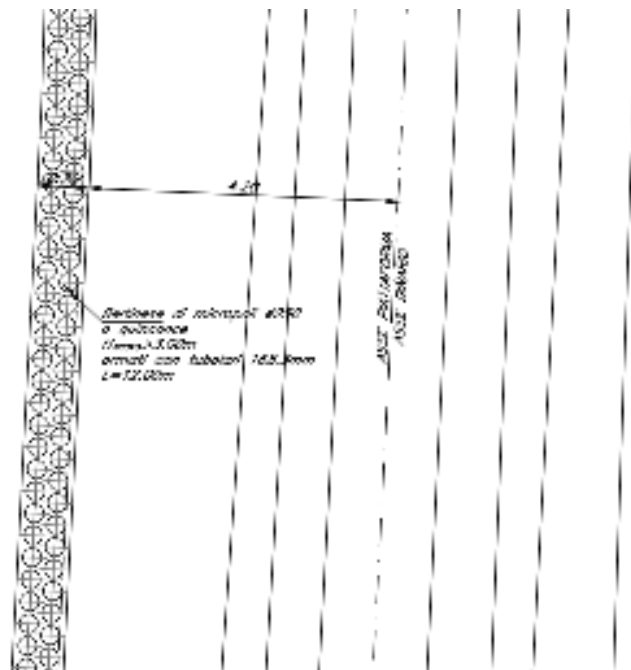
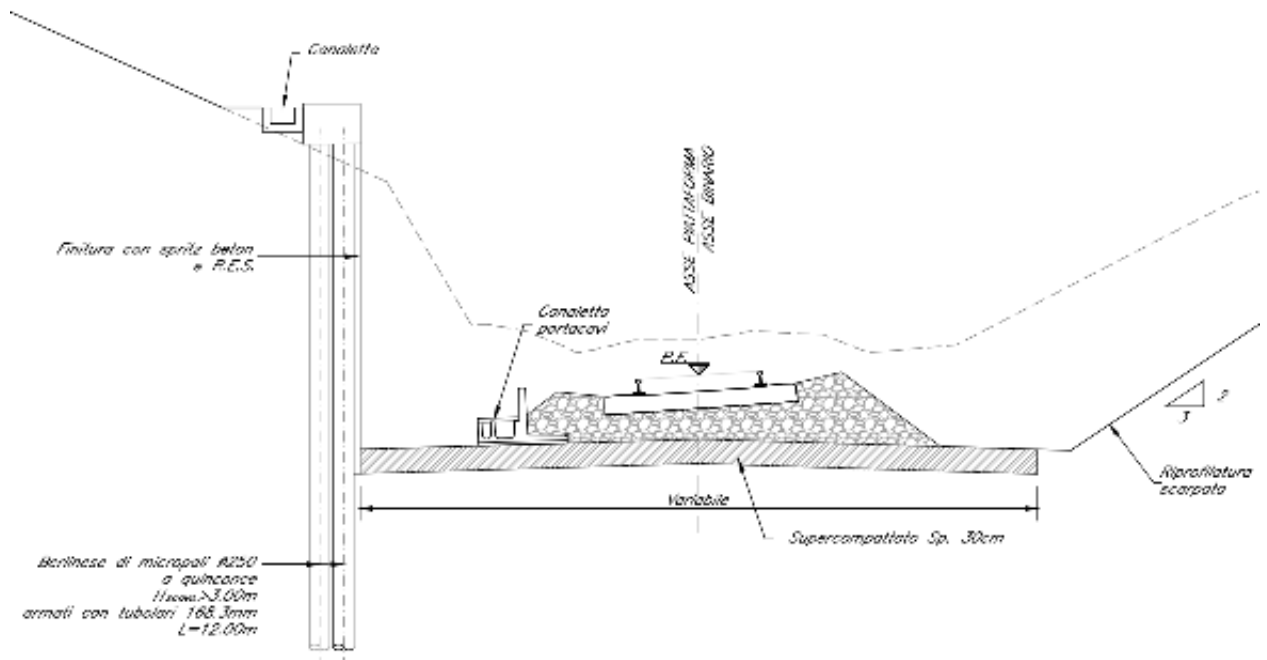
- Intervento tipo 2 → Berlinese di micropali  $\Phi 250$  armati con tubolari 168.3mm, L=10m,  $H_{scavo\max}=3m$   
+ Riprofilatura della scarpata con pendenza 3:2



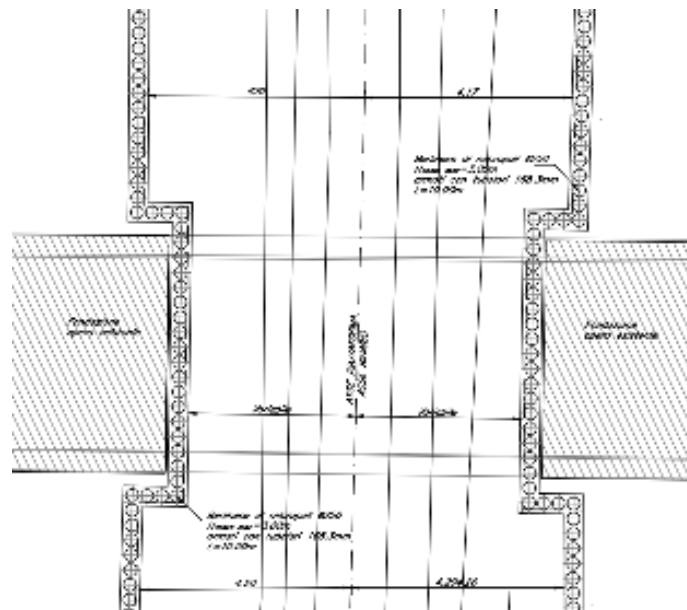
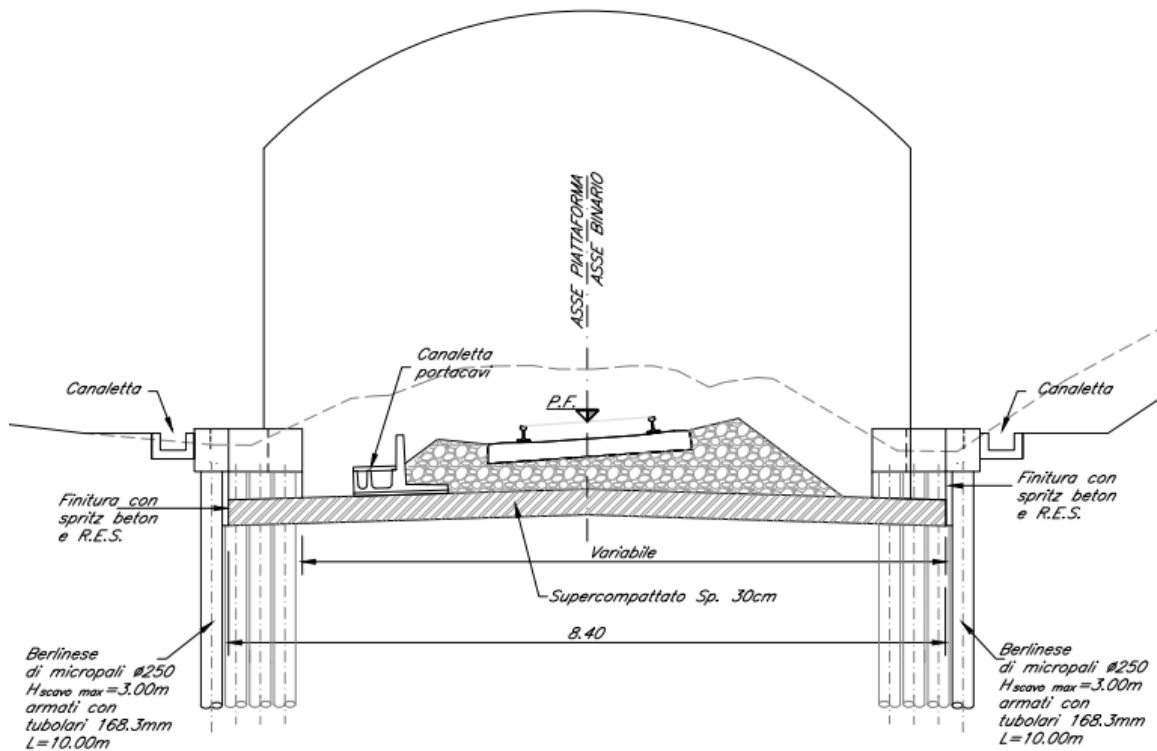
- Intervento tipo 3 → Berlinese di micropali  $\Phi 250$  armati con tubolari 168.3mm, L=10m, H<sub>scavomax</sub>=3m



- Intervento tipo 4 → Berlinese di micropali a quinconce armati con tubolari 168.3mm, L=12m,  $H_{scavo} > 3m$



- Intervento tipo 5 → Paratia di micropali armati con tubolari 168.3mm, L=10m per la protezione delle fondazioni delle opere di scavalco esistenti.





	<b>ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO</b>				
<b>RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA</b>	<b>COMMESSA</b> LC00	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> R.05 RG	<b>DOCUMENTO</b> MD 00 00 001	<b>REV.</b> A <b>FOGLIO</b> 33 di 76

## 10 INQUADRAMENTO IDRAULICO

Il tratto ferroviario interessato dagli interventi di progetto ricade nei bacini idrografici dell'Adda, del Lambro e del Seveso, in particolare in zone pedemontane e non interessati da fenomeni di esondazione che si localizzano quasi esclusivamente lungo l'asta principale nei tronchi più valle verso la confluenza nel fiume Po. Ai fini dell'inquadramento idrologico si è proceduto al calcolo delle curve di possibilità pluviometrica, per i periodi di ritorno di interesse, prendendo come riferimento studi pregressi, basati su approcci spazializzati, effettuati da enti autorevoli quale AdbPo (Autorità di bacino del fiume Po) e ARPA dai quali è risultato più cautelativa la metodologia dell'AdBPo.

Per quanto riguarda la compatibilità idraulica, la posizione di ogni intervento è stata rappresentata in pianta sovrapponendola alle aree di pericolosità idraulica dedotte dal PGRA redatto dall'Autorità di Bacino del Po.

Da questa verifica è emerso nessuno degli interventi civili interferisce con aree soggette ad esondazione e dunque non aumentano in alcun modo il rischio idraulico rispetto allo stato attuale.

Sono state riscontrate delle interferenze con il reticolo idrografico per le quali sono state progettate delle risoluzioni; nello specifico, le interferenze sono localizzate, alla pk 16+385 nel comune di Rogeno (LC) con un DN1500 in cls e alla pk 20+646 nel comune di Monguzzo (CO) con uno scatolare 3x3 in cls.

Per quanto riguarda la realizzazione dei nuovi fabbricati SSE e cabina TE sono stati individuati dei recapiti per lo scarico delle acque meteoriche e sono state dimensionate delle vasche di laminazione al fine di garantire l'invarianza idraulica per sistemi fognari che servono le aree oggetto di intervento. Dati gli importanti dislivelli geodetici dovuti alle quote di recapito dei sistemi di drenaggio della SSE e della cabina TE è stato necessario prevedere degli impianti di sollevamento nelle vasche delle tre opere.

## 11 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Nell'ambito della presente progettazione, è stata eseguita, una campagna d'indagini geognostiche e geofisiche finalizzate all'inquadramento geologico e geotecnico che ha compreso quanto segue:

- n. 26 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino alla profondità max tra 25 e 44 m (differenza in base all'ubicazione del sondaggio);
- n. 213 prove in foro di tipo SPT;
- n. 6 prove dilatometriche;
- n. 36 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile;

- n. 3 prove di permeabilità di tipo Lugeon;
- prelievo di n.81 campioni totali, indisturbati e rimaneggiati;
- n. 21 prospezioni MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- n. 23 HVSr (Horizontal to Vertical Noise Ratio);
- n. 2 DH (Down-Hole);
- n. 3 SR (Sismica a rifrazione 2D).

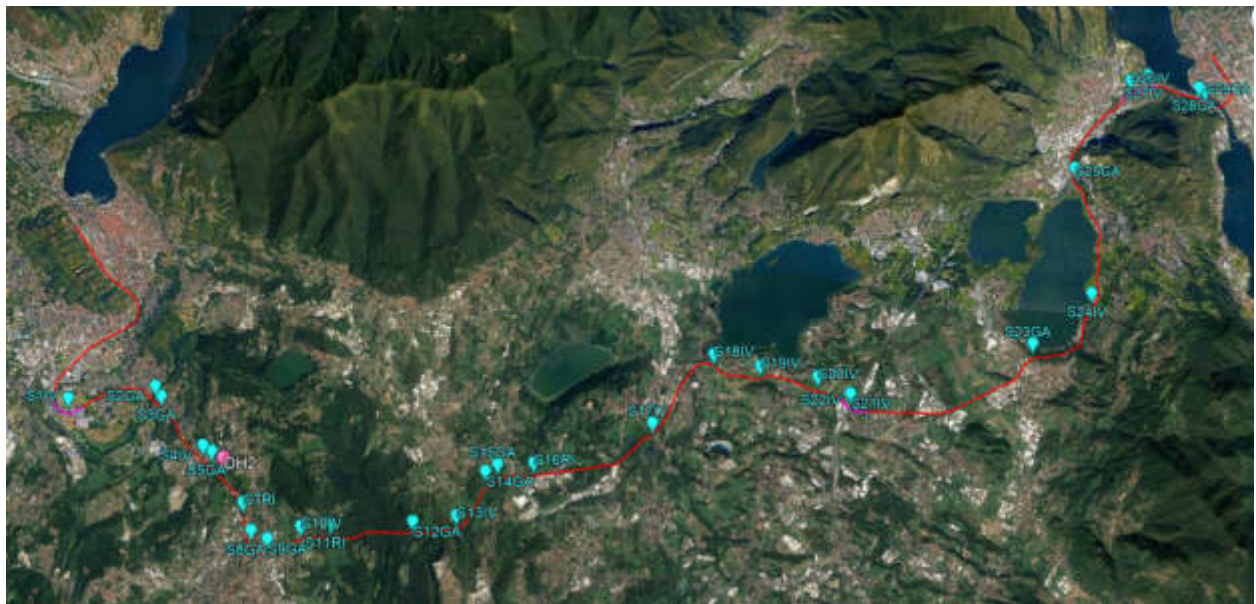


Figura : Ubicazione indagini geognostiche.

