

COMMITTENTE:

RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.



PROGETTAZIONE:

ITALFERR S.p.A.



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA AV/AC Torino-Venezia - Tratta Milano-Verona  
Lotto funzionale Treviglio-Brescia  
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GENERALE

SCALA :

/

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.  
IN11 10 D IF RG MD0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione per CdS	Perego	31/10/07	Homayuni	31/10/07	Perego	31/10/07	

ITALFERR  
dott. ing. DONATELLA LAVACCA  
Ordine ingegneri di BOVARA  
n° 1109

File:

n. Elab.



Questo progetto è cofinanziato  
dalla Comunità Europea

## INDICE

1	PREMESSA.....	4
1.1	Struttura e scopo del documento .....	4
1.2	Quadro normativo .....	4
2	INQUADRAMENTO E ASPETTI FUNZIONALI .....	6
2.1	Tratta Milano-Verona.....	6
2.1.1	Modello di esercizio .....	7
2.2	Lotto funzionale Treviglio-Brescia.....	7
2.2.1	Modello di esercizio .....	8
3	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO .....	10
3.1	Territorio attraversato.....	10
3.2	Descrizione generale degli interventi .....	10
3.2.1	Linea ferroviaria.....	10
3.2.2	Viabilità interferita e extralinea.....	12
3.2.3	Affiancamento e interferenze con infrastrutture esistenti e in progetto .....	12
3.2.4	Corsi d'acqua principali attraversati.....	12
4	GEOLOGIA.....	13
4.1	Inquadramento geologico .....	13
4.2	Inquadramento idrogeologico.....	13
5	IDROLOGIA E IDRAULICA .....	15
5.1	Idrologia .....	15
5.2	Idraulica.....	16
5.2.1	Criteri di progettazione.....	17
6	TRACCIATO FERROVIARIO .....	19
6.1	Caratteristiche del tracciato .....	19
6.2	Tracciato della linea AV/AC e Interconnessione di Brescia Ovest .....	19
6.2.1	Tratto in provincia di Milano (da inizio intervento a progressiva 30+070) .....	20
6.2.2	Tratto in provincia di Bergamo (da progressiva 30+070 a 55+900).....	20
6.2.3	Tratto in provincia di Brescia (da progressiva 55+900 a 11+770).....	20
6.3	Tracciato dell'ingresso urbano in Brescia e interventi in Brescia.....	21
7	OPERE DI LINEA .....	24
7.1	Viadotti ponti .....	24
7.2	Gallerie artificiali.....	26
8	INTERFERENZE CON IL RETICOLO VIARIO E IDRAULICO .....	27
8.1	Interferenze con viabilità esistente.....	27
8.1.1	Cavalcaferrovia .....	28
8.1.2	Sottovia viabilità principale .....	29
8.1.3	Sottovia viabilità poderale.....	30
8.2	Interferenze con reticolo irriguo .....	30
9	IMPIANTI TECNOLOGICI .....	36
9.1	Impianti alimentazione e trazione elettrica .....	36
9.1.1	Sistema di alimentazione AT della tratta AV/AC MI-VR .....	36
9.1.2	Configurazione del sistema di alimentazione del Lotto Funzionale .....	36
9.2	Impianti di segnalamento .....	38
9.3	Impianti di telecomunicazioni.....	39
9.4	Impianti speciali .....	40
9.5	Fabbricati per impianti tecnologici.....	40

**RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	3 di 51

10	VIABILITA' EXTRALINEA.....	42
10.1	Variante all'abitato di Sola ed Isso.....	42
10.2	Variante di Bariano e Morengo.....	42
10.3	Variante sud di Calcio.....	42
10.4	Variante est Urago d'Oglio.....	43
10.5	Variante Romano di Lombardia.....	43
11	COMPATIBILITA' AMBIENTALE.....	44
11.1	Rumore.....	44
11.2	Vibrazioni.....	44
11.3	Verde.....	45
11.4	Archeologia.....	46
11.5	Siti potenzialmente inquinati.....	47
12	CANTIERIZZAZIONE.....	48
12.1	Progetto di caniterizzazione.....	48
12.2	Aspetti ambientali della cantierizzazione.....	48
12.3	Monitoraggio Ambientale.....	49
13	ESPROPRI E ASSERVIMENTI.....	50
13.1	Criteri di stima dell'indennità di esproprio.....	50
13.2	Interferenze con PP.SS.....	51

## 1 PREMESSA

### 1.1 STRUTTURA E SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente Relazione descrittiva ha lo scopo di illustrare il Progetto Definitivo della Tratta AV/AC Milano-Verona, con particolare riferimento al Lotto funzionale Treviglio-Brescia.

Nel presente Capitolo 1 viene introdotto il quadro normativo di riferimento.

Nel Capitolo 2 vengono analizzati i principali aspetti funzionali e il modello di esercizio futuro previsto per l'intera tratta AV/AC Milano-Verona e in particolare per il lotto funzionale Treviglio-Brescia, mentre nel Capitolo 3 si riportano sinteticamente le descrizioni degli interventi previsti in progetto.

Il Capitolo 4 e il Capitolo 5 forniscono il quadro geologico, idrogeologico e ideologico in cui si inserisce il nuovo tracciato ferroviario nonché i principali criteri idraulici adottati per la progettazione.

Il Capitolo 6 espone sinteticamente le principali caratteristiche del tracciato ferroviario e il suo andamento all'interno del territorio attraversato.

I Capitoli 7 e 8 descrivono le principali opere d'arte di linea (ponti, viadotti e gallerie) e di risoluzione delle interferenze col reticolo viario e idraulico secondario.

Nel Capitolo 9 si descrivono gli impianti necessari al funzionamento e alla gestione della circolazione della nuova infrastruttura ferroviaria, nonché i relativi fabbricati.

Nel Capitolo 10 vengono descritte sinteticamente le caratteristiche progettuali delle nuove cinque viabilità extralinea previste in ottemperanza a quanto prescritto dalla delibera CIPE di approvazione del Progetto Preliminare.

Il Capitolo 11 ha lo scopo di illustrare i principali criteri adottati per la progettazione degli interventi atti a garantire la compatibilità ambientale della nuova infrastruttura ferroviaria all'interno del territorio attraversato; vengono inoltre affrontate le tematiche legate all'archeologia e ai siti potenzialmente contaminati interferenti la nuova sede ferroviaria.

Il Capitolo 12 descrive le problematiche legate alla fase di realizzazione dell'opera quali il progetto di cantierizzazione e relativi interventi di mitigazione nonché il monitoraggio ambientale in corso e post opera.

Nel capitolo 13 vengono affrontate le tematiche legate all'espropriazione e alle interferenze con i pubblici servizi interferiti dalla nuova opera ferroviaria.

### 1.2 QUADRO NORMATIVO

La legge 6 dicembre 2001 n. 443, definita "Legge Obiettivo", stabilisce che il Governo, nel rispetto delle attribuzioni costituzionali delle regioni, individui le infrastrutture pubbliche e private e gli insediamenti produttivi strategici e di preminente interesse nazionale da realizzare per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese.

Le norme che regolano la progettazione, l'approvazione dei progetti e la realizzazione delle infrastrutture strategiche di preminente interesse nazionale, sono dettate dal Decreto Legislativo 20 agosto 2002 n. 190 attuativo della legge 443/2001, dal successivo D. Legislativo 17 agosto 2005 n. 189 e dal D. Legislativo 163/2006.

L'intervento rientra nell'ambito del 1° Programma delle Infrastrutture Strategiche di cui alla Deliberazione del 21 dicembre 2001, n. 121/2001 (Legge Obiettivo) del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE). In particolare il Progetto della Linea Ferroviaria AV/AC Treviglio - Brescia rappresenta un Lotto Funzionale della Linea AV/AC Milano - Verona. La stessa linea Milano-Verona è parte del Corridoio Europeo D: Lione - Torino - Milano - Venezia - Trieste - Kiev ed è inserita nel Progetto Prioritario di Essen n°6.

Al fine di ottemperare al disposto Decreto Legislativo 20 agosto 2002 n. 190, è stato sviluppato il Progetto Preliminare della tratta AV/AC Milano-Verona depositato presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in data 10/03/03.

Il CIPE, con propria Delibera prot. 12/03 del 05/12/04, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 08/06/04, ha approvato con prescrizioni e raccomandazioni il progetto preliminare dell'opera ed ha riconosciuto la compatibilità ambientale della stessa.

## 2 INQUADRAMENTO E ASPETTI FUNZIONALI

Il presente capitolo ha lo scopo di descrivere i principali aspetti funzionali e il modello di esercizio futuro previsto per l'intera tratta AV/AC Milano-Verona e in particolare per il lotto funzionale Treviglio-Brescia.

Una trattazione approfondita delle tematiche analizzate è riportata nei documenti:

- IN1111D16RGES0000001A "LINEA AC - RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO"
- IN1112D16RGES0000001A "Ingresso Urbano dell'Interconnessione di Brescia Ovest - RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO".

### 2.1 TRATTA MILANO-VERONA

La linea AC Milano-Verona costituisce un tratto della direttrice Lione – Torino – Milano – Venezia – Trieste – Kiev.

La linea inoltre, essendo parte fondamentale della direttrice Torino-Milano-Venezia, è definita dal Piano Generale dei Trasporti italiano come elemento portante della rete ferroviaria italiana allo scopo di contribuire a mantenere ed incrementare la quota modale di trasporto su ferrovia sia per i viaggiatori sia per le merci.



Figura 2-1 - Inquadramento Tratta AV/AC Milano-Verona

La futura linea Milano-Verona AC risulta fortemente integrata alla linea storica Milano-Venezia e alla rete esistente e si innesta, nei tratti terminali, direttamente nei nodi di Milano e Verona.  
In particolare, nello scenario funzionale di attivazione dell'intera Tratta si prevede:

- Innesto diretto nel nodo di Milano attraverso il quadruplicamento veloce tra Milano e Treviglio già attivato all'esercizio.
- Interconnessione Ovest di Treviglio
- Interconnessione di Treviglio Est
- Interconnessione di Brescia Ovest con ingresso urbano in Brescia
- Interconnessione di Brescia Est
- Interconnessione merci di Verona
- Innesto diretto nel nodo di Verona

### 2.1.1 Modello di esercizio

Sulla base della situazione infrastrutturale futura e dei dati di previsione dello studio SIMPT, luglio '99 del Ministero dei Trasporti è stata elaborato il seguente modello di esercizio.