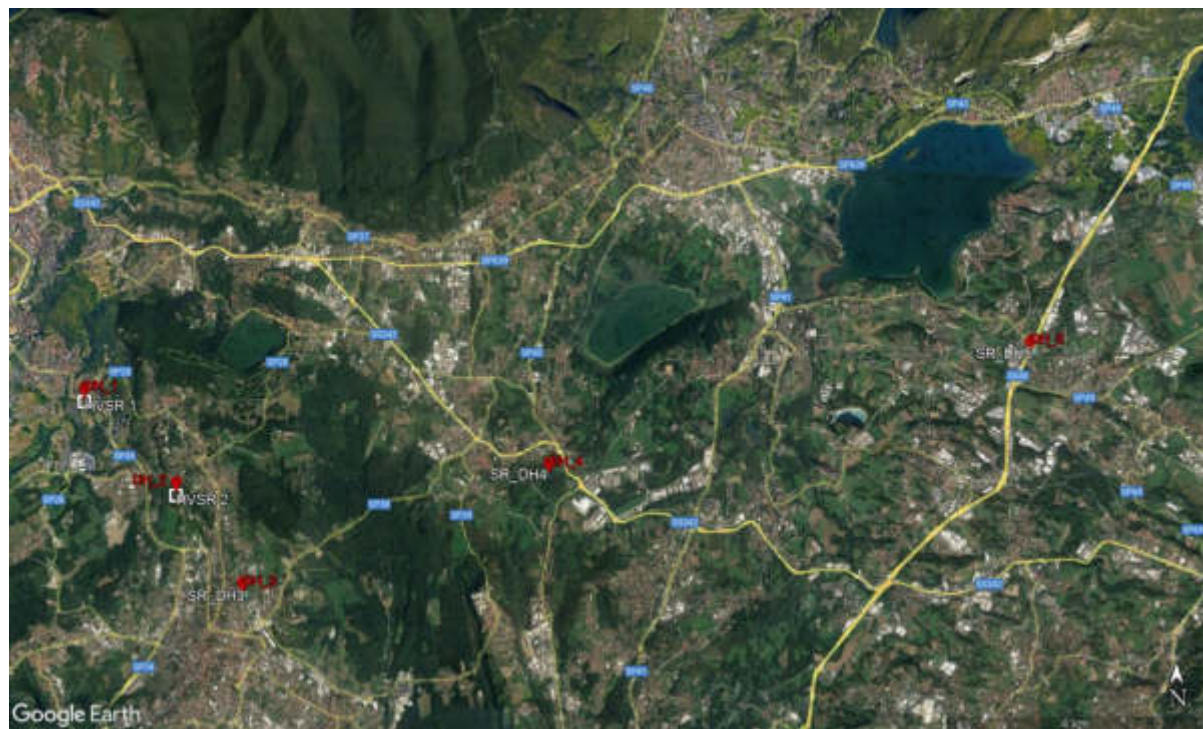


Figura : Ubicazione indagini geofisiche.

	<b>ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO</b>				
<b>RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA</b>	<b>COMMESSA</b> LC00	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> R.05 RG	<b>DOCUMENTO</b> MD 00 00 001	<b>REV.</b> A <b>FOGLIO</b> 36 di 76

Dalle indagini emerge che il territorio dell'area oggetto di questo studio è suddivisibile in due settori distinti. La fascia pedecollinare e la pianura sono costituite da ampie falde di depositi neogenici-quadernari originati dallo smantellamento sin-orogenetico e post-orogenetico delle rocce del substrato roccioso. La zona dei colli appartiene alla porzione più meridionale delle Prealpi Lombarde ed è formata da rocce di età cretacea, fagliate e piegate. La maggior parte del tracciato ferroviario ricade per la quasi complessità del suo tracciato al di sopra dei depositi morenici caratteristici di quest'area e solamente nei chilometri finali interseca formazioni cretache affioranti. L'assetto strutturale dell'area di studio è il prodotto del raccorciamento avvenuto in questo settore delle Alpi Meridionali durante la fase compressiva neoalpina.

A livello stratigrafico, il substrato roccioso limita i suoi affioramenti alla parte settentrionale e centrale dell'area di studio e si individua una successione di unità litostratigrafiche cretaco-mioceniche. Nella parte nord-orientale (Brianza lecchese) la classica successione flyschoidale della Bergamasca comprende successioni ritmiche arenaceo-marnose (arenaria di Sarnico, Flysch di Bergamo) alle quali si intercalano corpi grossolani (conglomerato di Sirone) e depositi legati a franamenti sinsedimentari di estensione bacinale. L'affioramento del substrato è generalmente concentrato nel settore nord-occidentale, oppure non riconoscibile a causa dell'estesa copertura detritica principalmente depositatesi durante le glaciazioni plioquadernarie. La coltre detritica è costituita da materiale incoerente distinto sulla base dell'età relativa nonché dei meccanismi di deposizione ed è formata prevalentemente da terreni di origine fluvioglaciale e glacialepeliti.

Dal punto di vista morfologico, l'area è caratterizzata da un paesaggio collinare intervallato dalla presenza di laghetti. Dal punto di vista idrografico le aree di studio intersecano o vengono lambite da dei corsi d'acqua, maggiori e minori, appartenenti al bacino dell'Adda. Il reticolo idrografico naturale dell'area di studio è formato, data la sua vasta area, da numerosi torrenti che scendono dai rilievi collinari, oltre che da una rete di canali e rogge piuttosto fitta. La permeabilità varia tra  $10^{-2}$  e  $10^{-9}$  m/s. Nelle zone di Como affiorano anche formazioni del substrato roccioso con una permeabilità inferiore a  $10^{-8}$  m/s. Invece nella zona di Lecco affiorano inoltre rocce calcaree con permeabilità variabile sia tra  $10^{-5}$  e  $10^{-9}$  m/s sia tra  $10^{-2}$  e  $10^{-5}$  m/s.

I parametri di resistenza dei terreni sono stati caratterizzati per lo più mediante prove penetrometriche SPT, essendo principalmente depositi incoerenti; la resistenza delle rocce invece è stata attribuita mediante prove condotte in laboratorio. Infine, la deformabilità dei materiali è stata interpretata principalmente attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove geofisiche.

## 12 PASSAGGI A LIVELLO E CONTROSAGOME

Vista la limitata altezza libera tra pf e linea di contatto si rende necessario il posizionamento di opportune controsagome e relativa segnaletica per ogni PL della linea oggetto di elettrificazione.

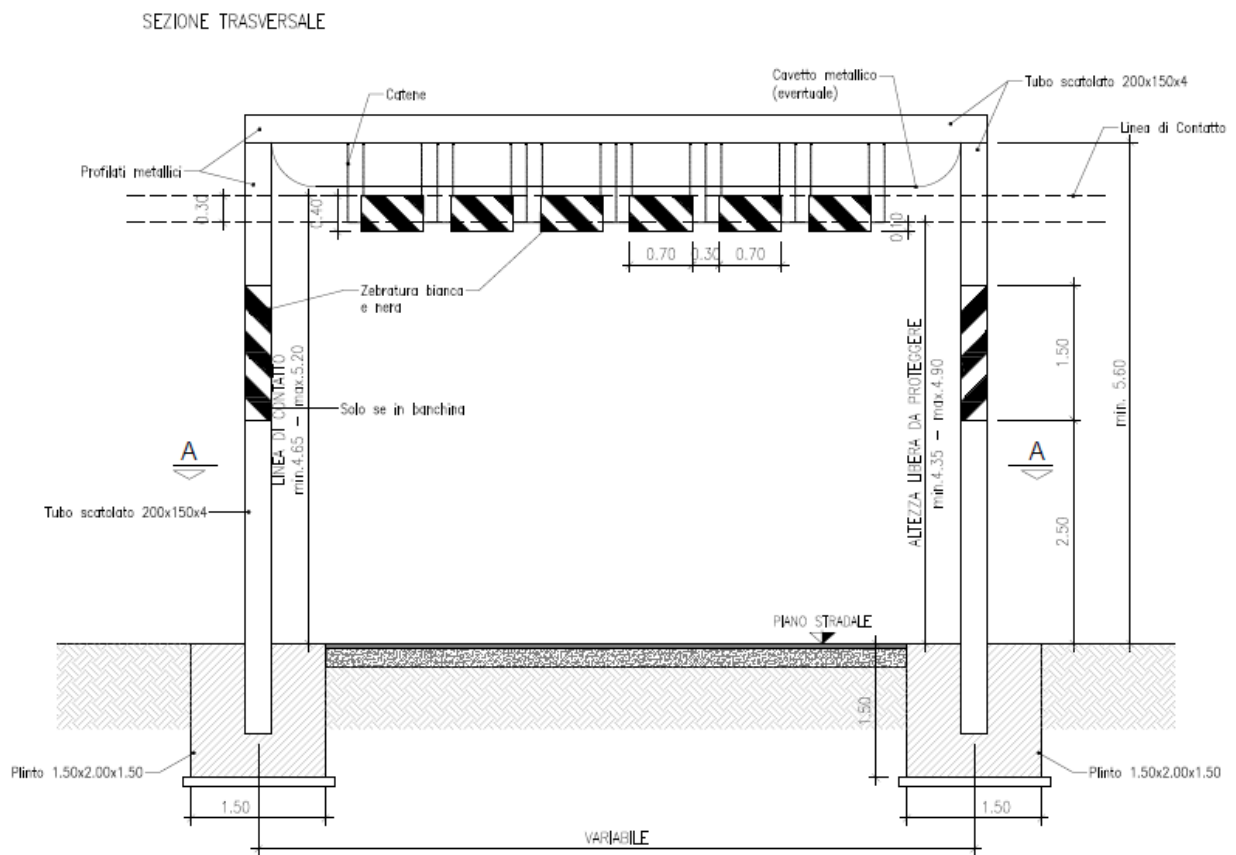


Figura - Tipologico controsagome



Figura - Tipologico segnaletica in prossimità dei PL

Controsagome di protezione per attraversamenti di PL	
TRATTA MOLTENO ALBATE	
PK PASSAGGIO A LIVELLO	NUMERO DI PORTALI PREVISTI
PL_17+040	3
PL_18+200	3
PL_19+112	3
PL_19+714	3
PL_20+400	3
PL_21+727	3
PL_25+074	3
PL_26+095	3
PL_34+128	3
PL_34+640	3

### 13 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI DA ELEMENTI IN TENSIONE

Al fine di non alterare il grado di protezione della linea, si prevede l'inserimento di elementi di protezione conformi alla CEI EN 50122 della medesima normativa.

Sono state quindi analizzati i sovrappassi presenti lungo la linea per i quali è stato individuato un intervento che riesca a garantire il grado di protezione richiesto dalla citata norma. In particolare, ove sia necessario intervenire sono stati previste 3 tipologie di intervento, indicate al § 5 "Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti":

1. Distanziamento, ove le strutture esistenti presentano adeguati franchi di sicurezza indicati dalla normativa CEI;
2. Inserimento di opere a sbalzo conformi alla specifica riportata nella CEN EN50122-1 A2;
3. Adeguamento delle Reti di Protezione su muri in calcestruzzo o in muratura con quanto riportato nella CEN EN50122-1 A2

**Elenco opere per inserimento reti di protezione TE**

**TRATTA MOLTENO-ALBATE**

PK	Opera	Comune	Tipologia
15+431	cavalcaferrovia via Mazzini	Molteno (LC)	arco in muratura a 3 luci
15+446	viadotto S.S.36 carreggiata nord	Molteno (LC)	3 campate a travi in c.a.p.
15+464	viadotto S.S.36 carreggiata sud + complanare	Molteno (LC)	3 campate a travi in c.a.p.
16+271	cavalcaferrovia via delle Brianne	Rogeno (LC)	arco in muratura
17+584	passerella ciclo-pedonale	Rogeno (LC)	arco in muratura a 3 luci
18+605	cavalcaferrovia via Crispi	Merone (CO)	singola campata a travi in c.a.p.
18+612	passerella ciclo-pedonale via Crispi	Merone (CO)	arco in muratura a 3 luci
20+686	cavalcaferrovia via Cava Marna	Monguzzo (CO)	arco in muratura a 2 luci
24+050	cavalcaferrovia S.P.342	Anzano del Parco (CO)	singola campata a travi in c.a.p.
25+688	punt de ceser	Brenna (CO)	arco in muratura a 3 luci
28+970	cavalcaferrovia S.P.38	Cantù (CO)	singola campata a travi in c.a.p.
28+986	complanare ovest S.P.38	Cantù (CO)	arco in muratura
32+276	cavalcaferrovia S.P.36	Capiago Intimiano (CO)	arco in muratura
36+002	cavalcaferrovia via alla Guzza	Casinate con Bernate (CO)	arco in muratura
36+140	cavalcaferrovia via Platone	Casinate con Bernate (CO)	singola campata a travi in c.a.p.
36+254	viadotto A59 carreggiata est	Casinate con Bernate (CO)	viadotto continuo in c.a.p.
36+293	viadotto A59 carreggiata ovest	Como	viadotto continuo in c.a.p.

Per tutti gli interventi è previsto l'inserimento di un apposito cartello monitor conforme alla normativa CEI citata.

**PENSILINA A SBALZO DI PROTEZIONE PER CAVALCAVIA E OPERE IN LINEA SOVRAPPASSANTI PARTI ATTIVE DI VEICOLI O SISTEMI A LINEA AEREA DI CONTATTO – LINEA SCALA 1:50**

SIGLA: RdP Sbalzo

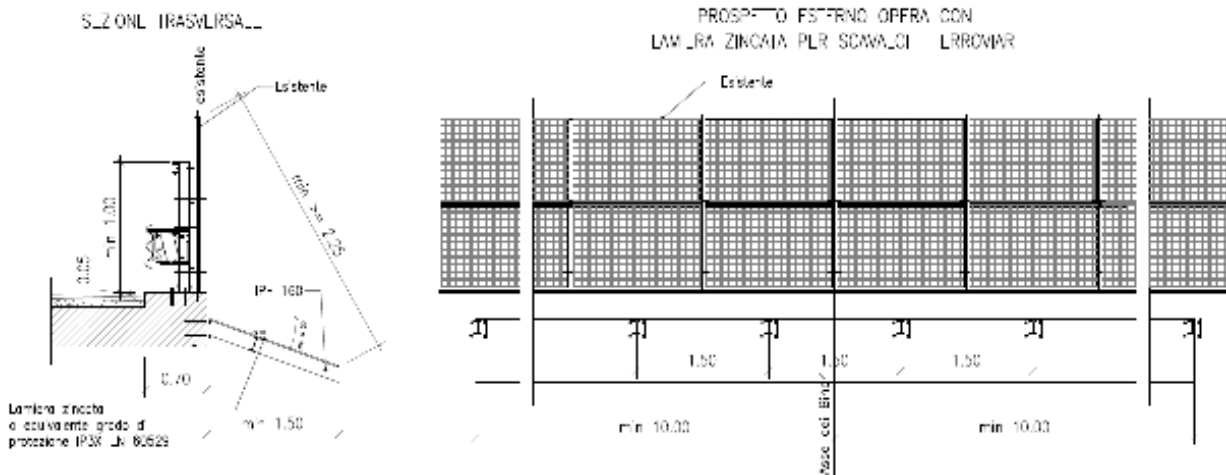


Figura - RdP Sbalzo





## 14 INSERIMENTO TE

Per l'inserimento delle opere di sostegno della trazione elettrica sono previste due tipologie di intervento:

- Inserimento in sezione ristretta laddove non sia possibile il loro inserimento in trincea la Berlinese di progetto è prevista allargarsi intorno il basamento del palo TE.

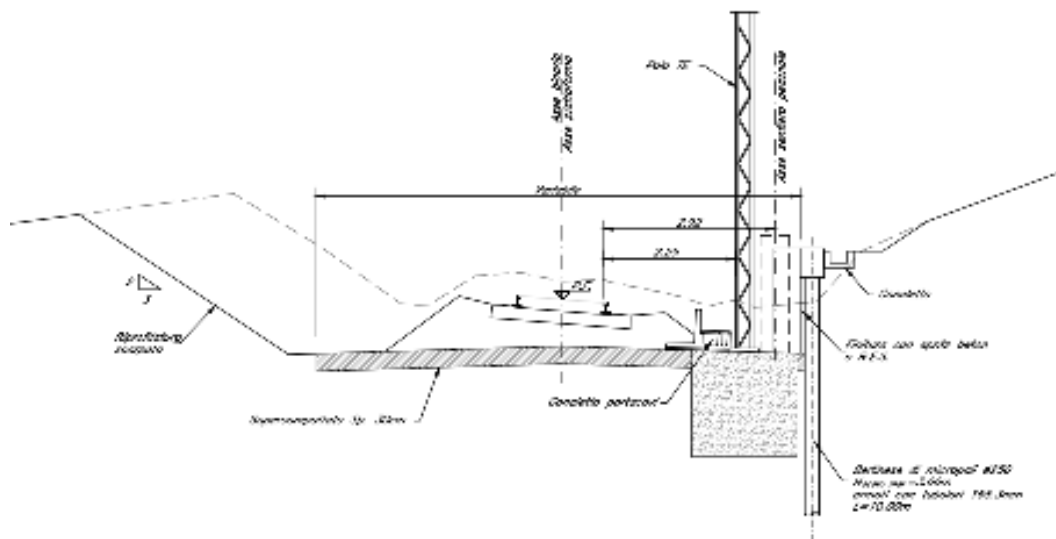


Figura - Sezione tipo inserimento TE

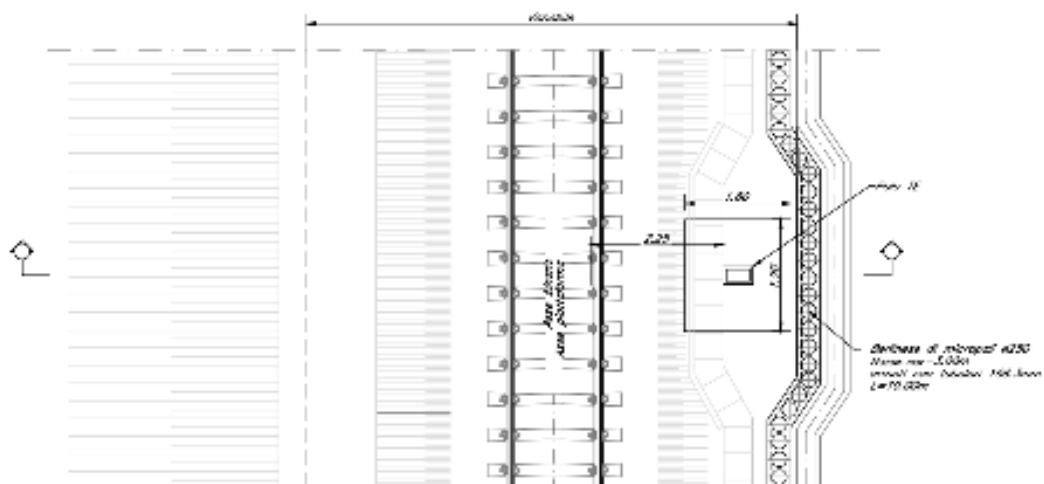


Figura - Vista in pianta inserimento TE

- Inserimento palo te in trincea standard, laddove sia possibile una riprofilatura della scarpata.

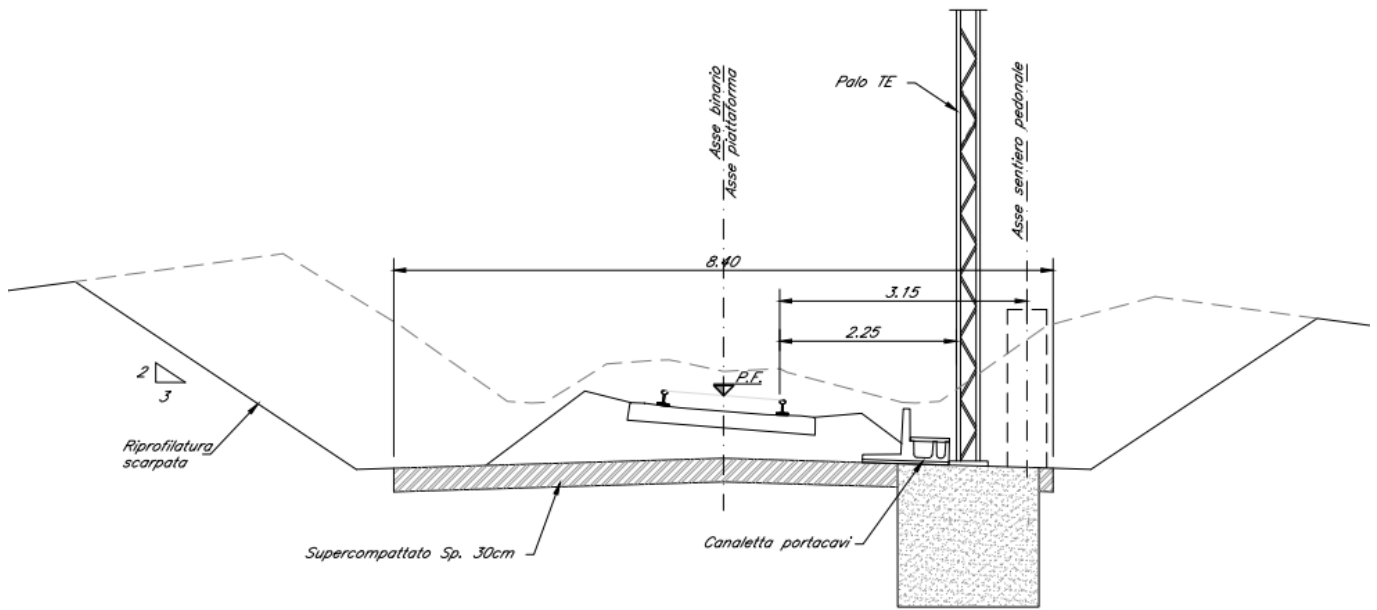


Figura - Sezione tipo inserimento TE

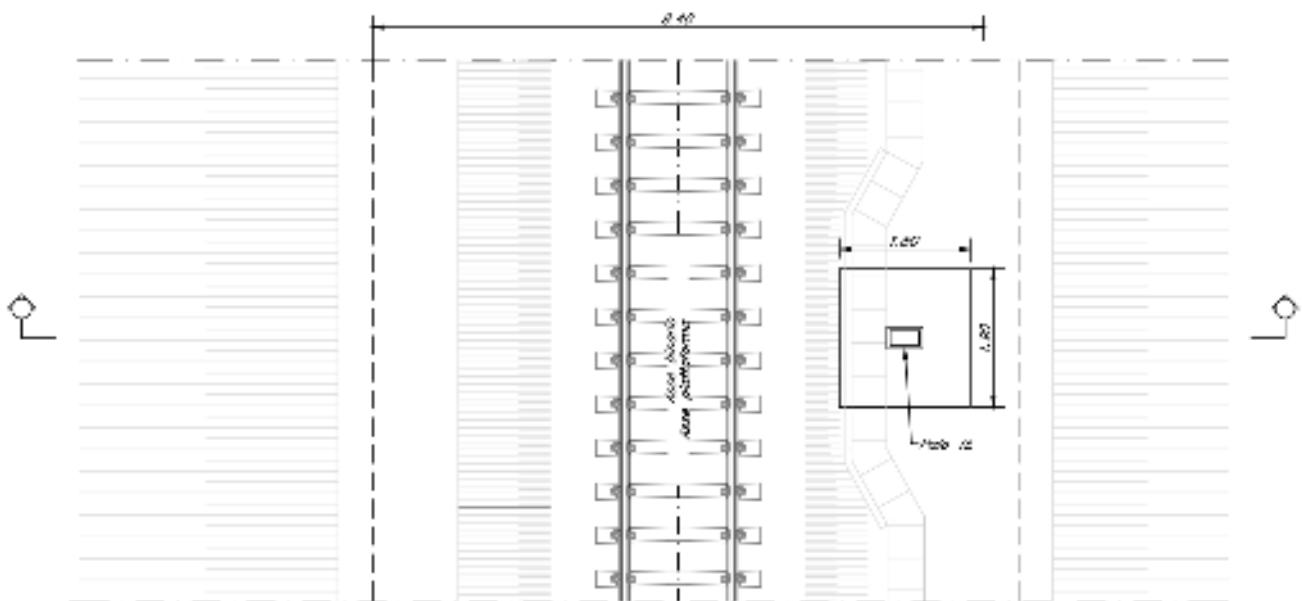


Figura - Vista in pianta inserimento TE

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
	RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 15 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DELLA LINEA DI CONTATTO

Il progetto della linea di contatto prevede l'elettrificazione dell'intera tratta con catenaria a corda portante regolata sui binari di corsa. Ne consegue che la tratta in oggetto sarà elettrificata a 3kV c.c. con condutture di sezione complessiva pari a:

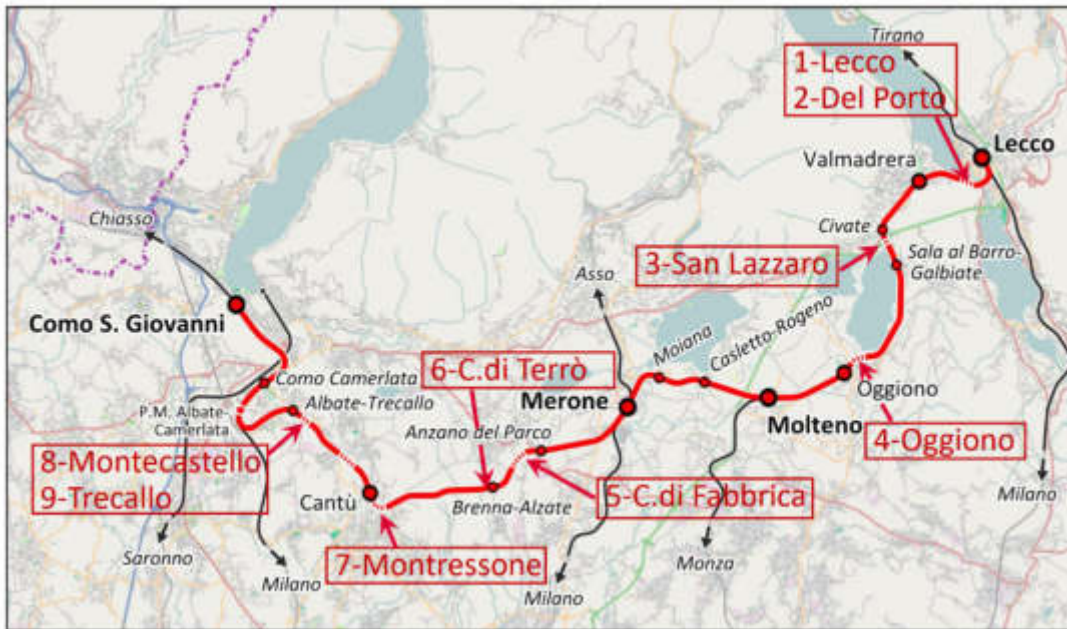
- 440 mm<sup>2</sup> con Corda Portante Regolata sui binari di corsa.
- 220 mm<sup>2</sup> con Corda Portante Fissa sui binari secondari e sulle comunicazioni.

Per la catenaria a 440 mm<sup>2</sup> CPR saranno utilizzate sospensioni del tipo a mensola orizzontale in acciaio, mentre si farà riferimento ai disegni tipologici E61502 per il Posto di Sezionamento e E45450 per il Posto di Regolazione Automatica.

Su tutta la tratta è stato garantito il rispetto del PMO2, utilizzando ove necessario la catenaria rigida: sotto sospensione, di norma e quanto possibile, la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota del piano del ferro è prevista pari a 5,00 m. In ogni caso la quota minima del piano di contatto non scenderà sotto il valore di 4,80 m.

In galleria la tipologia di elettrificazione sarà prevista, come da tabella seguente, solo con catenaria rigida:

n.	Galleria	pk inizio	pk fine	Lungh [m]	CATENARIA
5	COLLE DEL FABBRICA	24+276	24+887	611	RIGIDA
6	COLLE DEL TERRÒ	26+480	27+029	549	RIGIDA
7	MONTRESSORE	29+806	30+329	434	RIGIDA
8	MONTECASTELLO	31+489	32+193	704	RIGIDA
9	TRECALLO	33+635	33+998	363	RIGIDA



Allo scoperto, in piena linea e nella stazione di progetto, dovranno essere utilizzati:

- sostegni a palo del tipo a traliccio della serie “LSU” e “LSU-S” flangiati alla base e conformi alla STF “RFI.DTC.STS.ENE.SP.IFS.TE.037” vigente;
- portali di ormeggio conformi ai disegni di RFI “E64761” e “E64676”.