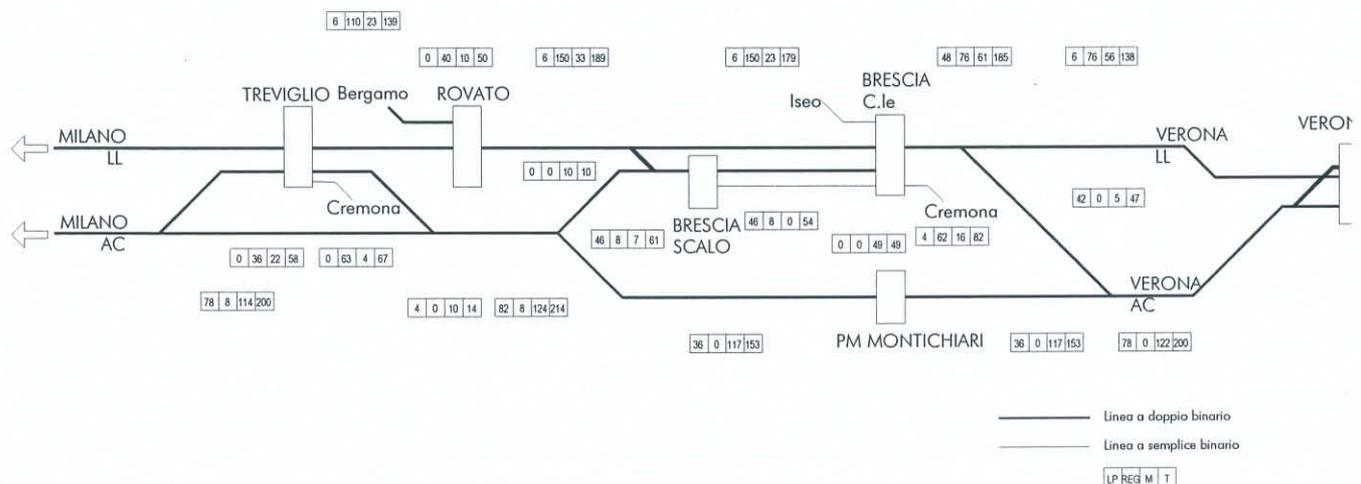


Figura 2-2 - Modello di esercizio a regime

Nella figura precedente sono riportate le quantità di treni ipotizzate sulla direttrice Milano-Verona (linea lenta e veloce) dopo l'attivazione delle linee nuove Milano-Napoli e Torino-Venezia. I volumi dei traffici merci sono relativi all'insieme delle due linee a doppio binario.

## 2.2 LOTTO FUNZIONALE TREVIGLIO-BRESCIA

In riferimento all'intera linea AV/AC descritta, il tratto Treviglio-Brescia ne costituisce il primo lotto funzionale finalizzato all'attivazione del collegamento veloce passeggeri e merci tra i due capoluoghi lombardi.

Il lotto funzionale prevede la realizzazione di

- Innesto in continuità sulla linea Pioltello-Treviglio e realizzazione del nuovo bivio dell'Interconnessione Ovest di Treviglio
- Predisposizione delle opere civili per la futura realizzazione dell'Interconnessione di Treviglio Est

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	8 di 51

- La realizzazione del PC Treviglio Est (per esigenze manutentive);
- La realizzazione del PC Brescia Ovest (per esigenze manutentive);
- Interconnessione di Brescia Ovest
- Predisposizione delle opere civili per il futuro proseguimento in corretto tracciato della linea ferroviaria a sud di Brescia in direzione Verona
- Ingresso urbano in Brescia con adeguamento del piano di stazione di Brescia Scalo e Brescia Centrale

### 2.2.1 Modello di esercizio

Nella figura seguente è riportata la situazione di esercizio attuale sulla tratta Milano-Verona.

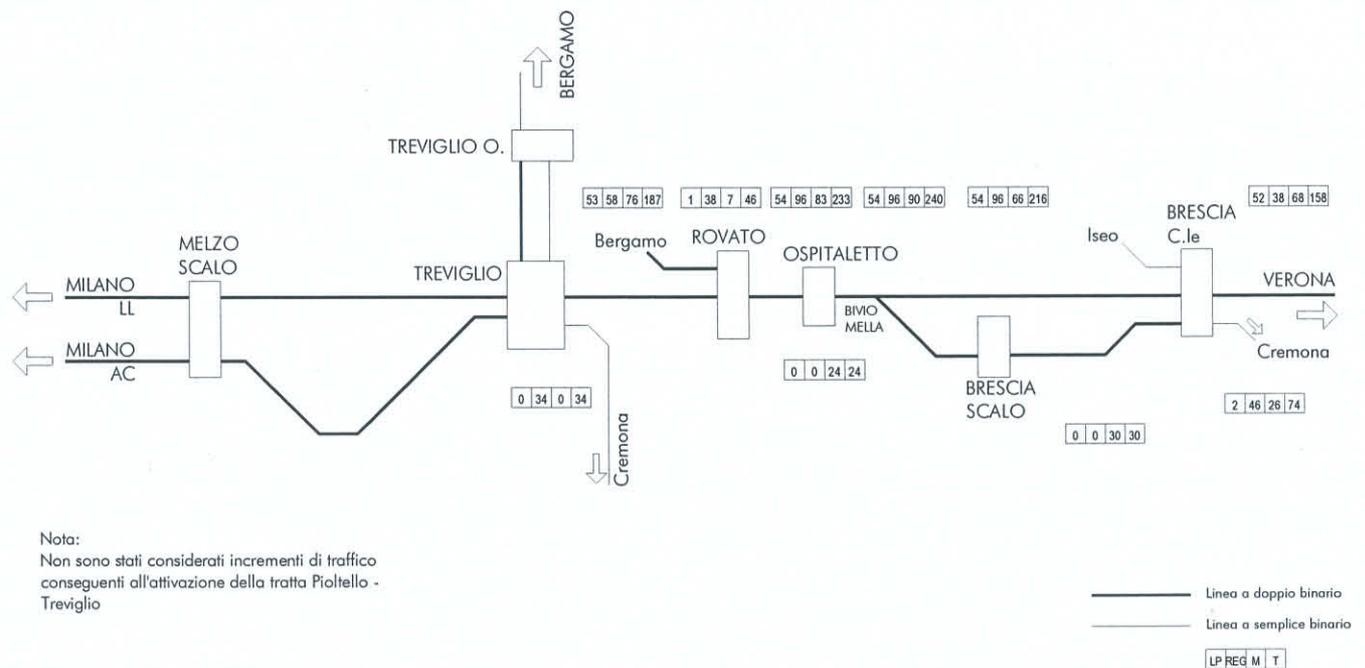
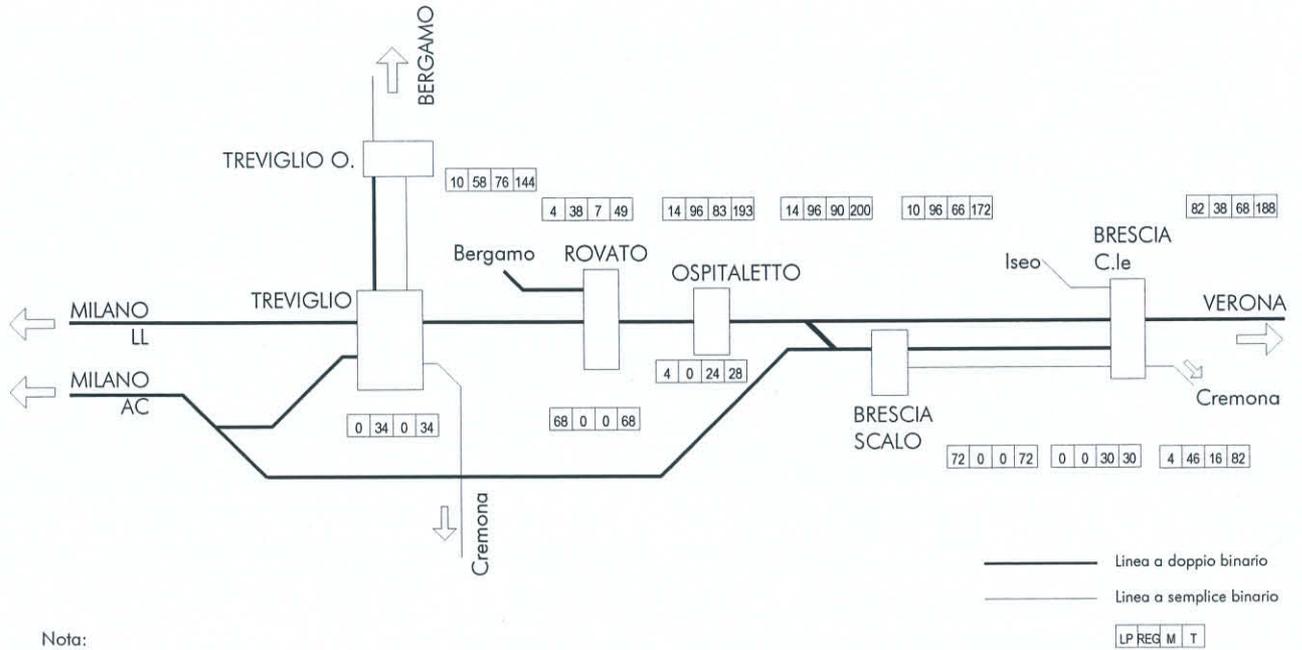


Figura 2-3 - Situazione attuale

Nella figura seguente sono riportate le quantità di treni ipotizzate sulla direttrice Milano-Brescia dopo l'attivazione del lotto funzionale.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	9 di 51



Nota:  
Non sono stati considerati incrementi per l'offerta regionale e merci su LS nel tratto Treviglio - Brescia rispetto alla situazione attuale

Figura 2-4 - Modello di esercizio lotto funzionale

### 3 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Di seguito si riportano sinteticamente le descrizioni degli interventi previsti in progetto; la trattazione specifica di ciascuna parte è rimandata ai capitoli successivi della presente relazione e agli elaborati specialistici attinenti ciascuna disciplina.

#### 3.1 TERRITORIO ATTRAVERSATO

La tratta oggetto del presente Progetto Definitivo si estende interamente in Regione Lombardia su un territorio che comprende 32 Comuni attraversando le province di Milano, Bergamo, Brescia e Cremona; più nel dettaglio:

- In provincia di Milano (1,5 km circa): Comune di Cassano d'Adda
- In provincia di Bergamo (25,9 km circa): Comuni di Casirate D'Adda, Treviglio, Caravaggio, Bairano, Fornovo S. Giovanni, Fara Olivana con Sola, Covo, Antegnate, Calvenzano, Sola, Calcio, Morengo, Pagazzano, Romano in Lombardia, Mozzamanica, Isso e Barbata.
- In provincia di Brescia (28,6 km circa): Comuni di Urago d'Oglio, Chiari, Castrezzato, Rovato, Cazzago San Martino, Travagliato, Ospitaletto, Castegnato, Roncadelle, Brescia, Rudiano, Coccaglio.
- In provincia di Cremona (interessata da viabilità extralinea): Comune di Castel Gabbiano

#### 3.2 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

##### 3.2.1 Linea ferroviaria

Complessivamente l'intervento ha sviluppo pari a circa 56 km di linea ferroviaria così ripartito:

- Linea AV/AC: km 38
- Interconnessione di Brescia Ovest: km 14
- Ingresso urbano in Brescia: km 4

Più precisamente si distingue tra:

- Linea ferroviaria in rilevato: circa 51,3 km
- Linea ferroviaria in viadotto: circa 4,1 km
- Linea ferroviaria in galleria artificiale: circa 0,3 km

Le principali caratteristiche tecniche e prestazionali della nuova infrastruttura sono

- Velocità di progetto 250-300 km/h
- Raggio planimetrico minimo 5.450 m
- Pendenza massima 12-15 ‰
- Interasse tra i binari 4,50 m
- Alimentazione 2x25 kV c.a. 50 Hz
- Segnalamento ERTMS/Livello 2



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

### RELAZIONE GENERALE

## LINEA AV/AC TO-VE - TRATTA MILANO-VERONA LOTTO FUNZIONALE TREVIGLIO-BRESCIA

### PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG.
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	11 di 51



Figura 3-5 - Corografia dell'intervento

	<b>LINEA AV/AC TO-VE - TRATTA MILANO-VERONA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TREVIGLIO-BRESCIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>									
	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	COMMESSA IN11	LOTTO 10	FASE D	ENTE IF	TIPO DOC. RG	OPERA MD0000	PROGR. 002	REV. A	PAG 12 di 51

### 3.2.2 Viabilità interferita e extralinea

Al fine di risolvere le interferenze con la viabilità principale e locale e garantire la permeabilità del territorio attraversato, sono previsti settantasei attraversamenti stradali tra cavalcaferrovia (nove) e sottopassi ferroviari (sessantasette) principali e poderali e relative viabilità di collegamento.

In ottemperanza a quanto prescritto dalla delibera CIPE di approvazione del Progetto Preliminare, il Progetto Definitivo prevede cinque nuove viabilità extralinea per complessivi 17,5 km circa di nuove strade.

### 3.2.3 Affiancamento e interferenze con infrastrutture esistenti e in progetto

La linea AV/AC corre in stretto affiancamento con

- il progetto della nuova autostrada Milano-Brescia (Bre.Be.Mi.) da Treviglio a Ospitaletto, per un'estesa pari a circa 43 Km
- l'esistente linea storica Milano-Venezia lato sud nel tratto terminale di penetrazione in Brescia, per un'estesa pari a circa 10 km .

La nuova infrastruttura interferisce:

- con la linea ferroviaria esistente Treviglio-Cremona risolta mediante il viadotto Caravaggio in comune di Treviglio
- con il progetto della nuova autostrada Bre.Be.Mi. risolta mediante galleria artificiale autostradale in comune di Treviglio
- con il nuovo svincolo di collegamento tra Bre.Be.Mi. e la nuova SP19 risolta mediante il viadotto S. Martino nei comuni di Cazzago S. Martino e Travagliato
- con l'autostrada esistente Milano-Brescia risolta mediante la galleria artificiale A4 in comune di Castegnato
- con la Tangenziale di Brescia esistente risolta mediante la galleria artificiale Tangenziale in comune di Roncadelle e il viadotto Tangenziale in comune di Brescia.

### 3.2.4 Corsi d'acqua principali attraversati

L'infrastruttura ferroviaria attraversa i seguenti principali corsi d'acqua: fiume Serio, fiume Oglio e fiume Mella.

## 4 GEOLOGIA

Viene di seguito esposto il quadro geologico e idrogeologico in cui si inserisce il nuovo tracciato ferroviario. Maggiore dettaglio è riferito negli elaborati dedicati.

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il tracciato della Linea Ferroviaria Treviglio-Brescia in progetto, si sviluppa attraverso l'Alta Pianura Lombarda, un settore della Pianura Padana modellato nelle forme attuali, nell'ultimo milione d'anni, da depositi fluvioglaciali e alluvionali; i primi connessi alle grandi espansioni glaciali pleistoceniche, gli altri all'attività postglaciale, olocenica, degli affluenti del Po.

Tali depositi sono soprattutto rappresentati da ghiaie, sabbie e argille costituenti una coltre, di spessore fino a diverse centinaia di metri, che nasconde un substrato pre-quaternario.

Nei tempi pre-quaternari la Pianura Padana ha avuto significato di avampaese-avanfossa stretta "in morsa" tra i fronti di pieghe e sovrascorrimenti sudalpini vergenti a sud ed appenninici vergenti in direzione opposta.

I diversi settori in cui si articola si sono evoluti in modo differente nel tempo e nello spazio. Quello dell'Alta Pianura Lombarda rientra nella cosiddetta monoclinale pedalpina, con la coltre di sedimenti pliocenico-quaternari, inclinata di pochi gradi verso sud, che sigilla le strutture a pieghe-faglie e sovrascorrimenti sudvergenti del substrato: con successioni terrigene oligo-mioceniche e carbonatiche mesozoiche.

In particolare il tracciato di progetto attraversa le pianure ed estese conoidi di Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mella e si imposta su depositi fluvioglaciali e/o alluvionali quaternari, rappresentati dalle tre unità stratigrafiche così definite:

- Al) Depositi alluvionali degli alvei attuali e recenti: sono depositi alluvionali, costituiti da ghiaie poligeniche eterometriche più o meno sabbioso - limose, in genere poco addensate. Rappresentano le alluvioni degli alvei attuali e/o recenti dei corsi d'acqua principali, affiorando nell'alveo dei Fiumi Adda, Serio e Oglio. [Olocene].
- Al1) Depositi alluvionali terrazzati: sono depositi alluvionali terrazzati, costituiti da ghiaie poligeniche eterometriche più o meno sabbioso - limose, da poco addensate a mediamente addensate. Rappresentano i terrazzi di espansione più antica, rispetto ad Al, dei principali corsi d'acqua, affiorando ai margini di scarpata dell'alveo attuale dei Fiumi Adda, Serio e Oglio. [Olocene].
- fl) Depositi Fluvio-Glaciali e alluvionali dei Bacini dell'Adda, Brembo, Serio e Oglio: sono rappresentati da depositi fluvioglaciali e alluvionali, "Depositi di Pianura", e sono costituiti da alternanze di ghiaie eterometriche più o meno sabbiose, con la frazione fine sabbioso - limosa che diventa talora predominante. [Pleistocene medio - superiore].

Nell'immediato intorno del tracciato ferroviario in oggetto non sono descritti dalla bibliografia più recente elementi neotettonici di sorta.

### 4.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il settore lombardo della Pianura Padana che sarà interessato dalla messa in opera delle strutture in progetto, presenta caratteristiche idrogeologiche del tutto omogenee. Come descritto nel paragrafo precedente, infatti, i terreni affioranti con maggior continuità lungo il previsto tracciato sono sicuramente i depositi di origine fluvioglaciale Pleistocenici che, con spessori elevati, si impostano sul substrato roccioso pre-Pliocenico. La granulometria di questi depositi tende a diminuire con la profondità determinando, di conseguenza, una netta riduzione nella permeabilità degli acquiferi più profondi.

La conducibilità idraulica di questi terreni si mantiene omogeneamente distribuita su valori di classe media, con permeabilità che possono variare dai 10-4 ai 10-6 m/s. In corrispondenza degli orizzonti limoso sabbiosi la conducibilità idraulica può scendere fino a valori estremi di 10-7 10-8 m/s, ma in contesti del tutto localizzati.

Le unità idrogeologiche descritte sono sede di importanti acquiferi, abbondantemente sfruttati ad uso idropotabile, industriale ed irriguo. In generale le captazioni ad uso irriguo si concentrano nei livelli acquiferi più superficiali, mentre i pozzi pubblici e le grandi captazioni industriali raggiungono e sfruttano principalmente gli acquiferi più profondi.

La circolazione idrica sotterranea è fortemente controllata dall'assetto topografico e morfologico del territorio lombardo di interesse. Gli elementi che maggiormente condizionano e controllano la geometria e l'andamento delle linee del flusso sotterraneo sono la topografia, in declino a basso gradiente verso il Fiume Po, a Sud, e la presenza degli alvei attuali dei grandi fiumi alpini (Adda, Serio, Oglio e Mella), che rappresenta un importante agente di controllo sulla circolazione idrica profonda qui caratteristica, con assi di deflusso principale che si orientano da Nord verso Sud o da Nord-NordOvest verso Sud-SudEst.

L'idrografia superficiale, con particolare riferimento ai corsi d'acqua principali (Adda, Serio, Oglio e Mella), svolge un'evidente azione drenante sugli acquiferi descritti, che presentano una soggiacenza media piuttosto elevata (30-40 metri) nelle porzioni più settentrionali della pianura, per diminuire sensibilmente spostandosi verso sud, fino ad annullarsi nella "fascia dei Fontanili".

## 5 IDROLOGIA E IDRAULICA

Il presente capitolo riferisce sinteticamente gli esiti dello studio idrologico, e fornisce una prima indicazione dei criteri idraulici adottati per la progettazione.

Nelle rispettive parti di progetto si ritrova la trattazione dettagliata di tali discipline.

### 5.1 IDROLOGIA

Lo studio idrologico è stato sviluppato al fine di :

- fornire l'inquadramento idrologico generale dell'area di studio sulla base dei dati idroclimatici disponibili, delle caratteristiche morfologiche di copertura del suolo e di studi disponibili; i dati così recuperati sono stati implementati e discretizzati al fine di renderli fruibili per le verifiche idrauliche.
- censire le aste fluviali interferite dalla linea con individuazione delle caratteristiche principali degli stessi.
- individuare i bacini principali imbriferi sottesi e dei sottobacini.
- determinare, in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi principali, le portate di massima piena con assegnato tempo di ritorno al fine di consentire, in sede di studio idraulico il confronto tra i livelli di massima piena e le quote dei manufatti. Conseguentemente potrà essere verificata la compatibilità idraulica delle quote di piano ferro;
- raccogliere ed elaborare i dati al fine di predisporre le prime valutazioni sugli eventi meteorici di breve durata ed elevata intensità, per la determinazione dei coefficienti  $a$  ed  $n$  ed  $n'$  per i vari tempi di ritorno considerati.

La raccolta dei dati, è stata effettuata facendo riferimento alla documentazione fornita dall'Autorità di Bacino del fiume Po, in particolare alle Norme di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico "PAI" - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

Per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali (nell'ambito del PAI), i dati idrologici forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po costituiscono riferimento per le procedure di valutazione della compatibilità idraulica delle opere pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B, di cui all'art. 38 delle Norme di attuazione del PAI, che sono definite dalla specifica "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B".

I parametri pluviometrici raccolti sono stati discretizzati in base alle progressive chilometriche di linea AC. L'estrapolazione delle curve di probabilità pluviometrica a tempi inferiori ad un'ora è stata condotta tramite la *Formula di Bell*.

In particolare, in sintonia con le prescrizioni della direttiva 2/99 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e della delibera della regione Lombardia n°7/7868 del 25-gen-02 e successive modifiche ed integrazioni, il tempo di ritorno degli eventi viene fissato in:

- $Tr = 200$  anni per gli attraversamenti maggiori interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali; di diretta competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e dell'AIPO
- $Tr = 100$  anni per i corsi d'acqua minori di competenza dei comuni o dei Consorzi di Bonifica.

La determinazione dei tempi di ritorno di riferimento per le portate di verifica deve inoltre fare riferimento alle indicazioni contenute nelle Prescrizioni Tecniche Ferroviarie (P.T.F.), nelle quali viene

fatta una classificazione tra corsi d'acqua principali e secondari che si basa, sull'estensione del bacino sotteso dalla sezione in corrispondenza della linea ferroviaria:

- $Tr = 500$  anni per bacini superiori ai 10 kmq;
- $Tr = 200$  anni per bacini inferiori ai 10 kmq;

La verifica è stata pertanto sviluppata prendendo a riferimento per il dimensionamento dell'opera la più vincolante.