I sostegni a palo in piena linea dovranno essere posizionati secondo le seguenti modalità:

- Linee a doppio binario: esternamente ai binari;
- Linee a semplice binario: sul lato a sinistra di chi percorre la linea nel senso legale di marcia dei treni.

I dettagli costruttivi relativi ai sostegni tipo "LSU", da impiegare in piena linea e in ambito stazione/fermata con fondazioni in piano ed in rilevato, sono definiti rispettivamente dagli elaborati tipologici di RFI “E66013”-

La tabella di impiego dei sostegni "LSU" e dei relativi blocchi di fondazione in piano ed in rilevato di piena linea e in stazione/fermata, è definita rispettivamente dagli elaborati di RFI “E64864” e “E65073”.

I portali di ormeggio sono costituiti da n.2 piloni e da n.1 trave di ormeggio, I dettagli costruttivi sono indicati nell’elaborato tipologico di RFI “E65018: Portali di ormeggio”.



## ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	45 di 76

La distanza dei sostegni (pali e portali) dalla rotaia più vicina (DR) normalmente non deve essere inferiore a 2,25 metri. Tale distanza è misurata sul piano del ferro tra la superficie esterna del sostegno dal lato del binario ed il bordo interno della rotaia più vicina.

Per il sostegno della LdC dovranno essere utilizzate sospensioni del tipo a “mensola orizzontale in acciaio”, ubicate su sostegni tipo LSU flangiati sia in stazione che in piena linea, nonché su paline a penduli tralicciati situati nelle porzioni di galleria aventi sezione di intradosso che ne permettono l’impiego.

La sospensione è costituita da una mensola orizzontale sostenuta da un tirante inclinato; entrambi sono collegati al sostegno per mezzo di attacchi a cerniera che permettono la libera rotazione della sospensione sul piano orizzontale al fine di consentirne il movimento longitudinale dei conduttori regolati automaticamente. Le funi sono sostenute dalla mensola per mezzo di un isolatore portante.

I supporti penduli saranno fissati alla volta della galleria mediante tirafondi diametro 33 mm con la posizione corrispondente alla dima della piastra del supporto pendulo.

In corrispondenza di opere murarie, zone in trincea, ponti/impalcati e contestualmente all’impossibilità di realizzare dei blocchi di fondazione tipologici, il sostegno TE dovrà essere aggrappato all’opera muraria mediante l’impiego di adeguate carpenterie e sistemi di ancoraggio chimico.

Il circuito di terra e protezione di piena linea dovrà essere realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in conduttore TACSR nudo di sezione 170 mm<sup>2</sup> opportunamente sezionato ogni 3000 m circa, mediante impiego di isolatori ad anello tipo “I624”.

Ciascun nuovo sostegno deve essere collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia. Le estremità del tratto di circuito di terra dovranno essere collegate al binario o alle connessioni tramite un limitatore di tensione per circuito di protezione TE.

Gli impianti di Trazione Elettrica della tratta in oggetto saranno gestiti dagli IMPIANTI DI TELECOMANDO DOTE, la cui realizzazione presso il posto centrale di competenza, in termini di

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO				
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA LC00	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. FOGLIO A 46 di 76

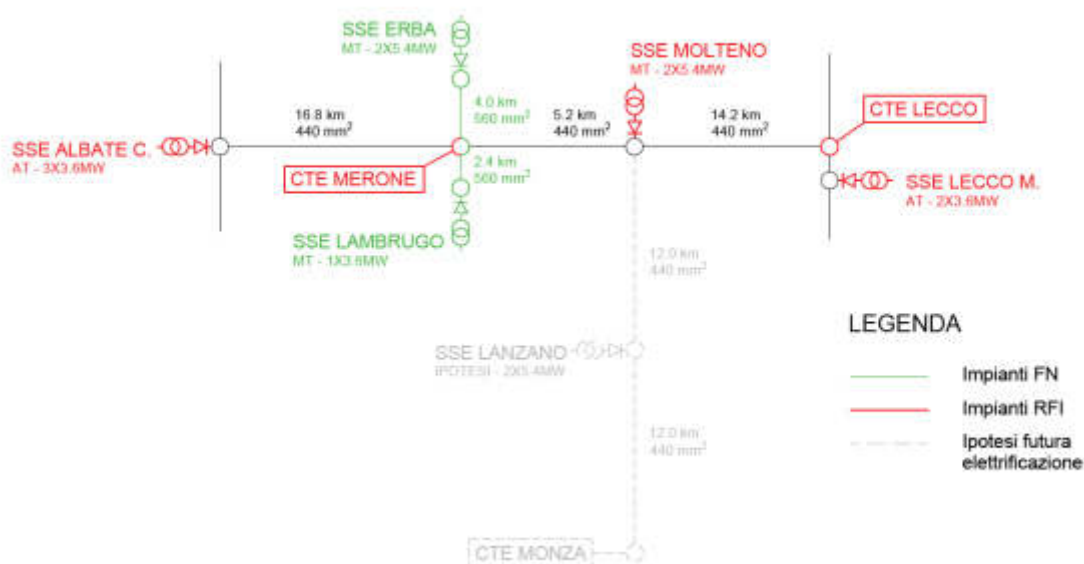
aggiornamento delle pagine video e di tutte le implementazioni hardware che si rendessero necessarie, sono assunti come da prassi a carico di RFI.

## 16 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Gli impianti fissi dedicati all'alimentazione della linea ferroviaria vengono individuati, per quanto possibile, nelle zone di minor impatto ambientale, a ridosso di centri abitati e comunque compatibilmente con le esigenze di alimentazione della linea di contatto e per gli impianti di servizio. Per la linea di contatto è prevista una tensione nominale a 3 kV a corrente continua, con una sezione complessiva di 440 mm<sup>2</sup> (costituita da 2 fili di contatto sagomati di 100 mm<sup>2</sup> e da 2 corde portanti da 120 mm<sup>2</sup> in rame). L'elettrificazione della tratta Monza – Molteno è prevista nell'ambito di altro progetto, ma gli studi di potenzialità sono stati condotti considerando questo futuro innesto dal punto di vista elettrico. La nuova SSE Molteno è predisposta anche per accogliere la futura elettrificazione verso Monza. A Merone è presente un nodo di interconnessione tra la rete ferroviaria proprietaria di FN e RFI: per questo motivo è prevista l'interconnessione tra le reti di alimentazione di FN e RFI attraverso una doppia Cabina TE e un misuratore fiscale di energia tra i due enti. E' stato effettuato lo studio del dimensionamento del sistema elettrico con l'obiettivo di permettere la corretta funzionalità del sistema di trazione elettrica da cui è scaturito che dovranno essere realizzati i seguenti impianti suddivisi per lotti funzionali e ordinati secondo la seguente sequenza temporale di realizzazione del Lotto:

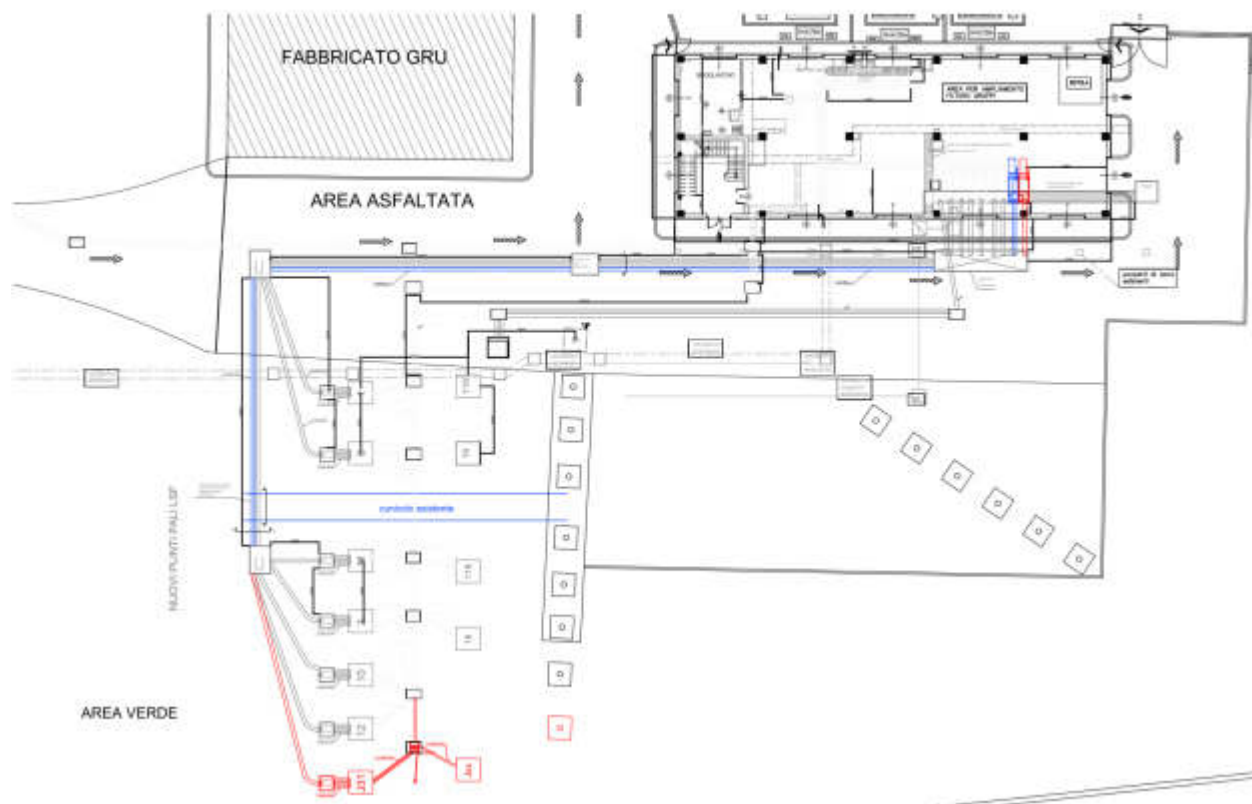
- Lotto 1:
  - installazione alimentatore in partenza da SSE Albate Camerlata (adeguamento a cura RFI)
  - realizzazione doppia CTE Merone
  - Realizzazione nuova SSE Molteno con allaccio in MT

L'architettura finale di progetto è schematizzata nella figura seguente ed è rappresentata anche una ipotesi per la futura elettrificazione della tratta Monza – Molteno, prevedendo un impianto a Lanzano, distanza valutata in omogeneità agli altri impianti limitrofi:



Tutti gli impianti per la trazione elettrica ferroviaria, in sottostazione elettrica e lungo linea (sezionatori per la separazione della linea di contatto in differenti zone elettriche) sono telecomandati e supervisionati dal posto centrale DOTE del compartimento RFI territorialmente competente per la tratta in progetto. Il database del DOTE in servizio sarà opportunamente ampliato e riconfigurato per gestire gli impianti di progetto.

La SSE di Albate è stata recentemente oggetto di rinnovo per la parte 3kV, sia interna che esterna al fabbricato. Per portare l'alimentazione alla linea in direzione Lecco sarà necessario inserire una nuova cella extrarapido, su nuovi pali LSU per i sezionatori aerei di 1a e 2° fila e adeguare il sistema di governo della SSE. Tutti questi interventi saranno a carico di RFI.



Alla stazione di Merone confluiscono la linea Albate – Lecco di RFI e la Milano – Asso di FN (tratta già elettrificata). È prevista la realizzazione di una doppia cabina TE per poter gestire l'interconnessione tra i due impianti, compreso il sistema di misura dei flussi energetici. L'impianto sorgerà nei pressi dell'attuale stazione, in area di proprietà FN, come rappresentato nella figura seguente.





Si specifica che la progettazione dell'impianto di FN sarà a cura della società stessa, per garantire il rispetto degli standard progettuali previsti dalle specifiche proprietarie. La realizzazione di tale impianto sarà a cura di RFI.

Come mostrato dalle simulazioni elettriche di sistema, si rende necessaria la realizzazione della nuova SSE di Molteno in configurazione 2x5,4 MW alimentata in MT. L'area individuata per il posizionamento dell'impianto è all'interno della proprietà ferroviaria, come evidenziato nella figura seguente.



Compatibilmente con gli assorbimenti desunti dalle simulazioni, e con l'obiettivo di ridurre gli spazi sul territorio e quindi ridurre l'impatto ambientale, in accordo con la Committenza, l'impianto di SSE sarà allacciato con una linea in media tensione da ente distributore di energia. A tal proposito, sul perimetro del piazzale, verrà realizzato un fabbricato di consegna in cui verranno installati i dispositivi di sezionamento e di misura fiscale dell'energia dell'ente gestore ed il quadro MT utente.

Gli impianti di SSE con allaccio in MT possono essere distinti nelle seguenti sezioni:

- reparto MT
- conversione
- quadri 3 kVCC
- quadri per distribuzione e protezione ca/cc
- impianto di terra
- ausiliari e SCADA

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 51 di 76

Sul perimetro del piazzale verrà realizzato un fabbricato di Consegna in cui verranno installati i dispositivi di sezionamento e di misura fiscale ed il quadro MT utente, quadri che dovranno essere conformi alla specifica RFI. Dal fabbricato di consegna sarà derivata l'alimentazione MT ai trasformatori di trazione allocati nel fabbricato di SSE. L'impianto di SSE include l'impianto di terra, finalizzato a garantire la sicurezza degli operatori.

Gli impianti di Cabina TE possono essere distinti nelle seguenti sezioni:

- quadri 3 kVCC
- quadri per distribuzione e protezione ca/cc
- impianto di terra
- ausiliari e SCADA.

A differenza degli impianti di SSE, la Cabina TE non apporta energia al sistema, ma si rendono necessarie per la gestione e la protezione della catenaria in corrispondenza dei bivi.

L'impianto di Cabina TE include l'impianto di terra, finalizzato a garantire la sicurezza degli operatori.

Gli impianti, infine, sono completati da un sistema di servizi ausiliari e da un sistema per la gestione in locale e remoto delle apparecchiature, progettati secondo le prescrizioni delle specifiche RFI.

## 17 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN GALLERIA

Nella tratta in oggetto sono presenti 9 gallerie che si sviluppano lungo la linea per una lunghezza complessiva di circa 3,4 km e rappresentano circa il 9% dell'intero tracciato.

In Figura 1 e in Tabella 1 sono indicate le 5 gallerie rientranti nel Lotto 1, tratta tra Molteno e Albate, con una lunghezza complessiva di circa 2,7 km. Le progressive ferroviarie indicate sono da considerarsi "storiche", risalenti cioè alla documentazione ufficiale di costruzione e manutenzione della linea.