La distinzione fatta tra corsi d'acqua principali e secondari si basa, come stabilito dalle Prescrizioni Tecniche Ferroviarie, sull'estensione del bacino sotteso dalla sezione posta in corrispondenza della linea ferroviaria.

Nelle prescrizioni tecniche vengono definiti:

- Principali i corsi d'acqua con bacino superiore ai 10 kmq;
- Secondari i corsi d'acqua con superficie del bacino imbrifero inferiore ai 10 kmq.

A questa classificazione si è poi unita la classificazione fornita dalla delibera regionale precedentemente citata, la quale individua come appartenenti al reticolo idraulico principale quei corsi d'acqua caratterizzati da un "bacino sotteso da un corso d'acqua di lunghezza superiore ai 2 km" o individuati nell'elenco contenuto nell'allegato A annesso alla stessa.

Infine, per individuare i corsi d'acqua di particolare rilevanza idraulica, a quelli ottenuti sommando questi due criteri di classificazione sono stati affiancati anche gli alvei individuati nell'elenco delle acque pubbliche e nella classificazione S.I.B.I.Te.R., acronimo di Sistema Informativo per la Bonifica, l'Irrigazione e il Territorio Rurale.

Pertanto nel caso in cui i corsi d'acqua che non rientrano nella classificazione dei principali secondo il criterio definito nelle P.T.F. ma risultano caratterizzati da peculiarità che li rendono significativi dal punto di vista idraulico sono studiati con lo stesso grado di approfondimento che compete ai principali.

Tenuto conto della precedente distinzione, le valutazioni degli eventi meteorici generatori delle portate di dimensionamento mantengono la differenziazione del tempo di ritorno dell'evento a seconda del grado di importanza del corso d'acqua.

In particolare, in sintonia con quanto prescritto dalle P.T.F il tempo di ritorno degli eventi viene fissato in:

- $Tr = 500$  anni per gli attraversamenti principali - Fiumi e corsi d'acqua con bacino sotteso >10 kmq;
- $Tr = 200$  anni per i corsi d'acqua principali - individuati come tali dalla DGR della regione Lombardia e bacino sotteso <10 kmq;
- $Tr = 200$  anni per i corsi d'acqua minori;
- $Tr = 100-50-25$  per i differenti drenaggi e manufatti di attraversamento stradale.

Basandosi sull'analisi delle precipitazioni che intervengono sul bacino imbriferi determinati sono state ricavate le portate di deflusso dagli stessi. Tali analisi sono state sviluppate per tutti i corsi d'acqua individuati.

Per i corsi d'acqua principali - Fiumi (Fiume Serio, Fiume Oglio e Fiume Mella), compresi nel PAI, sono state adottate le portate in questo dichiarate.

## **5.2 IDRAULICA**

Il tracciato della linea AC si estende in un territorio caratterizzato da una fitta rete idrografica, costituita da Fiumi, torrenti canali di bonifica ed irrigazione, fossi di solo e di drenaggio.

La determinazione delle portate di progetto, le verifiche idrauliche e conseguentemente il dimensionamento delle opere è stato effettuato sulla base delle normative vigenti.

	<b>LINEA AV/AC TO-VE - TRATTA MILANO-VERONA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TREVIGLIO-BRESCIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>									
	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	COMMESSA INT1	LOTTO 10	FASE D	ENTE IF	TIPO DOC. RG	OPERA MD0000	PROGR. 002	REV. A	PAG 17 di 51

Il dimensionamento e la scelta della tipologia delle opere sono stati effettuati sulla base degli indirizzi dei criteri e delle prescrizioni contenute:

- nella direttiva 2/99 dall'Autorità di Bacino per il fiume Po, Per quanto concerne i corsi d'acqua principali inseriti nel PAI, si è fatto diretto riferimento ai valori di portata e ai livelli idraulici stimati nelle norme d'attuazione del PAI medesimo.
- nella D.G.R. 7/7868 per i corsi d'acqua minori.

L'analisi idraulica è stata effettuata al fine di definire, nei limiti dei vincoli imposti dal progetto:

- la tipologia strutturale maggiormente idonea per consentire il deflusso della portata di piena, nel rispetto dei vincoli idraulici, in corrispondenza delle interferenze tra la linea ferroviaria Alta Capacità e i corsi d'acqua principali attraversati;
- la tipologia e la lunghezza delle campate che consenta di ridurre al minimo l'interferenza delle opere con la naturale tendenza evolutiva dell'alveo, consentendo ove possibile all'alveo di divagare liberamente;
- le sistemazioni d'alveo e delle sponde dei corsi d'acqua interferenti con la linea ferroviaria, in modo da predisporre le opportune difese della struttura ferroviaria e consentire lo smaltimento della portata defluente. Tali interventi sono stati previsti al fine di garantire la sicurezza delle strutture ed il rispetto dei criteri e dei vincoli normativi esistenti;
- la massima profondità di scalzamento, solo per i viadotti fluviali, al fine di fornire gli elementi necessari a stabilire l'affondamento delle opere di fondazione rispetto al fondo alveo o al piano golenale. Le opere di fondazione devono infatti essere dimensionate in modo che esse possano garantire la stabilità dell'opera anche in presenza del massimo scalzamento calcolato, senza fare diretto affidamento ai rivestimenti di fondo ed alle opere di protezione eventualmente previste.

### 5.2.1 Criteri di progettazione

Vengono di seguito sinteticamente descritti, i criteri progettuali adottati per la redazione del progetto definitivo. I suddetti criteri sono stati definiti con lo scopo di soddisfare il livello di approfondimento progettuale richiesto dalle normative e dai regolamenti vigenti in materia di lavori pubblici.

La configurazione delle opere e degli interventi è stata sottoposta ad una verifica idraulica sviluppata in moto permanente alla luce di rilievi di dettaglio delle aree di attraversamento fluviale (Serio, Oglio e Mella). Tutti i restanti corsi d'acqua elencati tra i principali sono stati studiati analizzando gli scenari di progetto e confrontando con la configurazione attuale delle aste fluviali.

#### Sistemazioni fluviali

Per la scelta delle opere di difesa sono stati adottati i seguenti criteri:

- Rivestimento dell'intero corpo arginale sia a fiume che a campagna, in modo da garantire la stabilità dello stesso anche in caso di eventuali sollecitazioni subite a causa delle lavorazioni necessarie per la realizzazione delle opere di attraversamento limitrofe.
- Rivestimento a protezione delle sponde dell'alveo inciso. Tali opere non sono state tenute in conto ai fini della protezione delle opere di fondazione dei ponti, quindi potranno essere ricalibrate o in parte eliminate, in funzione dei pareri e delle richieste delle Autorità idrauliche competenti.

Per ogni corso corso d'acqua classificato come principale è stato opportunamente progettato un intervento di sistemazione e di riprofilatura secondo i criteri citati e adottando tecniche di ingegneria naturalistica o le modalità di rivestimento proposte nel quaderno delle opere tipo del PAI.

#### Verifica del franco di progetto

L'analisi idraulica fa esplicito riferimento ai valori dei livelli idrici pubblicati nel PAI e ad i profili idraulici ricavati dai modelli sviluppati nel corso della redazione del progetto definitivo.

E' stata in primo luogo individuata la posizione delle singole opere di attraversamento fluviale rispetto alle sezioni di calcolo dei livelli presenti nel PAI.

Come richiesto dalla direttiva 2/99, è stato verificato che il franco idraulico tra pelo libero e intradosso minimo dell'impalcato fosse superiore 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico.

Ai fini delle ulteriori verifiche richieste dalle Prescrizioni Tecniche Ferroviarie, è stato preso a riferimento il carico totale corrispondente alla portata avente tempo di ritorno 500 anni.

Come richiesto dalle P.T.F., è stato verificato che il franco idraulico tra la linea del carico totale e l'intradosso minimo dell'impalcato fosse superiore ad 0.5 m e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico.

Tutte le simulazioni idrauliche sviluppate per i corsi d'acqua principali hanno analizzato le configurazioni di progetto nell'ipotesi di affiancamento alle infrastrutture parallelamente in progetto facendo riferimento ai dati più aggiornati disponibili.

#### Corsi d'acqua principali non compresi nel PAI e corsi d'acqua secondari

Tra i corsi d'acqua non inclusi nel PAI sono presenti attraversamenti di dimensioni significative per il progetto ed aventi un bacino superiore ai 10 kmq che li collocano, secondo la classificazione prevista dalle P.T.F., tra i corsi d'acqua principali, tra questi sono inclusi anche corsi d'acqua minori ma rilevanti dal punto di vista idraulico.

Per consentirne lo scavalco dell'alveo saranno adottati dei ponti a solettone di luce pari a 25 m, o in alternativa ponti scatolari di larghezza pari a 5 m, nel caso di corsi d'acqua con sezioni di dimensioni contenute sono stati previsti manufatti idonei. La scelta del manufatto è stata effettuata in funzione della morfologia e dell'ampiezza del corso d'acqua, al fine di non creare strozzature o modifiche significative al percorso dell'alveo.

## 6 TRACCIATO FERROVIARIO

Di seguito si descrivono sinteticamente le principali caratteristiche del tracciato ferroviario e il suo andamento all'interno del territorio attraversato.

### 6.1 CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO

Il progetto nasce dallo sficcio dell'interconnessione del quadruplicamento Pioltello – Treviglio e termina all'interno dell'impianto di Brescia; per semplicità di descrizione le progressive di linea elencate nei paragrafi successivi si riferiscono sempre al binario pari.

Caratteristica	Valore
Velocità di progetto	
km 27+424.97 al km 29+762.15 (linea AC)	v= 250 km/h
km 29+762.15 al km 66+997.22 (linea AC)	v= 300 km/h
km 0+000 al km 14+200 (int. Bs Ovest e penetrazione urbana di Brescia)	v= 160 km/h
km 14+200 al km 16+800 (nodo di Brescia)	v= 100 km/h
km 16+800 al km 17+926 (nodo di Brescia)	v= 60 km/h
Pendenza massima	14.657 ‰
Interasse binari	
Da inizio tratta al km 30+620 circa (linea AC)	Var. da 5.00m a 4.50m
dal km 30+620 circa al km 66+997.22 (linea AC)	4.50 m
dal km 0+000 al km 2+090 circa (int. Bs Ovest)	Var. fino a 4.00 m
dal km 2+090 circa al termine del progetto	4.00 m
Deviatoi lungo linea AC	60 U/1200/0.040 V=100 km/h
	60 U/par/0.022 V=160 km/h
Interferenze a raso	Nessuna
Corretto tracciato	Milano-Brescia
Posti di comunicazione	
Treviglio est km 42+997.95	V= 100 km/h
Brescia Ovest km 66+223.18	V= 160 km/h

### 6.2 TRACCIATO DELLA LINEA AV/AC E INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST

L'inizio del progetto coincide la punta scambi dell'interconnessione di Treviglio posta alla progressiva 27+424.97, il collegamento con l'impianto di Treviglio risulta oggi già in esercizio con i binari che corrono in corretto tracciato fino all'impianto stesso.

L'intervento del progetto definitivo consiste pertanto nella sostituzione della curva esistente con due deviatori 60 uni 0.022 tali da consentire il proseguimento della linea verso Brescia e il collegamento verso Treviglio in deviata alla velocità di 160 km/h.

Il tratto compreso tra l'inizio e la progressiva 28+630 prevede la costruzione dei soli binari e della tecnologia in quanto le opere civili risultano già realizzate in ambito del collegamento Pioltello – Treviglio.

La geometria della nuova infrastruttura ferroviaria ha uno sviluppo totale di circa 56 km (progressive crescenti da Milano verso Brescia ) e il tracciato può essere diviso in tre tratti principali:

- Linea AC dalla progressiva 27+424.97 alla progressiva 66+997.22 (39.570 km circa);
- interconnessione di Brescia Ovest dalla progressiva 0+000 alla progressiva 11+770 (11.770 km circa)
- penetrazione urbana del nodo di Brescia dalla progressiva 11+770 alla progressiva 17+340 circa (asse fabbricato viaggiatori di Brescia Centrale)

### 6.2.1 Tratto in provincia di Milano (da inizio intervento a progressiva 30+070)

Il tracciato ha inizio dalla punta scambi dell'interconnessione di Treviglio ovest sviluppandosi inizialmente a nord dell'autostrada BreBeMi. L'infrastruttura si mantiene in basso rilevato con pendenza quasi orizzontale seguendo la morfologia del terreno. In questo tratto sono presenti piccole opere di attraversamento idraulico.

Alla progressiva 30+075 è posto il viadotto Fontanile realizzato con una unica campata di circa 28 m e necessario all'attraversamento di una roggia.

### 6.2.2 Tratto in provincia di Bergamo (da progressiva 30+070 a 55+900)

La ferrovia prosegue, quindi, in rilevato e viene attraversata prima da 3 sottovia di viabilità del casello autostradale di Casirate e successivamente dal cavalcavia dell' SS 472 (km 32+437 circa) e da un sottovia (km 33+780 circa).

La ferrovia, che si eleva dopo l'attraversamento della ferrovia esistente Treviglio – Cremona con il viadotto Caravaggio (l=992.80m), scende repentinamente per essere sottopassata dalla galleria artificiale BreBeMi che si affianca a nord. In corrispondenza dell'attraversamento autostradale è posto anche il cavalcavia della SS11 che supera entrambe le infrastrutture.

La nuova linea prosegue sempre in leggero rilevato interrotto dalle opere di sottoattraversamento di fossi, rogge e cavalcavia e sottovia viari.

Alla progressiva 38+000 circa viene realizzata una galleria artificiale necessaria alla interconnessione di Treviglio est che sarà completata nella successiva fase funzionale. Al fine di ridurre al minimo le soggezioni all'esercizio durante la realizzazione dell'interconnessione dal km 38+000 circa al 39+275 circa viene realizzata la sede definitiva per lo sfiocco.

Il tracciato, che ora prosegue in rilevato con altezza variabile da 2 a 5 m circa, viene attraversato dalle opere stradali ed idrauliche previste per il mantenimento dei reticoli infrastrutturali preesistenti.

Al km 42+997.95 è posto il P.C. di Treviglio che è realizzato per una velocità in deviata di 100 km/h.

Dalla progressiva 43+530 circa la linea corre in viadotto con una lunghezza di circa 960 m necessario all'attraversamento del fiume Serio.

La ferrovia si sviluppa successivamente in rilevato basso interrotto dalle opere di sottoattraversamento di fossi, rogge e cavalcavia e sottovia viari. In questo tratto vengono realizzati 2 soli cavalcavia stradali per l'attraversamento della SP 104 (km 48+050) e della strada comunale al km 49+872.

Al km 52+261 ha inizio il viadotto Oglio (l= 1287m) necessario al superamento dell'incisione morfologica del territorio nel quale scorre il fiume medesimo.

### 6.2.3 Tratto in provincia di Brescia (da progressiva 55+900 a 11+770)

Superato il fiume Oglio, la ferrovia si porta in rilevato alto mediamente di circa 6 metri dal piano di campagna tale da consentire alle infrastrutture idrauliche e viarie esistenti di sottopassare la linea AC e di scavalcare BreBeMi che in questo tratto si sviluppa in trincea profonda. In questa zona tutte le opere di attraversamento sulla ferrovia sono realizzate tramite dei sottovia scatolari.

Di seguito, nella zona di inizio dell'interconnessione di Brescia ovest, la ferrovia ritorna in rilevato basso. In analogia a quanto previsto e già descritto per l'interconnessione di Treviglio est, l'opera civile del proseguimento della linea AC verso Verona viene realizzata in questa fase funzionale fino alla progressiva 68+315 circa dove termina la galleria artificiale di attraversamento del binario pari di interconnessione. Durante questa prima fase funzionale i deviatori previsti 60 uni 0.022 sono sostituiti con curve atte a consentire una velocità pari a 160 km/h.

Dal km 0+000 al km 2+090 circa i binari pari e dispari corrono in maniera indipendente.

Il binario pari ha inizio alzandosi di quota rispetta al piano di campagna per scavalcare la futura linea AC per Verona che attraversa con una galleria artificiale e due viadotti di approccio.

Il binario dispari invece si sviluppa in basso rilevato in adiacenza a BreBeMi.

Dal km 2+090 circa i due binari corrono paralleli e complanari su una unica sede a 4 metri di interasse.

Dopo un breve tratto in basso rilevato la nuova sede ferroviaria sale di quota e attraversa tramite il viadotto S. Martino (l= 768 m) lo svincolo in progetto di BreBeMi.

L'autostrada, che ora assume il nome di tangenziale, si porta in trincea profonda e tramite la galleria artificiale di Lovernato sottopassa la nuova linea ferroviaria allontanandosene per poi proseguire verso sud est.

La ferrovia invece prosegue oltrepassando il Rio Seriola Castrina in viadotto (l= 448 m) per poi scendere repentinamente a quota campagna, portandosi con una curva di raggio 1296 m e velocità pari a 160 km/h, in stretto affiancamento a sud della Linea Storica.

Qui i due nuovi binari corrono pressochè complanari alla Linea Storica distanziandosene leggermente in corrispondenza della galleria artificiale sulla A4 (km 9+500 circa) e successivamente per consentire lo scavalco della tangenziale in maniera autonoma da quello esistente sulla Linea Storica (km 10+680 circa).

Il tracciato prosegue in rilevato con il sottovia scatolare di Via della Mandolossa alla progressiva 11+475 circa terminando al km 11+770 dove ha inizio la penetrazione urbana del nodo di Brescia; da questo punto il progetto prosegue poi in stretto affiancamento planoaltimetrico con la linea storica sino alla penetrazione in Brescia.

### **6.3 TRACCIATO DELL'INGRESSO URBANO IN BRESCIA E INTERVENTI IN BRESCIA**

L'intervento si caratterizza come naturale ed organica prosecuzione del progetto definitivo della Interconnessione di Brescia Ovest e l'inizio degli interventi, riguardanti il nodo di Brescia, risulta essere:

- Binario pari progressiva km 11+770.00;
- Binario dispari progressiva km 11+746.80.

Da tali progressive la coppia di binari suddetta si trova posizionata in affiancamento alla linea storica Milano-Venezia, a quota 128.91 m e su un piano in leggera discesa 0.0011.

Alla progressiva 11+840 la livelletta cambia in ascesa 0.0037 fino alla chilometrica 13+461 dove raggiunge quota 134.83 m. Il tratto iniziale si presenta con un lungo rettilineo di 2.500 m circa, su nuova sede con rilevati di altezza di circa 4 6 m dal piano campagna, al km 14+335 tale rilevato si annulla, entrando in area ferroviaria.

In questo tratto troviamo il nuovo Bivio Mella che permette l'interscambio della linea AV con la linea "storica" (P.S.: 13+818 e 14+075); inoltre, la comunicazione tra il pari "storica" e il dispari "interconnessione" del nuovo bivio ha un modulo utile di 650 m.

Dopo aver attraversato il fiume Mella con un nuovo ponte a tre binari il tracciato, dopo una breve curva di 900 m di raggio, entra in "Brescia Scalo" e si colloca sulla sede dei primi due binari di scalo.

Le pendenze di questa tratta sono tutte in leggera discesa, fino alla progressiva 15+370, dove si raggiunge la quota 134.41 m; segue un percorso ancora in leggera ascesa sino alla fine dallo scalo, dopo, la livelletta si impenna con pendenza 0.00606 (p. max.) per recuperare quota e affiancarsi nuovamente alla linea "storica".

La velocità di tracciato della tratta si adatta allo stato esistente e non permette più di 100 km/h; modeste sono le correzioni planimetriche (raggio minimo 750 m) e l'altimetria si discosta di pochi centimetri, le radici dello scalo subiscono alcuni adeguamenti.

Nell'area compresa tra la linea "storica" e lo scalo viene realizzato un Posto di Manutenzione per la linea AV/AC con ingressi, da est e da ovest, da entrambe le linee.

La funzionalità del P.M. è così distribuita:

- 1 binario dedicato arrivi e/o partenze modulo 480 m;
- 3 binari dedicati alla sosta modulo 220 m circa;
- 2 Aste di 370 m di modulo;
- 2 binari di 70 m di modulo circa per ricovero carrello.

Il dispositivo d'armamento del P.M. consente movimenti a 30 km/h, solo l'accesso al binario a/p è previsto a 60 km/h.

Il tracciato, lasciato l'area di Brescia Scalo, raggiunge, alla progressiva 16+399, la quota 138.14 m, e da un'ascesa 0.00606 prosegue, fino alla conclusione dell'intervento, con pendenze molto vicino all'orizzontale.

Alla progressiva 16+800 la velocità di progetto passa da 100 a 60 km/h e per salvaguardare il più possibile il tessuto urbano il tracciato della nuova linea AV/AC, con un andamento tortuoso di quattro curve (raggi non inferiori a 400 m) e intercalati da brevi tratti di rettilineo, entra in Brescia attestandosi al ottavo e al nono binario di stazione.

Infine, il progetto della nuova linea AV/AC termina sulle punte scambio di un bivio, a 60 km/h, posto sulla linea "Storica" in uscita dai marciapiedi di stazione lato Verona.

La progressiva finale risulta essere:

- Binario pari progressiva km 17+951;
- Binario dispari progressiva km 17+926.

Tra Brescia Scalo e Brescia Centrale si prevede un quinto binario d'indipendenza merci, questo binario ha le funzioni di collegamento tra i due impianti ed è posto a sud della linea "interconnessione" e con identica quota altimetrica.

Le curve planimetriche, del tratto finale del tracciato, si adattano al corridoio esistente dell'ingresso ovest di Brescia, comunque, non scendono sotto valori di 400 m di raggio.