Figura 1 - Inquadramento geografico della tratta ferroviaria Albate – Molteno – Lecco con indicazione dell'ubicazione delle gallerie del Lotto 1 (Google Earth)

Nella tratta Albate – Molteno (Lotto 1) la galleria Montecastello, con il suo sviluppo di circa 700 m, è la più lunga delle opere in sotterraneo. Le gallerie Colle di Fabbrica e Colle di Terrò hanno una lunghezza superiore ai 500 m, mentre le gallerie Montressone e Trecallo di poco inferiore ai 500 m.

Infine, le opere in sotterraneo sono tutte a singolo binario con sezione policentrica.

**Tabella 1 – Elenco delle gallerie esistenti – Lotto 1**

Lotto	N. galleria	Galleria / Stazione	Progressive		Lunghezza (m)
1		<i>Stazione Molteno</i>	14+715		
		<i>Stazione Casletto-Rogeno</i>	16+902		
		<i>Stazione Mojana</i>	18+489		
		<i>Stazione Merone</i>	20+013		
		<i>Stazione Anzano</i>	23+865		
	5	Colle di Fabbrica	24+276	24+887	611
		<i>Stazione Brenna-Alzate</i>			
	6	Colle di Terrò	26+480	27+029	549
	7	Montressone	29+806	30+239	433
		<i>Stazione di Cantù</i>	30+739		
	8	Montecastello	31+489	32+193	704
	9	Trecallo	33+635	33+998	363
		<i>Stazione di Albate</i>	34+475		
		<i>P.M. Albate</i>	36+778		

Nell'ambito della presente fase progettuale è stata condotta una campagna di indagini nelle gallerie per la conoscenza dello stato di fatto delle opere esistenti. La campagna è consistita in:

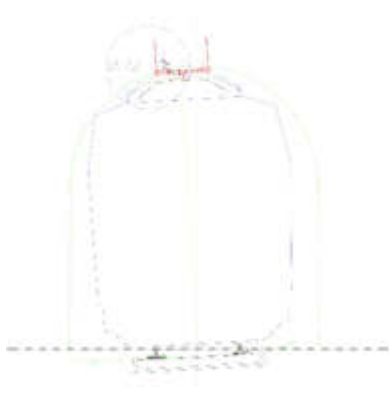
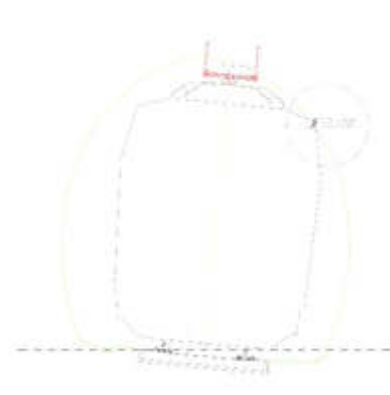
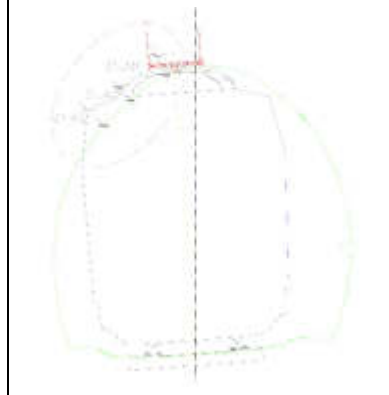
- rilievi visivi e fotografici dei rivestimenti esistenti per definire i materiali costituenti, identificare gli ammaloramenti dei materiali e le difettosità (venute d'acqua, lesioni...);
- indagini nei rivestimenti con carotaggi continui per valutazione degli spessori degli stessi e prelievo di campioni per le caratteristiche meccaniche dei materiali, prove di martinetto piatto per la misura dello stato tensionale agente, saggi e perforazioni a distruzione in arco rovescio per la valutazione degli spessori di ballast sotto traversa e della presenza o meno dell'arco rovescio.

Inoltre sono state condotte una campagna di indagine geognostica per la conoscenza del contesto geologico, idrogeologico e geotecnico in cui sono inserite le opere ed una campagna di rilievi al continuo laser scanner dell'intradosso e della posizione attuale dei binari.

Nella fase di diagnosi, nota la sagoma di transito di progetto e definiti gli ingombri minimi da garantire alle varie componenti dell'impiantistica TE, sono state condotte le verifiche di interferenza, sulla base del rilievo laser scanner, eseguito per tutto lo sviluppo delle gallerie, e con riferimento all'attuale posizione delle rotaie rilevate.

Il censimento delle interferenze rispetto l'intervento di elettrificazione con l'intradosso delle gallerie è stato condotto per la sagoma di transito P.M.O.2.

Come già indicato, al fine di ridurre le interferenze con il rivestimento della galleria, si è optato per l'utilizzo della catenaria rigida per tutte le opere in sotterraneo con Ldc a 4.80m da p.f. per il P.M.O.2. Di seguito si riportano esempi delle tipologie di interferenze riscontrate.

Interferenza di catenaria	Interferenza di P.M.O.	Interferenza di P.M.O., pantografo e TE
		
Galleria San Lazzaro - Pk 6+138	Galleria Lecco - Pk 1+680	Galleria Oggiono - Pk 11+077

Con l'emissione della specifica tecnica di fornitura RFI TCAR SF AR 03 009 B, del giugno 2016, sono state definite le caratteristiche di una traversa, denominata "tipo galleria", in c.a. vibrato e precompresso per armamento ferroviario 60E1, che può essere utilizzata nelle gallerie esistenti, nei casi in cui siano presenti particolari condizioni sfavorevoli, quali ridotti spessori della massicciata e/o franchi laterali.

Per l'inserimento in galleria le dimensioni caratteristiche principali riguardano la lunghezza totale della traversa riferita al piano di appoggio (L) pari a 2250 mm e l'altezza della traversa nella sezione sotto-rotaia (hpr) pari a 172 mm; inoltre nella suddetta specifica tecnica è stato definito anche lo spessore minimo della massicciata sotto traversa che non deve essere inferiore a 20 cm per garantire la possibilità di effettuare le operazioni di rinalzata e risanamento della massicciata.

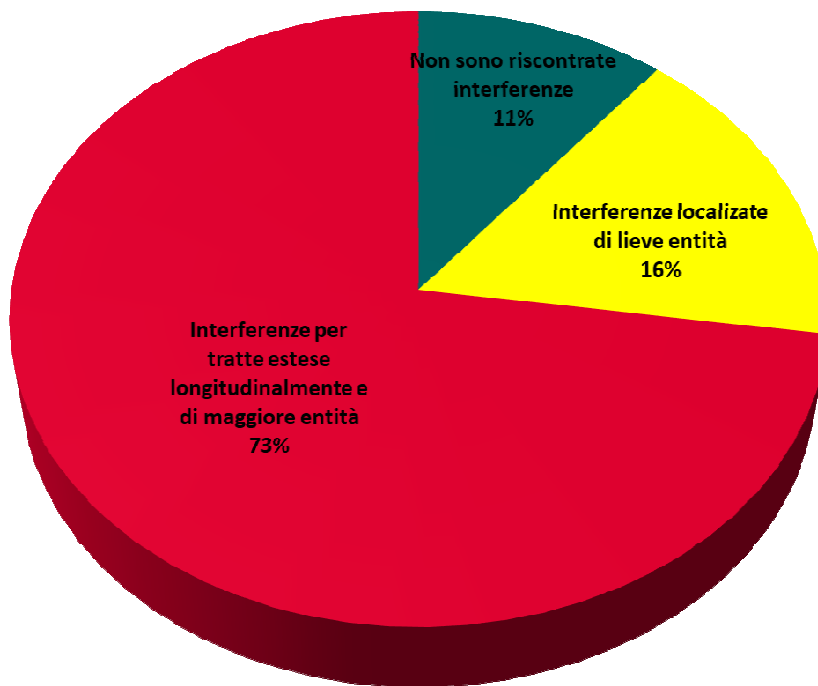
L'utilizzo della traversa tipo "galleria" è previsto nelle sole gallerie in cui sono da eseguire interventi di spostamento o rinnovo dell'armamento.

Il censimento delle interferenze nello stato di fatto ha evidenziato che:

- 1 galleria (Trecallo) non presenta alcuna interferenza e rappresenta circa l'11% dell'estensione totale delle opere in sotterraneo;

- 1 galleria (Colle di Terrò) presenta interferenze trasversali di sospensioni TE o longitudinali di P.M.O. di limitata estensione e di entità contenuta (spessore massimo inferiore ai 10 cm) e rappresenta circa il 16% dell'estensione totale delle opere in sotterraneo;
- Le restanti 7 gallerie presentano interferenze di sagoma in numero, estensione ed entità maggiori (spessore massimo anche oltre 40 cm) e rappresentano circa il 73% dell'estensione totale delle opere in sotterraneo.

Nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è rappresentato un quadro di sintesi sull'esito del censimento delle interferenze riscontrate nello stato di fatto.



Individuate e censite le interferenze nello stato di fatto, sono da definirsi le modalità di intervento necessarie per risolverle e garantire l'inserimento dell'impiantistica TE per l'elettrificazione delle gallerie.

Sono stati definiti interventi tipologici che trovano completa rappresentazione negli elaborati grafici di progetto cui si rimanda per gli approfondimenti del caso..

Le verifiche di sagoma effettuate nella fase di diagnosi hanno evidenziato gallerie o tratte delle stesse in cui per numerosità, entità e sviluppo, le interferenze evidenziate risultano non risolvibili con interventi puntuali. In queste tratte, si è visto però che le interferenze potevano essere completamente risolte, o comunque mitigate, definendo opportune varianti di tracciato, con le quali operare utili spostamenti del binario rispetto agli spazi disponibili e agli ingombri TE da garantire.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 56 di 76

Nello specifico, sono state definite 7 varianti di tracciato: cinque varianti plano-altimetriche per le gallerie Lecco-Del Porto, San Lazzaro, Oggiono, Montressone e Colle di Fabbrica e due varianti altimetriche per le gallerie Colle di Terrò e Montecastello. Anche dove non è stata richiesta una variante planimetrica di tracciato, si possono comunque osservare scostamenti tra il binario rilevato e quello di progetto, dovuti alla rigometrizzazione del tracciato esistente.

Oltre all'entità delle interferenze dell'impiantistica TE da risolvere in calotta, un aspetto di primaria importanza per la definizione delle varianti progettate, in particolare quelle altimetriche, è stata l'analisi dei dati a disposizione relativamente alla presenza o meno di arco rovescio, agli spessori di ballast presenti sotto traversa e alla profondità del piano di posa dei piedritti esistenti.

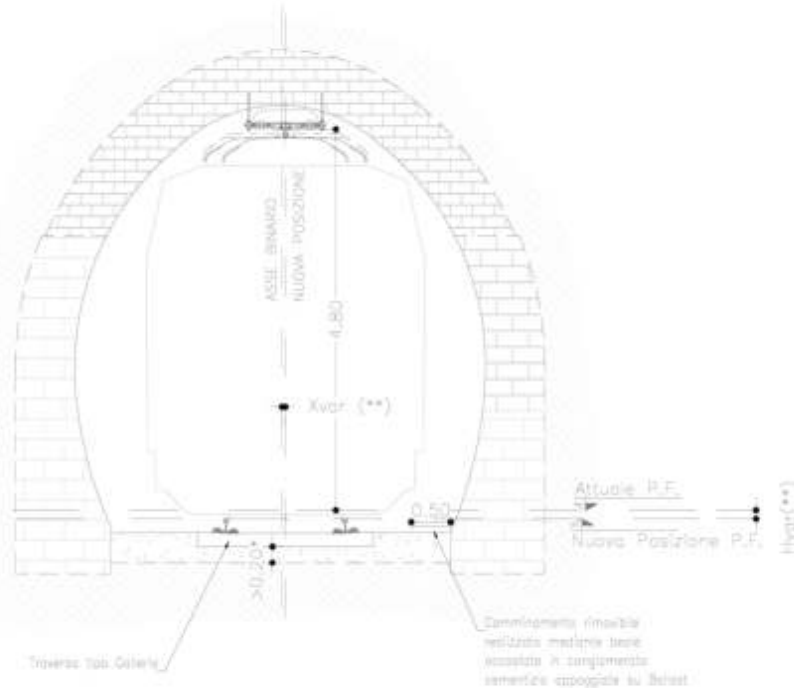
### **Intervento tipo 1 – Modifica di tracciato**

In alcune tratte di intervento, considerata l'entità degli abbassamenti del piano ferro previsti e gli spessori di ballast esistenti rilevati con saggi ispettivi e perforazioni a distruzione, risulta garantito il rispetto dei 20 cm di spessore di ballast senza necessità di eseguire alcun intervento. In particolare, per le gallerie San Lazzaro e Colle di Terrò, in funzione dell'entità dell'abbassamento e dello spessore di ballast presente, può essere sufficiente localmente il totale svuotamento della vasca dell'armamento ed una eventuale regolarizzazione del piano di regolamento.

L'intervento tipo 1 è applicato, quindi, alle gallerie San Lazzaro e Colle di Terrò e prevede le seguenti fasi realizzative:

- rimozione dell'armamento esistente sull'intera tratta di galleria interessata dall'intervento e svuotamento parziale o totale della vasca dell'armamento;
- eventuale regolarizzazione del piano di regolamento;
- posa in opera del nuovo armamento con traverse "tipo galleria" alla nuova quota di progetto e realizzazione/ripristino del camminamento di servizio.





La posa del nuovo camminamento è prevista sull'intero sviluppo delle gallerie ; esso sarà composto da beole accostate di larghezza pari a 50 cm in calcestruzzo armato semplicemente appoggiate sulla superficie del ballast, ricalcando lo stato attuale di alcune delle altre gallerie della tratta in progetto. Nelle gallerie in oggetto la distanza tra testa traversa e nuovo camminamento potrà essere inferiore a 60 cm e per questo si è scelta una soluzione con camminamento rimovibile.

Qualora presente, sarà ripristinata la canaletta laterale esistente di raccolta delle acque che avrà, nella sistemazione definitiva, anche funzione di stradello laterale.

### **Intervento tipo 2 – Modifica di tracciato con rifacimento/realizzazione arco rovescio**

L'intervento tipo 2 è associato alle modifiche planimetriche e/o altimetriche di tracciato ed è previsto per le gallerie Colle di Terrò, Colle di Fabbrica, Montressone e Montecastello.

Nelle diverse tratte di intervento, considerata l'entità degli abbassamenti del piano ferro previsti e gli spessori di ballast esistenti rilevati con saggi ispettivi e perforazioni a distruzione, risulta quasi sempre necessario intervenire sull'attuale piano di regolamento delle gallerie per garantire il rispetto dei 20 cm di spessore di ballast sotto traversa (minimo da garantire con l'impiego della traversa tipo galleria).

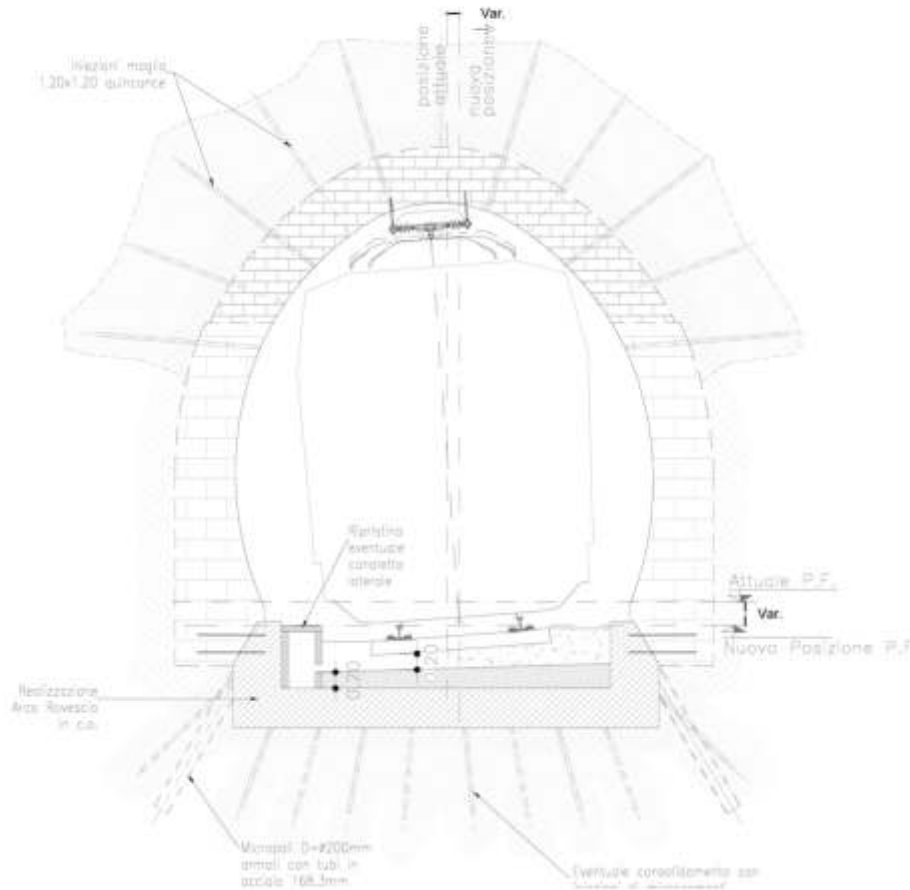
In particolare, pur con l'introduzione dell'armamento tipo galleria, per consentire la modifica altimetrica del piano del ferro, è necessario prevedere un significativo scavo di ribasso per la realizzazione di un nuovo arco rovescio in

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 58 di 76

calcestruzzo armato, per tutta l'estensione delle opere in sotterraneo. Preliminarmente alle attività di scavo sono previsti opportuni interventi di consolidamento al contorno e di sottofondazione dei piedritti esistenti.

Più in dettaglio, l'intervento tipo 2 prevede le seguenti fasi realizzative:

- Iniezioni di intasamento in calotta: preliminarmente all'intervento in arco rovescio dovranno essere eseguite delle iniezioni cementizie a bassa pressione per il riempimento di eventuali vuoti a tergo del rivestimento in calotta. Le iniezioni saranno disposte a quinconce con maglia 1.2 m x 1.2 m e avranno una lunghezza di circa 2 m. L'intervento si intende da eseguirsi sull'arco di calotta per l'intera tratta oggetto di rifacimento dell'arco rovescio.
- Svuotamento della vasca e rimozione dell'armamento ferroviario esistente sull'intera galleria.
- Realizzazione dei micropali e cordolo in c.a.: esecuzione di micropali inclinati alla base dei piedritti d=Ø200 mm armati con tubi in acciaio Ø168.3 mm spessore 10 mm, di lunghezza pari a 3 m ed interasse 0.8 m. Si procede con la realizzazione di cordoli in c.a. (C25/30) di dimensioni pari a 0.4x0.4 m.
- Consolidamento in arco rovescio: eventuale consolidamento mediante iniezioni di microcementi a pressione e volumi controllati mediante tubi in VTR valvolati disposti con maglia 1,00 m x 0,50 m, lunghi circa 2,00 m.
- Demolizione e realizzazione nuovo arco rovescio: demolizione del rivestimento esistente alla base dei piedritti e dell'arco rovescio esistente; successiva esecuzione dello scavo di ribasso fino alla quota di progetto per la realizzazione del nuovo arco rovescio; posa dell'armatura e getto dell'arco rovescio (C30/37). Il nuovo arco rovescio sarà collegato al rivestimento esistente mediante n° 2 barre per lato. Lo scavo avverrà per campi di lunghezza da dettagliare nelle successive fasi progettuali.
- Sistemazione definitiva: posa in opera del nuovo armamento con traverse "tipo galleria" alla nuova quota di progetto, eventuale ripristino della canaletta laterale o del camminamento di servizio alla quota del nuovo p.f.

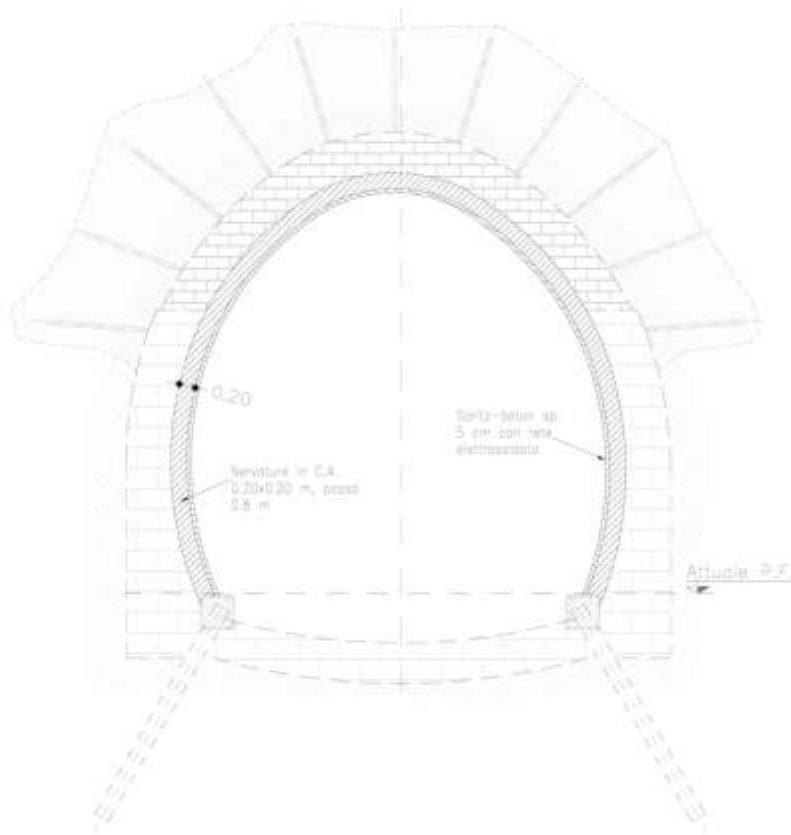


L'eventualità dei consolidamenti previsti in arco rovescio, in termini di numerosità, posizione ed assorbimenti delle iniezioni di microcementi, dipende dalle caratteristiche geotecniche del materiale interessato con particolare riferimento alla granulometria e alla permeabilità. Per la galleria Montecastello, ad esempio, considerata la formazione attraversata, non è previsto alcun consolidamento in arco rovescio.

Il rilievo visivo condotto nell'ambito della presente fase progettuale ha mostrato nella galleria Oggiono la presenza di una specifica tratta di circa 20 m (a cavallo della pk 11+125) affetta da una significativa convergenza dell'intera superficie di intradosso, particolarmente accentuata sul paramento sinistro procedendo in direzione Melito. Per questa tratta, l'intervento tipo 2 si particolarizza con le seguenti fasi realizzative aggiuntive, rispetto a quanto descritto in precedenza:

- Fresatura del rivestimento esistente: è prevista la fresatura del rivestimento esistente per la realizzazione di trincee circolari di dimensioni pari a circa 20x20 cm passo 0.8 m. La fresatura dovrà essere eseguita con demolizione controllata per garantire il controllo delle vibrazioni indotte e non provocare lesioni sulle parti di rivestimento non interessate dall'intervento.
- Realizzazione nervature in c.a.: armatura e getto di calcestruzzo (C25/30) per la realizzazione di nervature in c.a. di dimensioni 20x20 cm passo 0.8 m, in continuità con i micropali di sottofodazione dei piedritti esistenti.

L'intervento è completato dalla posa di uno strato di spritz-beton di spessore pari a circa 5 cm con rete elettrosaldata sull'intera superficie di intradosso della tratta di intervento.



La posa del nuovo camminamento è prevista sull'intero sviluppo delle gallerie; esso sarà composto da beole accostate di larghezza pari a 50 cm in calcestruzzo armato semplicemente appoggiate sulla superficie del ballast, ricalcando lo stato attuale di alcune delle altre gallerie della tratta in progetto. Il nuovo camminamento di servizio è realizzato anche nelle gallerie in cui non risulta presente allo stato attuale sulla base delle indagini eseguite. Nelle gallerie in oggetto la distanza tra testa traversa e nuovo camminamento potrà essere inferiore a 60 cm e per questo si è scelta una soluzione con camminamento rimovibile.

Nelle gallerie in cui è presente allo stato attuale la canaletta laterale di raccolta delle acque (ad esempio Oggiono e Montecastello) la stessa verrà ripristinata a seguito dell'intervento e avrà, nella sistemazione definitiva, anche funzione di stradello laterale.

### **Intervento tipo 3 – Snicchiatura**

L'intervento tipo 3 è stato definito per risolvere interferenze trasversali delle sospensioni per la TE o longitudinali di P.M.O. e pantografo con il profilo di intradosso, per spessori (radiali) massimi fino a 10 cm.

Per risolvere le interferenze con spessore massimo pari a 5 cm (intervento tipo 3A) è prevista una semplice snicchiatura in calotta nella muratura esistente, senza necessità di interventi propedeutici. Infatti, rispetto all'intero anello di rivestimento esistente (di spessore in calotta mediamente pari a circa 70 cm in calotta) e al suo sviluppo longitudinale, un simile intervento può considerarsi puntuale e con effetti indotti sulla muratura esistente trascurabili.

Al netto delle varianti di tracciato, sulla tratta in esame sono state individuati in totale 10 interventi tipo 3A, distribuiti su 5 gallerie; in Tabella è mostrato un quadro riassuntivo degli interventi previsti in progetto: per ogni galleria sono riportate le sezioni di rilievo risultate interferenti e le dimensioni delle snicchiature da realizzare (larghezza, spessore massimo e lunghezza). La lunghezza delle snicchiature in direzione longitudinale all'asse della galleria è sempre pari a 30 cm per le interferenze puntuali di sospensione TE, mentre per le interferenze di P.M.O. e di pantografo è definita di volta in volta per ciascuna interferenza.

**Tabella. Dettaglio interventi tipo 3A – spessore massimo di 5 cm**

Galleria	Sezione (n.)	Pk (km)	largh. (cm)	sp.max (cm)	lungh. (cm)
Colle di Fabbrica	25	24+509	17	2	30
			11	3	1100
	45	24+709	11	3	1500
Montressone	9	29+879	19	3	30
			15	4	1200

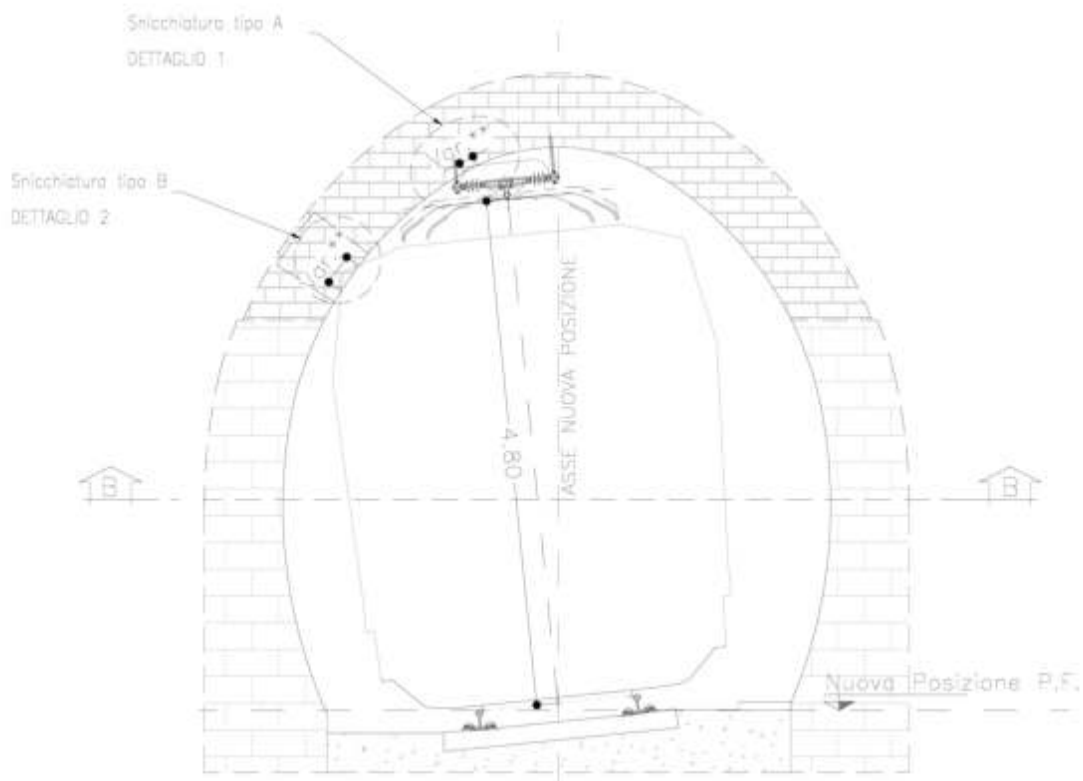
Per risolvere le interferenze con spessore compreso tra i 5 cm e i 10 cm (intervento tipo 3B), in considerazione delle maggiori dimensioni della snicchiatura da realizzare, è previsto un eventuale preventivo consolidamento della muratura esistente mediante iniezioni con resine epossidiche, da realizzare nel caso in cui nell'intorno dell'area di intervento il rivestimento presenti segnali di degrado (presenza di fessure o discontinuità, muratura povera di malta con irregolarità o sporgenze, aree umide, concrezionate o alterate ecc.).