La stazione di Brescia, che ha caratteristiche legate al tipo di traffico sia locale che a lunga percorrenza, si configura con sei marciapiedi, con modulo banchina di 400 m, due sottopassaggi con rampe e ascensori per disabili, altezze dal p.f. delle banchine di 0.25 m, inoltre, il primo marciapiede sarà prolungato lato est, per un modulo banchina di 100 m, a servizio del binario tronco dedicato agli attestamenti dei treni locali.

Nel P.R.G. di Brescia trovano posto tredici binari di circolazione, undici adibiti al traffico viaggiatori e due alla circolazione merci, inoltre, sono previsti due binari plateali per lavaggio treni e tre binari tronchi (due ad ovest e uno ad est) per attestamenti di traffico locale.

La funzionalità della stazione è così distribuita:

- Binario 1 e 2 a servizio dei treni della linea storica "Milano-Venezia";
- Binario 3, 4, 5 e 6 a servizio dei treni adibiti al traffico regionale;

- Binario 7 precedenza "AV/AC" e "Regionali";
- Binario 8 e 9 a servizio dei treni della linea "AV/AC Milano-Venezia";
- Binario 10 precedenza "AV/AC" e "Cremona";
- Binario 11 a servizio dei treni della linea "Cremona";
- Binario 12 e 13 a servizio della circolazione dei treni merci;
- Binario 14 e 15 a servizio lavaggio treni.

Il dispositivo d'armamento, in ingresso e uscita dai marciapiedi di stazione, consente movimenti a 60 km/h, su tutte le direttrici principali, invece, sui binari di traffico regionale e di servizio la velocità prevista è a 30 km/h.

## 7 OPERE DI LINEA

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare le principali opere di linea previste in progetto. Si fa particolare riferimento a ponti e viadotti e gallerie.

Per una descrizione di maggior dettaglio di ciascuna opera si rimanda agli elaborati specialistici di progetto.

La tabella seguente riporta l'elenco delle opere d'arte principali presenti lungo la linea.

Opera	Inizio (km)	Fine (km)	Lunghezza (m)
Viadotto Fontanile	30+064	30+091	28
Viadotto Caravaggio	34+263	34+556	293
Galleria artificiale autostradale Br.Be.Mi. "Treviglio" interferente con linea AV/AC	35+250	35+707	457
Galleria artificiale Interconnessione di Treviglio Est	37+972	38+091	119
Viadotto Serio	43+526	44+484	957
Ponte Fosso Bergamasco I	46+676		20
Ponte Canale Naviglio Cremona	54+750		20
Viadotto Oglio	55+261	56+548	1287
Galleria artificiale Interconnessione di Brescia Ovest	68+254	68+316	62
Viadotto 1P Interconnessione Brescia Ovest	0+912	1+261	349
Viadotto 2P Interconnessione Brescia Ovest	1+326	1+575	249
Viadotto S.Martino Interconnessione Brescia Ovest	3+517	4+285	768
Galleria artificiale autostradale Br.Be.Mi. "Lovernato" interferente con Interconnessione Brescia Ovest	5+187		
Viadotto Seriola Castrina Interconnessione Brescia Ovest	5+365	5+813	448
Galleria artificiale sottoattravers. A4 – ITC BS-Ovest	9+489	9+596	107
Galleria artificiale Tangenziale sud di Brescia – ITC BS-Ovest	10+642	10+739	97
Ponte Mandolossa	12+159	12+170	11
Ponte via Roncadelle	12+225	12+242	17
Ponte via Colombaie	13+031	13+039	8
Ponte via Violino	13+829	13+840	11
Viadotto Mella	14+168	14+242	75
Viadotto su Tangenziale ovest	14+735	14+768	33
Ponte via Dalmazia	16+423	16+439	16

### 7.1 VIADOTTI PONTI

#### Viadotto Fontanile

E' un viadotto a singola campata realizzato da una campata isostatica costituita da impalcato a 4 cassoncini in c.a.p. di luce  $L = 30$  m, con intervallata  $i = 5.00$  m.

#### Viadotto Caravaggio

Il Viadotto Caravaggio ha uno sviluppo complessivo di 292,80 m. è costituito da 11 campate isostatiche luce pari a 25 m realizzate da impalcato a 4 cassoncini in c.a.p. ed una singola campata di luce pari a 20 m realizzata da impalcato a travi incorporate.

#### Viadotto Serio

Il viadotto ha uno sviluppo complessivo di 957,40 m ed è costituito da 32 campate isostatiche di luce 30 m realizzate da impalcati a quattro cassoncini in c.a.p.

#### Ponte Fosso Bergamasco I

L'opera ha sviluppo pari a 20 m realizzato con unica campata realizzata con impalcato a travi incorporate.

#### Ponte Canale Naviglio Cremona

Di sviluppo pari a 20 m realizzato con unica campata realizzata con impalcato a travi incorporate.

#### Viadotto Oglio

L'opera ha uno sviluppo complessivo di 1287,40 m. Si prevedono 43 campate isostatiche di luce 30 m realizzate con impalcati a in c.a.p. a quattro cassoncini.

#### Viadotto 1P Interconnessione Brescia Ovest

Il Viadotto 1P, a singolo binario ha uno sviluppo complessivo di 348,80 m e comprende 14 campate isostatiche di luce pari 25 m realizzate da impalcati due cassoncini in c.a.p. Il viadotto, in corrispondenza dell' ultima campata lato Brescia appoggia sulla galleria dell'interconnessione di Brescia Ovest su linea AV/AC.

#### Viadotto 2P Interconnessione Brescia Ovest

Il Viadotto 2P, a singolo binario, ha uno sviluppo complessivo pari a 248,80 m ed è costituito da 10 campate isostatiche di luce 25 m realizzate da impalcati due cassoncini in c.a.p. In corrispondenza della prima campata lato Milano, l'impalcato appoggia sulla galleria dell'interconnessione di Brescia ovest su linea AV/AC.

#### Viadotto S. Martino

Il Viadotto S. Martino, a doppio binario interasse 4,0 m, ha uno sviluppo complessivo di 767,60 m e comprende 23 campate isostatiche di luce 30 m realizzate da impalcati a quattro cassoncini in c.a.p. e da 2 campate di luce L=40 m con impalcato a struttura mista.

#### Viadotto Seriola Castrina

Il Viadotto Senola - Castrina , a doppio binario interasse 4,0 m, ha sviluppo pari a di 447,60 m e comprende 18 campate isostatiche di luce L=25 m realizzate da impalcati a quattro cassoncini in c.a.p.

#### Ponte Mandolossa

Il ponte Mandolossa a unica luce ha uno sviluppo pari a 11,00 m e sarà realizzato ad una distanza di circa 30 m a sud del ponte esistente e prevede l'utilizzo di un impalcato a travi incorporate semplicemente poggiate.

#### Ponte via Roncadelle

Il ponte su via Roncadelle ha uno sviluppo pari a 16,60 m, e consente alla linea ferroviaria in progetto di scavalcare via Roncadelle mediante un'unica campata realizzata con un impalcato a travi incorporate, lasciando inalterata la livelletta stradale esistente.

#### Ponte via Colombaie

L'opera ha uno sviluppo pari a 8,00 m a unica campata realizzata con travi incorporate.

#### Ponte via Violino

Il nuovo ponte ha uno sviluppo pari a 11,44 m, ed è costituito da un'unica campata, realizzata a travi incorporate di larghezza sufficiente a mantenere inalterate le caratteristiche geometriche di via Violino.

#### Viadotto Mella

L'opera è ubicata immediatamente a valle del ponte storico e realizza un perfetto affiancamento piano-altimetrico tra le due infrastrutture posizionando le relative pile esattamente in ombra. Il nuovo viadotto è costituito da 7 campate a travi incorporate semplicemente poggiate.

#### Viadotto su Tangenziale ovest

L'opera, a singolo binario, ha uno sviluppo pari a 33,30 m, e consente al binario di accesso al Posto di Manutenzione di Brescia Scalo di scavalcare la Tangenziale di Brescia e la viabilità di accesso all'impianto stesso mediante 2 campate di luce pari a 12,30 m a scavalcare la tangenziale e 1 campata di luce pari a 9,35 m per lo scavalco della viabilità di accesso all'area ferroviaria.

#### Ponte via Dalmazia

Il ponte di via Dalmazia ha uno sviluppo pari a 16,61 m, realizzato mediante due campate a travi incorporate semplicemente appoggiate di luce pari a 7,66 m.

#### Ponte via Corsica

La nuova opera verrà realizzata in affiancamento al sottovia esistente.

Le caratteristiche della sezione stradale ed il franco altimetrico resteranno invariate e non si prevede di intervenire con una riprofilatura dell'attuale livelletta stradale.

## **7.2 GALLERIE ARTIFICIALI**

Si distingue tra tre tipologie principali di opere.

- Galleria artificiale ferroviaria tutta fuori terra oltre lo spiccatto della fondazione impiegata in corrispondenza delle interconnessioni di Treviglio Est e di Brescia Ovest e caratterizzate da modesto sviluppo.
- Galleria artificiale ferroviaria scatolare interrata inserita nel rilevato stradale utilizzate per la risoluzione delle interferenze con l'Autostrada A4 e la Tangenziale di Brescia.
- Galleria autostradale interrata posta al di sotto del piano campagna a sottopassare la linea ferroviaria presso Treviglio (linea AC) e presso Lovernato (ITC-BS-Ovest). In particolare nel caso della Lovernato, la galleria autostradale nel tratto di sottoattraversamento alla linea presenta un secondo livello di struttura scatolare in c.a. con estensione di circa 125 m a cavallo della intersezione stessa. Invece lo sviluppo complessivo della galleria autostradale è di circa 275 m.

## 8 INTERFERENZE CON IL RETICOLO VIARIO E IDRAULICO

Di seguito vengono elencate le interferenze con il reticolo infrastrutturale esistente e descritte le opere di risoluzione delle interferenze stesse, atte a garantirne la funzionalità.

Si fa riferimento in particolare alle reti di viabilità esistente e al reticolo irriguo e idraulico minore presente sul territorio.

Ogni maggior dettaglio è riportato nei documenti progettuali attinenti le rispettive discipline.

### 8.1 INTERFERENZE CON VIABILITÀ ESISTENTE

La tabella seguente riporta l'elenco dei cavalcaferrovia e sottovia necessari per risolvere le interferenze con il reticolo viario esistente.