Realizzato l'eventuale consolidamento della muratura, si potrà procedere alla snicchiatura con le stesse modalità descritte per gli spessori inferiori.

Al netto delle varianti di tracciato, sono stati individuati in totale 6 interventi tipo 3B distribuiti su 4 gallerie; in tabella è mostrato un quadro riassuntivo degli interventi previsti analogamente a quanto fatto per gli interventi tipo 3A.

Tabella. Dettaglio interventi tipo 3B – spessore compreso tra i 5 cm e i 10 cm

Galleria	Sezione (n.)	Pk (km)	largh. (cm)	sp.max (cm)	lungh. (cm)
Colle di Fabbrica	23	24+489	20	6	2000
Montressone	16	29+949	31	6	30



#### Intervento tipo 4 – Protezione della TE dalle venute d’acqua

Il rilievo visivo condotto nell’ambito della presente fase progettuale ha mostrato che in specifiche tratte delle gallerie sono presenti difettosità del rivestimento riconducibili a venute d’acqua significative. Lungo alcune opere si osservano

anche precedenti interventi (realizzati mediante gusci in spritz-beton e drenaggi), finalizzati all'impermeabilizzazione e al drenaggio delle tratte soggette a venute d'acqua.

L'intervento tipo 4 è stato definito per risolvere questa problematica in particolare nella zona di calotta e alle reni, al fine di proteggere la linea di contatto e garantire il corretto funzionamento del sistema di trazione elettrica e la sua durabilità.

L'intervento prevede raggiera di drenaggi corti (di lunghezza pari a 3 m), ad interasse trasversale pari a 1,5 m e interasse longitudinale pari a 3 m. L'acqua intercettata dai drenaggi radiali è convogliata all'interno di un tubo di raccolta in PVC trasversale che corre a ridosso della superficie di intradosso della galleria e viene scaricata alla base dei piedritti nella vasca dell'armamento esistente.

L'intervento prevede inoltre eventuali iniezioni di resina poliuretanic bicomponente per il ripristino del rivestimento esistente in muratura su un arco di calotta di circa 90° per un'estensione longitudinale di 3 m a cavallo della raggiera di dreni. I dreni radiali previsti dall'intervento tipo devono essere realizzati adattando numero e posizione degli stessi allo specifico contesto di applicazione.

L'applicazione di tale intervento è prevista sulle gallerie Colle di Fabbrica, Montressone e Montecastello per complessivi 495 m.

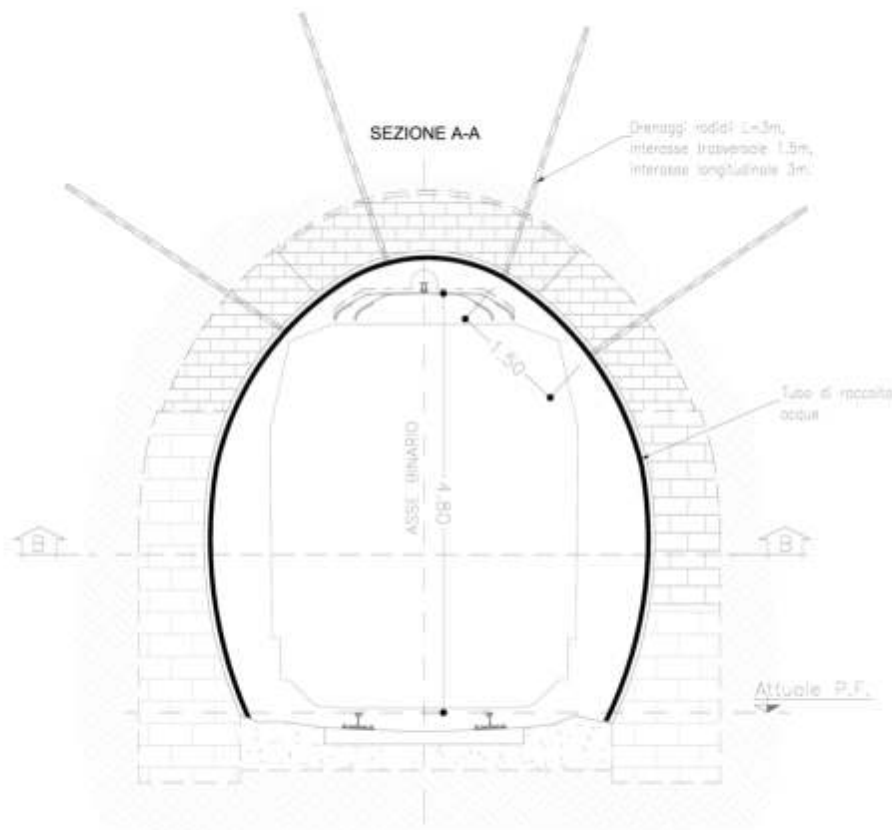


Tabella. Quadro di sintesi della distribuzione degli interventi previsti

GALLERIA	L (m)	Nessun intervento	Intervento tipo 1 (m)	Intervento tipo 2 (m)	Intervento tipo 3 (n°)	Intervento tipo 4 (m)
Colle del Fabbrica	611			611	4	220
Colle del Terrò	549		165	384		
Montressone	434			434	3	245
Montecastello	704			704		30
Trecallo	363	X				
Totale		-	165	2133	7	495



## 18 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE

Tra le opere d'arte maggiori di linea presenti sulla *linea Albate-Molteno* registriamo il:

- ✓ *Ponte al km 19+292* - codice RFI TR2188 -



Il *Ponte al km 19+292* (attraversamento *Fiume Lambro*), ubicato nel comune di Merone (CO), ricade nella tratta *Lecco-Merone*.

Il *Ponte al km 19+292* presenta uno sviluppo complessivo pari a circa 75m. E' costituito da n°7 arcate in muratura di mattoni e pietrame: n°1 arcata centrale, di attraversamento del *Fiume Lambro*, di luce pari a 14m e n°4+2 arcate laterali di luce pari a 8m. Il ponte risale all'attivazione della linea (1888) ed il suo sviluppo comporta la necessità di ancorare i sostegni della TE (con soluzione in catenaria flessibile) in corrispondenza dello stesso.



*Ai fini dell'elettificazione del Lotto 1 in oggetto, considerata la distanza non esigua delle curve planimetriche del tracciato ferroviario che seguono e precedono il PONTE sul FIUME LAMBRO, che si sviluppa completamente in rettilineo, è stata ipotizzata in corrispondenza del PONTE anzidetto la presenza di un unico sostegno T.E. (con soluzione in catenaria flessibile). Tale sostegno, costituito da un palo T.E. della tipologia LSU, si ipotizza ubicato sulla piattaforma ferroviaria ed adeguatamente ancorato al complesso murario in corrispondenza della nicchia laterale afferente alla lesena, lato Nord-Ovest, della PILA P3 relativa all'arcata centrale del PONTE.*

*E' prevista la verniciatura di RAL adeguato dei pali T.E. e della parte "a vista" del relativo sistema di ancoraggio al PONTE.*

SEZIONE TRASVERSALE in corrispondenza della PILA P.  
Scala 1:100

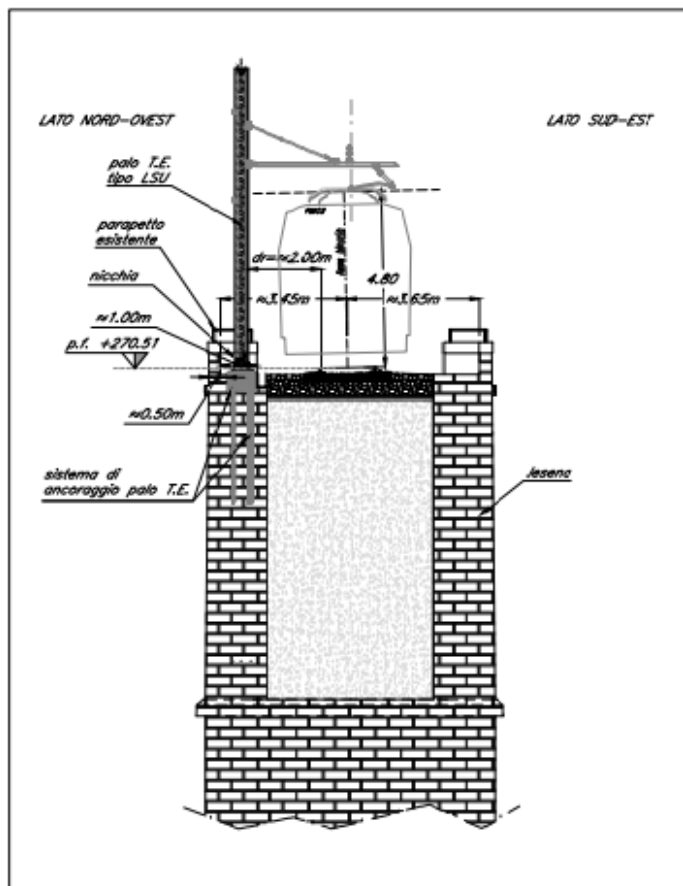


FOTO ARCATA CENTRALE



	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 68 di 76

## 19 CANTIERIZZAZIONE

### VIABILITÀ E FLUSSI DI TRAFFICO

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione dell'opera in esame consiste nello studio della viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale e la viabilità extraurbana.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base delle seguenti necessità:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

Le stime sono state eseguite sulla base delle produzioni riferite ai materiali maggiormente significativi in termini di volume, costituiti:

- dai materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle demolizioni in USCITA dai cantieri;
- dai materiali per le attività di armamento e attrezzaggio.
- dagli inerti per la realizzazione delle opere in INGRESSO ai cantieri.

### ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 69 di 76

- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell’impatto sull’ambiente naturale ed antropico.
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

### CARATTERISTICHE GENERALI DEI CANTIERI

Per la realizzazione degli interventi oggetto del presente progetto sono state previste le seguenti tipologie di aree di cantiere:

- Campo Base: contiene essenzialmente la logistica a supporto delle maestranze e gli eventuali dormitori (qualora previsti) per il personale trasfertista.
- Cantiere Operativo: contiene gli impianti, le attrezzature ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere
- Aree Tecniche: risultano essere tutti quei cantieri di appoggio posti in corrispondenza delle opere d’arte oggetto dell’intervento. Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle relative opere.
- Aree di stoccaggio: non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. All’interno della stessa area di stoccaggio o in aree diverse si potranno avere, in cumuli comunque separati:
  - terre da scavo destinate alla caratterizzazione ambientale, da tenere in sito fino all’esito di tale attività;
  - terre da scavo destinate al reimpiego nell’ambito del cantiere;
  - terre da scavo da destinare eventualmente alla riambientalizzazione di cave;
  - Altri materiali che possono essere di tipo tecnologico o di armamento.
- Aree di deposito temporaneo: destinate all’eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è previsto con funzione di “polmone” in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva.
- Aree di lavoro: risultano essere le aree necessarie per le lavorazioni che tengono conto degli spazi operativi, poste lungo linea ed extra linea all’interno delle quali si svolgono le lavorazioni. Al termine dei lavori le aree di lavoro dovranno essere ripristinate all’assetto e allo stato ante operam.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 70 di 76

Le caratteristiche dei campi base sono state determinate nell'ambito del presente progetto in base al numero massimo di persone che graviterà su di essi nel corso dell'intera durata dei lavori civili, e sulla base delle linee guida emesse dal Servizio Sanitario Nazionale (Regioni Emilia Romagna e Toscana) che costituiscono al momento il documento di riferimento in questo genere di lavori. Tale documento, riporta le dimensioni e le installazioni minime necessarie per la realizzazione di campi destinati al soggiorno di personale coinvolto nella realizzazione di grandi opere pubbliche.

La progettazione dei cantieri operativi nell'ambito del presente progetto è stata invece basata sulle necessità di gestione di materiali nei periodi di picco delle lavorazioni.

## 20 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

Al fine di definire le corrette modalità di gestione dei materiali di risulta che saranno prodotti durante i lavori dell'Elettrificazione Linea Como – Lecco, tratta Albate Molteno, in fase di Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, sono state condotte alcune indagini ambientali sulle terre e sul pietrisco ferroviario.

Le indagini, che sono state eseguite giugno/luglio 2022, sono state articolate come di seguito riportato:

- ✓ n. 4 campioni di terre e rocce da scavo provenienti da sondaggi ambientali a carotaggio continuo (0,0-1,0 m) e denominati "Sx" per successiva analisi finalizzate alla verifica della pericolosità e alla classificazione del rifiuto, secondo quanto previsto dagli Allegati D e I della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- ✓ n. 4 campioni di terre e rocce da scavo provenienti da sondaggi manuali (0,0-1,0 m) e denominati "RE-x" per successiva analisi finalizzate alla verifica della pericolosità e alla classificazione del rifiuto, secondo quanto previsto dagli Allegati D e I della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- ✓ n. 2 campioni di ballast da gestire come rifiuti poi sottoposti alle analisi di laboratorio finalizzate alla verifica della pericolosità e alla classificazione del rifiuto secondo quanto previsto dagli Allegati D e I della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Sulla scorta dei risultati delle analisi di laboratorio i rifiuti sono risultati non pericolosi e i possibili impianti di destinazione dei rifiuti possono pertanto essere i seguenti:

- Impianti di recupero;
- Discariche per rifiuti inerti;

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO					
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 71 di 76

- Discariche per rifiuti non pericolosi.

Nel corso del PFTE è stato stimato che la realizzazione degli interventi comporterà la produzione dei seguenti volumi di materiali di risulta:

- 38.441 mc (in banco) di terre e rocce da scavo;
- 5.785 mc di materiali provenienti da demolizioni;
- 8.200 mc di pietrisco ferroviario;
- 7.300 mc traverse in CAP

Sulla base del quadro conoscitivo descritto in precedenza, è stato delineato un possibile scenario di gestione dei materiali:

- Terre e rocce da scavo provenienti dagli scavi (C.E.R. 17.05.04).
- Pietrisco ferroviario in tolto d'opera (ballast) (C.E.R. 17.05.08).
- Materiale proveniente da demolizioni di edifici (C.E.R. 17.09.04).
- Traverse e traversoni in CAP (C.E.R. 17.09.04).