Opera	Progr. (km)
SOTTOPASSO CASELLO CASIRATE 1	30+542
SOTTOPASSO CASELLO CASIRATE 2	30+749
Sottopasso Nuovo Raccordo Treviglio – Casello di Treviglio	31+370
SOTTOPASSO CICLOPEDONALE SS472	32+280
CAVALCAFERROVIA SS 472	32+437
SOTTOPASSO PODERALE	32+694
SOTTOPASSO PODERALE	32+994
SOTTOPASSO PODERALE	33+209
SOTTOPASSO SP 136	33+780
CAVALCAFERROVIA SS 11 CON PISTA CICLABILE	35+539
CAVALFERROVIA SC ZIBETTI	36+742
SOTTOPASSO OVEST SVINCOLO CARAVAGGIO BBM (*)	36+403
SOTTOPASSO SVINCOLO CARAVAGGIO BBM (*)	36+423
SOTTOPASSO EST SVINCOLO CARAVAGGIO BBM (*)	36+444
SOTTOPASSO PODERALE	37+053
SOTTOPASSO CICLOPEDONALE SP132	37+384
SOTTOPASSO SP132	37+402
SC CARAVAGGIO - BRIGNANO	37+958
SOTTOPASSO VIA BATTISTI	38+258
SOTTOPASSO PODERALE	38+907
CAVALCAFERROVIA SC CARAVAGGIO - MASANO	39+102
SOTTOPASSOCICLOPEDONALE SC CARAVAGGIO - BRIGNANO	39+242
CAVALCAFERROVIA VALLICELLE	40+576
CAVALCAFERROVIA SS 591	41+750
SOTTOPASSO CICLO PEDONALE SS 591	41+926
SOTTOPASSO PODERALE	42+445
SOTTOPASSO SC FARA OLIVANA	45+112
SOTTOPASSO PODERALE	45+699
SOTTOPASSO PODERALE	46+352
SOTTOPASSO SP103	46+552
CAVALCAFERROVIA SP 104	48+047
SOTTOPASSO PODERALE	48+639
SOTTOPASSO SS 498	48+889
SOTTOPASSO PODERALE	49+313
SOTTOPASSO PODERALE	49+562
CAVALCAFERROVIA SC SARACINESCA	49+872
SOTTOPASSO SS11	51+221

SOTTOPASSO PODERALE	51+608
SOTTOPASSO PODERALE	52+460
SOTTOPASSO VIA CANTANARA	53+022
SOTTOPASSO PODERALE	54+523
SOTTOPASSO SP106	55+126
CAVALCAFERROVIA SP2	56+703
SOTTOPASSO SP 18	57+518
SOTTOPASSO PODERALE	58+517
SOTTOPASSO RUDIANO	59+532
SOTTOPASSO PODERALE	59+740
SOTTOPASSO PODERALE	60+016
SOTTOPASSO SP 72	60+500
SOTTOPASSO OVEST SVINCOLO CHIARI BBM (*)	60+224
SOTTOPASSO SVINCOLO CHIARI BBM (*)	60+251
SOTTOPASSO EST SVINCOLO CHIARI BBM (*)	60+269
SOTTOPASSO PODERALE	60+869
SOTTOPASSO S.C.	61+336
SOTTOPASSO PODERALE	61+678
SOTTOPASSO OVEST AREA DI SERVIZIO SUD CHIARI (*)	61+816
SOTTOPASSO EST AREA DI SERVIZIO SUD CHIARI (*)	61+858
SOTTOPASSO SP 17	62+069
SOTTOPASSO PODERALE	62+567
SOTTOPASSO SP 60	62+801
SOTTOPASSO PODERALE	63+118
SOTTOPASSO PODERALE	64+006
SOTTOPASSO VIA VALENCA	65+129
SOTTOPASSO SP 62	65+427
SOTTOPASSO PODERALE	65+673
SOTTOPASSO ROVATO	66+063
SOTTOPASSO PODERALE	66+755
SOTTOPASSO	67+374
SOTTOPASSO VIA BERTUZZI	67+992
SOTTOPASSO PODERALE	2+227
SC CAZZAGO S.MARTINO	2+822
SOTTOPASSO EX SP 19	5+992
SOTTOPASSO PODERALE	6+431
SOTTOPASSO INT. BRESCIA	7+306
SOTTOPASSO PODERALE	8+913
SOTTOPASSO PODERALE	9+600
SOTTOPASSO PODERALE	10+398
SOTTOPASSO MANDOLOSSA (*)	11+474

(\*) = La definizione progettuale di tali opere rimane in attesa della definitiva progettazione degli svincoli autostradali.

### 8.1.1 Cavalcaferrovia

Per i cavalcaferrovia si prevedono campate con travi in c.a.p. sia sulla linea AV/AC che sull'autostrada Bre.Be.Mi. Fanno eccezione i tratti in obliquo dove vengono adottate strutture miste acciaio-clc nelle campate di scavalco dell'autostrada.

Nella tabella che segue sono elencati i 9 cavalcaferrovia presenti lungo il tracciato e riportata la categoria stradale di appartenenza.

Opera	Progr. (km)	Categoria
CVF SS 472	32+437	C1
CVF SS 11	35+539	C1+Pista Cilc.
CVF SC ZIBETTI	36+742	F2
CVF SC Caravaggio-Masano	39+102	F1
CVF SC Via Vallicelle	40+576	F1
CVF SS.591	41+750	C1
CVF SP 104	48+047	C2
CVF SC Via Saracinesca	49+872	F2
CVF SC SP2	56+703	C2

### 8.1.2 Sottovia viabilità principale

Altre interferenze stradali con la linea sono state risolte tramite la progettazione di strutture scatolari. Nel caso delle opere in falda l'invito al sottopasso avviene con l'ausilio di muri ad "U". I sottovia presentano una larghezza netta conforme alla categoria della strada.

La tabella seguente riepiloga tali sottovia.

Opera	Progr. (km)
SOTTOPASSO CASELLO CASIRATE 1	30+542
SOTTOPASSO CASELLO CASIRATE 2	30+749
Sottopasso Nuovo Raccordo Treviglio – Casello di Treviglio	31+370
SOTTOPASSO CICLOPEDONALE SS472	32+280
SOTTOPASSO SP 136	33+780
SOTTOPASSO OVEST SVINCOLO CARAVAGGIO BBM (*)	36+403
SOTTOPASSO SVINCOLO CARAVAGGIO BBM (*)	36+423
SOTTOPASSO EST SVINCOLO CARAVAGGIO BBM (*)	36+444
SOTTOPASSO CICLOPEDONALE SP132	37+384
SOTTOPASSO SP132	37+402
SOTTOPASSO SC CARAVAGGIO - BRIGNANO	37+958
SOTTOPASSO VIA BATTISTI	38+258
SOTTOPASSOCICLOPEDONALE SC CARAVAGGIO - BRIGNANO	39+242
SOTTOPASSO CICLO PEDONALE SS 591	41+926
SOTTOPASSO SC FARA OLIVANA	45+112
SOTTOPASSO SP103	46+552
SOTTOPASSO SS 498	48+889
SOTTOPASSO SS11	51+221
SOTTOPASSO VIA CANTANARA	53+022
SOTTOPASSO SP106	55+126
SOTTOPASSO SP 18	57+518
SOTTOPASSO RUDIANO	59+532
SOTTOPASSO SP 72	60+500
SOTTOPASSO OVEST SVINCOLO CHIARI BBM (*)	60+224
SOTTOPASSO SVINCOLO CHIARI BBM (*)	60+251
SOTTOPASSO EST SVINCOLO CHIARI BBM (*)	60+269
SOTTOPASSO S.C.	61+336
SOTTOPASSO OVEST AREA DI SERVIZIO SUD CHIARI (*)	61+816
SOTTOPASSO EST AREA DI SERVIZIO SUD CHIARI (*)	61+858
SOTTOPASSO SP 17	62+069

SOTTOPASSO SP 60	62+801
SOTTOPASSO VIA VALENCA	65+129
SOTTOPASSO SP 62	65+427
SOTTOPASSO ROVATO	66+063
SOTTOPASSO	67+374
SOTTOPASSO VIA BERTUZZI	67+992
SC CAZZAGO S.MARTINO	2+822
SOTTOPASSO EX SP 19	5+992
SOTTOPASSO INT. BRESCIA	7+306
SOTTOPASSO MANDOLOSSA (*)	11+474
(*) = La definizione progettuale di tali opere rimane in attesa della definitiva progettazione degli svincoli autostradali	

### 8.1.3 Sottovia viabilità poderale

I sottovia poderali, oltre a garantire al territorio la continuità dei collegamenti Nord-Sud, permettono anche l'accessibilità all'area interclusa. Si tratta complessivamente di 28 attraversamenti.

## 8.2 INTERFERENZE CON RETICOLO IRRIGUO

In sintonia con le prescrizioni della direttiva 2/99 dell'autorità di bacino del fiume Po e della delibera della regione Lombardia n°7/7868 del 25/01/02, il tempo di ritorno degli eventi viene fissato in:

- Tr=200 anni per gli attraversamenti maggiori interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali; di diretta competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e dell'AIPO
- Tr=100 anni per i corsi d'acqua minori di competenza dei comuni o dei consorzi di Bonifica.

La determinazione dei tempi di ritorno di riferimento per le portate di verifica deve inoltre fare riferimento alle indicazioni contenute nelle Prescrizioni Tecniche per la Progettazione (PTP) ferroviarie ove viene fatta una classificazione tra corsi d'acqua secondari e principali che si basa, sull'estensione del bacino sotteso dalla sezione in corrispondenza della linea ferroviaria:

- Tr=500 anni per bacini superiori ai 10 Km<sup>2</sup>;
- Tr=200 anni per bacini inferiori ai 10 Km<sup>2</sup>.

La verifica verrà pertanto sviluppata prendendo a riferimento per il dimensionamento dell'opera la più vincolante.

A questa classificazione si è poi unita la classificazione fornita dalla delibera regionale precedentemente citata la quale individua come appartenenti al reticolo idraulico principale quei corsi d'acqua caratterizzati da un "bacino sotteso da un corso d'acqua di lunghezza superiore ai 2 Km" o individuati nell'elenco contenuto nell'allegato A annesso alla stessa.

Pertanto i corsi d'acqua che non rientrano nella classificazione dei "principali" secondo il criterio definito nelle PTP ma risultano caratterizzati da peculiarità che li rendono significativi dal punto di vista idraulico, sono studiati con lo stesso grado di approfondimento che compete ai "principali" ma che definiremo "maggiori".

Tenuto conto della precedente distinzione la valutazione degli eventi meteorici generatori delle portate di dimensionamento mantengono la differenziazione del tempo di ritorno dell'evento secondo il grado di importanza del corso d'acqua.

In particolare, in sintonia con quanto prescritto dalle P.T.P. il tempo di ritorno degli eventi è fissato in:

- Tr=500 anni per gli attraversamenti principali;
- Tr=200 anni per i corsi d'acqua maggiori - secondari;
- Tr= 200 anni per i corsi d'acqua minori;
- Tr=100 - 50 - 25 per i differenti drenaggi e manufatti di attraversamento stradale.

Il tracciato della linea AC si estende in un territorio caratterizzato da una fitta rete idrografica costituita da fiumi, torrenti, canali di bonifica ed irrigazione, fossi di scolo e di drenaggio.

La determinazione delle portate di progetto, le verifiche idrauliche e conseguentemente il dimensionamento delle opere è stato effettuato sulla base delle nuove normative e vigenti.

Il dimensionamento e la scelta della tipologia delle opere sono stati effettuati sulla base degli indirizzi dei criteri e delle prescrizioni contenute nella direttiva 2/99 dall'Autorità di Bacino per il Fiume Po.

Complessivamente il progetto di risoluzione del reticolo idraulico minore ripristina quello esistente garantendo la restituzione dei recapiti esistenti a monte e a valle dell'opera AC.

La tabella seguente riassume le interferenze idrauliche e relativa modalità di risoluzione.