Eventuali traverse in legno saranno smaltite a cura di RFI.

Si fa inoltre presente che la tipologia dei codici CER è ipotizzata e le modalità di gestione dei rifiuti sopra riportati, con particolare riferimento alle tipologie di impianti di recupero/smaltimento dei materiali provenienti dagli scavi, sono da ritenersi indicativi e derivati dallo stato di conoscenza dei luoghi dell'attuale fase progettuale. Fatti salvi ulteriori approfondimenti da svolgere nelle successive fasi della progettazione, comunque, resta inteso che sarà onere dell'Appaltatore, in qualità di produttore e detentore dei rifiuti derivanti dall'esecuzione dei lavori, caratterizzare gli stessi per attribuirvi il corretto codice CER e gestirli nel rispetto della normativa ambientale vigente.

In fase di PFTE, al solo scopo di verificare la fattibilità degli interventi, è stato eseguito il censimento di alcuni impianti di recupero e discariche per rifiuti speciali (inerti e non pericolosi) in cui potrebbero essere conferiti, previa ulteriori verifiche tecniche e ambientali, tutti i materiali di risulta in regime di rifiuto. Sarà comunque onere e responsabilità dell'Appaltatore individuare gli impianti idonei al conferimento dei rifiuti per i



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO -  
LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	72 di 76

quantitativi necessari e per tutta la durata dei lavori, una volta accertata l' idoneità dei materiali al recupero/smaltimento e verificata la rispondenza ai requisiti di ammissibilità per il conferimento presso gli impianti prescelti.

Per maggiori dettagli sulle modalità di gestione dei materiali di risulta e sui siti di approvvigionamento e smaltimento dei materiali si rimanda agli elaborati specialistici di dettaglio.

L'analisi degli aspetti ambientali connessi alle attività di cantiere, contiene la valutazione della significatività degli aspetti analizzati e il conseguente dimensionamento degli interventi di mitigazione da adottare in fase di realizzazione. A tal fine è stata studiata l'ubicazione dei cantieri e, in funzione della presenza di ricettori sono state valutate e inserite delle opere di mitigazione temporanee.

Per i riferimenti normativi ed ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati specifici di progetto.



	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO				
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA <b>LC00</b>	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A FOGLIO 73 di 76

## 21 TEMPI DI REALIZZAZIONE

Il Programma Lavori prevede una durata complessiva dell'intervento, da consegna lavori fino ad attivazione (comprese le attività di CVT/certificaz., le attività dell'ANSF) di 835 gnc (giorni naturali e consecutivi) per il lotto 1 così ripartiti:

- **Attività propedeutiche all'avvio dei lavori:** 90 gnc;
- **Attività di costruzione:** 565 gnc
- **CVT/ANSF:** 180 gnc

Le lavorazioni che concorrono a determinare la durata delle attività di costruzione riguardano principalmente:

- L'Elettificazione della linea e l'inserimento di nuove SSE.
- Il progetto prevede inoltre, (al fine di adeguare i franchi altimetrici in coincidenza con le opere di sovrappasso della ferrovia e in corrispondenza delle gallerie) l'adeguamento del p.f..

Per maggiori ed ulteriori dettagli si rimanda alle specifiche relazioni di ciascuna disciplina specialistica, nonché agli elaborati grafici di progetto. Si evidenzia che l'intervento in oggetto verrà svolto **in regime di interruzione totale di esercizio**.

## 22 VALORE OPERE

Si riporta di seguito il riepilogo generale del Valore Opere del PFTE suddiviso per categorie che confluisce all'interno del Quadro Economico a cura RFI.

**PFTE Elettificazione Abate - Molteno - Lecco Lotto 1**

**RIEPILOGO GENERALE PER CATEGORIE DI OPERE**

VOCI DI COSTO	IMPORTO RELATIVO AD OPERE FERROVIARIE	IMPORTO RELATIVO AD OPERE EXTRALINEA E DI RIAMBIENTALIZZAZIONE	IMPORTO TOTALE	INCIDENZA SUL TOTALE VALUTAZIONE OPERE
OPERE CIVILI	32.102.962	7.065.911	39.168.873	55,6%
SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA	4.230.135	0	4.230.135	6,0%
IMPIANTI TECNOLOGICI	19.757.165	0	19.757.165	28,0%
ACQUISIZIONE AREE	613.309	0	613.309	0,9%
OPERE COMPENSATIVE	0	756.886	756.886	1,1%
SICUREZZA	3.768.143	531.857	4.300.000	6,1%
PROGETTAZIONE ESECUTIVA	1.445.941	199.481	1.645.422	2,3%
<b>TOTALE VALORE OPERE</b>	<b>61.917.656</b>	<b>8.554.136</b>	<b>70.471.792</b>	<b>100,0%</b>

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO - LECCO				
RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA	COMMESSA LC00	LOTTO 01	CODIFICA R.05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. FOGGIO A 75 di 76

## 23 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il PFTE dell'Elettrificazione della linea Albate – Molteno – Lecco è rispondente ai requisiti prescritti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018 e a tutte le Normative di settore applicabili che sono elencate, per ciascuna tipologia di opera civile e tecnologica, all'interno delle Relazioni Tecniche Specialistiche del PFTE delle opere civili e delle opere tecnologiche, al Manuale di Progettazione delle Opere Civili di RFI "RFI DTC SI MA IFS 001 E" in cui per ogni tipologia di opera si definisce nel dettaglio la normativa, le specifiche tecniche e funzionali, gli standard, le prescrizioni generali e particolari da osservare e i requisiti tecnici minimi richiesti per la progettazione, al Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili "RFI DTC SI SP IFS 001 E".

## 24 **ELENCO RELAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO**

L'Elenco delle relazioni tecniche del PFTE è allegato alla presente Relazione Generale (cfr. Allegato 2).

## 25 **ALLEGATI**

Allegato 1 – Valore Opere del PFTE

Allegato 2 – Elenco delle Relazioni Tecniche del PFTE



ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA ALBATE – MOLTENO -  
LECCO

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R.05 RG	MD 00 00 001	A	76 di 76

# ALLEGATI

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84E21002910001

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

### ELETTRIFICAZIONE LINEA COMO – LECCO

### LOTTO 1 - TRATTA ALBATE C. – MOLTENO

ELABORATI GENERALI  
VALORE DELLE OPERE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L C 0 0   0 1   R   0 5   R G   M D 0 0 0 0   0 0 1   A

Rev.	Descrizione	Data	Project Engineer	Direzione Controllo Progetti e Collaudi. Valutazione Investimenti e Prezzi	Project Manager
A	Emissione esecutiva	LUGLIO 2023	V.A. Manitta	G. Pesce	G. Marcheselli

File: LC0001R05RGMD0000001A.doc

n. Elab.:

**PFTE dell'Elettrificazione Como-Lecco per la Tratta Albate C.-Molteno (LOTTO 1)**

**SCHEDA A VITA INTERA PROGETTO**

VOCI	IMPORTI (1) [in Milioni di Euro]	INCIDENZA % SUL VALORE DELLE OPERE	IMPORTI CUMULATI [in Milioni di Euro]
<b>VALUTAZIONE OPERE</b>			
Opere ferroviarie	61,9	88%	61,9
Opere extralinea e di riambientalizzazione	8,6	12%	70,5
<b>TOTALE VALORE OPERE</b>	<b>70,5</b>	<b>100%</b>	

<b>SERVIZI DI INGEGNERIA E DIREZIONE LAVORI</b>	<b>(a cura della Committenza)</b>
<b>CONTRIBUTI DI LEGGE (VIA, Inarcassa, etc)</b>	<b>(a cura della Committenza)</b>
<b>COSTI INTERNI RFI FINO ALLA CONSEGNA DELL'OPERA</b>	<b>(a cura della Committenza)</b>
<b>IMPREVISTI</b>	<b>(a cura della Committenza)</b>
<b>SPESE GENERALI DEL COMMITTENTE</b>	<b>(a cura della Committenza)</b>
<b>LIMITE DI SPESA DELL'INFRASTRUTTURA DA REALIZZARE (1)</b>	<b>(a cura della Committenza)</b>

**NOTE**

**(1) TUTTI GLI IMPORTI ESPRESSI SONO AL NETTO DI IVA**

**PFTE dell'Elettrificazione Como-Lecco per la Tratta Albate C.-Molteno (LOTTO 1)**

**RIEPILOGO GENERALE PER CATEGORIE DI OPERE**

<b>VOCI DI COSTO</b>	<b>IMPORTO RELATIVO AD OPERE FERROVIARIE</b>	<b>IMPORTO RELATIVO AD OPERE EXTRALINEA E DI RIAMBIENTALIZZAZIONE</b>	<b>IMPORTO TOTALE</b>	<b>INCIDENZA SUL TOTALE VALUTAZIONE OPERE</b>
OPERE CIVILI	32.102.962	7.065.911	39.168.873	55,6%
SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA	4.230.135	0	4.230.135	6,0%
IMPIANTI TECNOLOGICI	19.757.165	0	19.757.165	28,0%
ACQUISIZIONE AREE	613.309	0	613.309	0,9%
OPERE COMPENSATIVE	0	756.886	756.886	1,1%
SICUREZZA	3.768.143	531.857	4.300.000	6,1%
PROGETTAZIONE ESECUTIVA	1.445.941	199.481	1.645.422	2,3%
<b>TOTALE VALORE OPERE</b>	<b>61.917.656</b>	<b>8.554.136</b>	<b>70.471.792</b>	<b>100,0%</b>

ALLEGATO 2 - ELENCO DELLE RELAZIONI DEL PFTE DELL'ELETTRIFICAZIONE ALBATE C. - MOLTENO

1	Relazione generale	-	L	C	0	0	0	1	R	0	5	R	G	M	D	0	0	0	0	1	A		
2	Relazione tecnica di esercizio	-	L	C	0	0	0	1	R	1	6	R	G	E	S	0	0	0	1	0	0	1	A
3	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	-	L	C	0	0	0	0	R	6	9	R	G	G	E	0	0	0	1	0	0	1	B
4	Relazione - Indagini bibliografiche	-	L	C	0	0	0	0	R	6	9	R	H	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
5	Relazione di tracciato e d'armamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	R	H	I	F	0	0	0	0	0	0	1	A
6	Relazione di sintesi degli impianti di Trazione Elettrica - LOTTO 1	-	L	C	0	0	0	1	R	1	8	R	G	T	E	0	0	0	0	0	0	1	A
7	Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto - LOTTO 1	-	L	C	0	0	0	1	R	1	8	R	G	L	C	0	0	0	0	0	0	1	A
7	Relazione generale SSE	-	L	C	0	0	0	1	R	1	8	R	O	S	E	0	0	0	0	0	0	1	A
9	Relazione idrologica	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	R	H	I	D	0	0	0	1	0	0	1	A
10	Relazione tecnico descrittiva attraversamenti idraulici	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	R	G	I	N	0	0	0	0	0	0	1	A
11	Relazione generale delle opere civili	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	R	G	O	C	0	0	0	0	0	0	1	A
12	Relazione tecnica descrittiva inteferenze	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	R	G	I	V	0	0	0	0	0	0	1	A
13	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	0	5	0	0	0	0	1	A
14	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	0	6	0	0	0	0	1	A
15	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	0	7	0	0	0	0	1	A
16	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	0	8	0	0	0	0	1	A
17	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	0	9	0	0	0	0	1	A
18	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	1	0	0	0	0	0	1	A
19	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	1	1	0	0	0	0	1	A
20	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	1	2	0	0	0	0	1	A
21	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	1	3	0	0	0	0	1	A
22	Relazione tecnica descrittiva delle opere e di predimensionamento	-	L	C	0	0	0	1	R	2	6	C	L	T	R	1	4	0	0	0	0	1	A
23	Relazione tecnica	---	L	C	0	0	0	1	R	0	7	R	H	G	N	0	0	0	0	0	0	1	A
24	Relazione indagini in galleria	---	L	C	0	0	0	1	R	0	7	R	H	G	N	0	0	0	0	0	0	2	A
25	Relazione di cantierizzazione	-	L	C	0	0	0	1	R	5	3	R	G	C	A	0	0	0	0	0	0	1	A
26	Relazione generale - Impianti Meccanici	-	L	C	0	0	0	1	R	1	8	R	G	T	E	0	0	0	0	0	0	1	A
27	Relazione Generale impianti di Telecomunicazioni	-	L	C	0	0	0	1	R	5	8	R	G	T	C	0	0	0	0	0	0	1	A
28	Schematico impianti di Telecomunicazioni	-	L	C	0	0	0	1	R	5	8	R	P	T	C	0	0	0	0	0	0	2	A
29	Dossier di censimento dei sottoservizi	1:2000	L	C	0	0	0	1	R	5	3	R	G	S	I	0	0	0	0	0	0	1	A
30	Relazione Giustificativa Espropri	-	L	C	0	0	0	1	R	4	3	R	G	A	Q	0	0	0	0	0	0	1	A
31	Relazione di analisi preliminare rispetto alle STI	-	L	C	0	0	0	1	R	2	4	R	G	M	D	0	0	0	0	0	0	1	A
32	Relazione Generale Siti Contaminati	-	L	C	0	0	0	1	R	5	2	R	G	S	B	0	0	0	0	0	0	1	A
33	Studio Archeologico. Relazione generale	-	L	C	0	0	0	0	R	2	2	R	G	A	H	0	0	0	1	0	0	1	A
34	Studio Archeologico. Attività di survey. Relazione	-	L	C	0	0	0	0	R	2	2	R	H	A	H	0	0	0	1	0	0	1	A
35	Aspetti Ambientali della cantierizzazione - Relazione generale	-	L	C	0	0	0	1	R	5	2	R	G	C	A	0	0	0	0	0	0	1	A
36	Piano di Gestione dei Materiali di Risulta - Relazione generale	-	L	C	0	0	0	1	R	5	2	R	G	T	A	0	0	0	0	0	0	1	A
37	Relazione generale	-	L	C	0	0	0	1	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	2	0	0	1	A
38	Dossier fotografico e fotoinserimenti	-	L	C	0	0	0	0	R	2	2	R	H	I	M	0	0	0	2	0	0	1	A