Opera	Progr. (km)
TOMBINO Ø 1500	28+652.00
TOMBINO Ø 1500	28+787.00
TOMBINO 3.00X1.50	29+033.00
TOMBINO 2.00X2.00	29+143.00
TOMBINO 2.00X2.00	29+822.00
TOMBINO Ø 1500	29+990.00
TOMBINO 3.00X2.00	30+275.00
TOMBINO Ø 1500	30+445.00
TOMBINO Ø 1500	30+736.00
TOMBINO 3.00X2.00	30+762.00
TOMBINO Ø 1500	31+075.00
TOMBINO 2.00X2.00	31+350.00
TOMBINO 5.00X3.00	31+486.00
TOMBINO 4.00X2.00	31+560.00
TOMBINO Ø 1500	31+940.00
TOMBINO Ø 1500	32+217.00
TOMBINO 3.00X1.50	32+480.00
TOMBINO 3.00X1.50	32+784.00
TOMBINO 2.00X2.00	32+967.00
TOMBINO Ø 1500	33+007.00
TOMBINO 2.00X2.00	33+085.00
TOMBINO 2.00X2.00	33+577.00
TOMBINO 2.00X2.00	34+015.00
TOMBINO 2.00X2.00	34+724.00
TOMBINO Ø 1500	35+029.00
TOMBINO 2.00X2.00	35+288.00
TOMBINO 2.00X2.00	36+328.00

**RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	32 di 51

TOMBINO 3.00X2.00	36+717.00
TOMBINO 3.00X2.00	37+047.00
TOMBINO 3.00X1.50	37+279.00
TOMBINO 3.00X2.00	37+432.00
TOMBINO 2.00X2.00	37+528.00
TOMBINO 2.00X2.00	37+936.00
TOMBINO 2.00X2.00	38+272.00
TOMBINO 3.00X2.00	38+460.00
TOMBINO 5.00X3.00	38+696.00
TOMBINO 2.00X2.00	38+746.00
TOMBINO 2.00X2.00	38+980.00
TOMBINO 2.00X2.00	39+132.00
TOMBINO 2.00X2.00	39+222.00
TOMBINO 2.00X2.00	39+325.00
TOMBINO Ø 1500	39+843.00
TOMBINO 2.00X2.00	40+661.00
TOMBINO Ø 1500	40+852.00
TOMBINO 3.00X2.00	41+074.00
TOMBINO Ø 1500	41+242.00
TOMBINO 2.00X2.00	41+700.00
TOMBINO 4.00X2.00	42+188.00
TOMBINO Ø 1500	42+398.00
TOMBINO 2.00X2.00	42+510.00
TOMBINO 2.00X2.00	43+215.00
TOMBINO Ø 1500	44+637.00
TOMBINO 3.00X2.00	44+894.00
TOMBINO Ø 1500	45+090.00
TOMBINO 2.00X2.00	45+191.00
TOMBINO Ø 1500	45+570.00
TOMBINO 4.00X2.00	45+755.00
TOMBINO 2.00X2.00	45+798.00
TOMBINO Ø 1500	46+201.00
TOMBINO 2.00X2.00	46+490.00
TOMBINO 2.00X2.00	46+565.00
TOMBINO Ø 1500	46+813.00
TOMBINO Ø 1500	47+114.00
TOMBINO 2.00X2.00	47+400.00
TOMBINO 4.00X3.00	47+603.00
TOMBINO 4.00X3.00	48+022.00

**RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	33 di 51

TOMBINO 4.00X3.00	48+340.00
TOMBINO 4.00X3.00	48+570.00
TOMBINO Ø 1500	48+875.00
TOMBINO Ø 1500	48+920.00
TOMBINO Ø 1500	49+535.00
TOMBINO 2.00X2.00	49+725.00
TOMBINO Ø 1500	50+660.00
TOMBINO Ø 1500	51+292.00
TOMBINO 2.00X2.00	51+885.00
TOMBINO Ø 1500	52+292.00
TOMBINO Ø 1500	53+423.00
TOMBINO 2.00X2.00	53+569.00
TOMBINO Ø 1500	53+815.00
TOMBINO Ø 1500	54+347.00
TOMBINO Ø 1500	54+583.00
TOMBINO Ø 1500	54+787.00
TOMBINO 2.00X2.00	54+836.00
TOMBINO Ø 1500	54+842.00
TOMBINO Ø 1500	55+183.00
TOMBINO Ø 1500	56+722.00
TOMBINO Ø 1500	57+018.00
TOMBINO 2.00X2.00	57+405.00
TOMBINO Ø 1500	57+746.00
TOMBINO Ø 1500	58+013.00
TOMBINO Ø 1500	58+269.00
TOMBINO Ø 1500	58+436.00
TOMBINO Ø 1500	58+550.00
TOMBINO 2.00X2.00	58+914.00
TOMBINO Ø 1500	59+091.00
TOMBINO Ø 1500	59+292.00
TOMBINO Ø 1500	59+710.00
TOMBINO Ø 1500	60+000.00
TOMBINO 3.00X2.00	60+157.00
TOMBINO Ø 1500	60+471.00
TOMBINO 2.00X2.00	60+830.00
TOMBINO Ø 1500	60+932.00
TOMBINO 2.00X2.00	61+244.00
TOMBINO Ø 1500	61+358.00
TOMBINO 2.00X2.00	61+698.00

**RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	34 di 51

TOMBINO Ø 1500	61+921.00
TOMBINO Ø 1500	62+102.00
TOMBINO 2.00X2.00	62+292.00
TOMBINO Ø 1500	62+577.00
TOMBINO 2.00X2.00	62+668.00
TOMBINO Ø 1500	63+102.00
TOMBINO 2.00X2.00	63+195.00
TOMBINO 2.00X2.00	63+579.00
TOMBINO 2.00X2.00	64+018.00
TOMBINO 2.00X2.00	64+299.00
TOMBINO Ø 1500	64+935.00
TOMBINO Ø 1500	65+143.00
TOMBINO Ø 1500	65+487.00
TOMBINO 2.00X2.00	65+701.00
TOMBINO 2.00X2.00	66+009.00
TOMBINO 2.00X2.00	66+178.00
TOMBINO 2.00X2.00	66+445.00
TOMBINO 2.00X2.00	66+685.00
TOMBINO 2.00X2.00	66+833.00
TOMBINO 2.00X2.00	67+026.00
TOMBINO 2.00X2.00	67+776.00
TOMBINO 2.00X2.00	67+902.00
TOMBINO 2.00X2.00	68+100.00
TOMBINO 2.00X2.00	0+780.00
TOMBINO Ø 1500	2+180.00
TOMBINO 2.00X2.00	2+353.00
TOMBINO 4.00X3.00	2+584.00
TOMBINO 3.00X2.00	2+668.00
TOMBINO 3.00X2.00	2+789.00
TOMBINO 2.00X2.00	2+926.00
TOMBINO 2.00X2.00	3+106.00
TOMBINO 3.00X2.00	4+407.00
TOMBINO 2.00X2.00	4+727.00
TOMBINO 2.00X2.00	4+924.00
TOMBINO 2.00X2.00	5+015.00
TOMBINO 2.00X2.00	5+283.00
TOMBINO Ø 1500	6+165.00
TOMBINO 2.00X2.00	6+407.00
TOMBINO 4.00X2.00	6+677.00

**RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	35 di 51

TOMBINO 2.00X2.00	6+923.00
TOMBINO 2.00X2.00	7+708.00
TOMBINO 3.00X2.00	8+447.00
TOMBINO Ø 1500	8+825.00
TOMBINO 2.00X2.00	9+250.00
TOMBINO 2.00X2.00	9+310.00
TOMBINO 2.00X2.00	9+867.00
TOMBINO Ø 1500	10+388.00
TOMBINO 2.00X2.00	10+417.00
TOMBINO 2.00X2.00	11+111.00
TOMBINO Ø 1500	11+438.00
TOMBINO 2.00X2.00	11+577.00

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua secondari risultano distribuiti nelle classi tipologiche indicate nella seguente tabella:

Tipologia sezione	Dimensioni (m)
circolare	Diametro 1500
scatolare	2.00 x 2.00
scatolare	3.00 x 1.50
scatolare	3.00 x 2.00
scatolare	3.00 x 3.00
scatolare	4.00 x 2.00
scatolare	4.00 x 3.00
scatolare	5.00 x 3.00

## 9 IMPIANTI TECNOLOGICI

Nel presente capitolo si descrivono gli impianti necessari al funzionamento e alla gestione della circolazione della nuova infrastruttura ferroviaria, in particolare si tratta di:

- Impianti di alimentazione e trazione ferroviaria
- Impianti di segnalamento
- Impianti di telecomunicazione
- Impianti speciali

Vengono inoltre sinteticamente presentati i fabbricati previsti per la ubicazione delle relative apparecchiature.

Una descrizione di maggior dettaglio è riportata nei singoli elaborati specialistici, sia relativamente agli impianti che per quanto attiene le opere civili correlate.

### 9.1 IMPIANTI ALIMENTAZIONE E TRAZIONE ELETTRICA

#### 9.1.1 Sistema di alimentazione AT della tratta AV/AC MI-VR

Per la tratta AC Milano – Verona è stato previsto un sistema di alimentazione integrato con due sole SSE 25 kV c.a. (CHIARI e CALCINATO) che possono fornire una reciproca riserva nella gestione delle emergenze.

Considerate le criticità connesse con l'adeguamento dell'esistente elettrodotto FS in prossimità di aree altamente urbanizzate, è stata prevista una configurazione di alimentazione AT tipo "Punto-Punto" direttamente dalle STAZIONI TERNA 380 kV di CHIARI e LONATO con collegamenti AT dedicati la cui realizzazione è stata definita in doppia terna su unica palificata.

I benefici di tale soluzione, rispetto a quella inizialmente prevista nel progetto preliminare, sono connessi ad una diminuzione dello sviluppo complessivo degli elettrodotti ed un conseguente minore impatto nell'inserimento territoriale degli stessi.

Per contro, al fine di garantire una adeguata affidabilità del sistema di alimentazione, si rende necessario prevedere in entrambe le succitate stazioni TERNA 380 kV, l'aggiunta di un secondo stallo nonché acquisire la disponibilità di TERNA ad assicurare la "piena riserva" in caso di guasto sul trasformatore dedicato all'alimentazione AC.

#### 9.1.2 Configurazione del sistema di alimentazione del Lotto Funzionale

Considerata la configurazione generale del sistema di alimentazione dell'intera tratta AC MILANO – VERONA, quello inerente la trazione elettrica ed atto a garantire la funzionalità del Lotto TREVIGLIO – BRESCIA in questione, richiede la realizzazione delle seguenti nuove S.S.E. :

- SSE AC CHIARI      25 kV (ubicata alla pk 62+800 circa)
- SSE OSPITALETTO    3 kV (ubicata alla pk 8+650 circa della IC di Brescia Ovest)

Nella realizzazione del Lotto Funzionale Treviglio – Brescia, l'alimentazione degli impianti TE a 25 kV c.a. compresi tra i due POC di Treviglio e di Ospitaletto e la cui estensione complessiva sarà di circa 34 Km, è demandata alla sola SSE AC CHIARI.

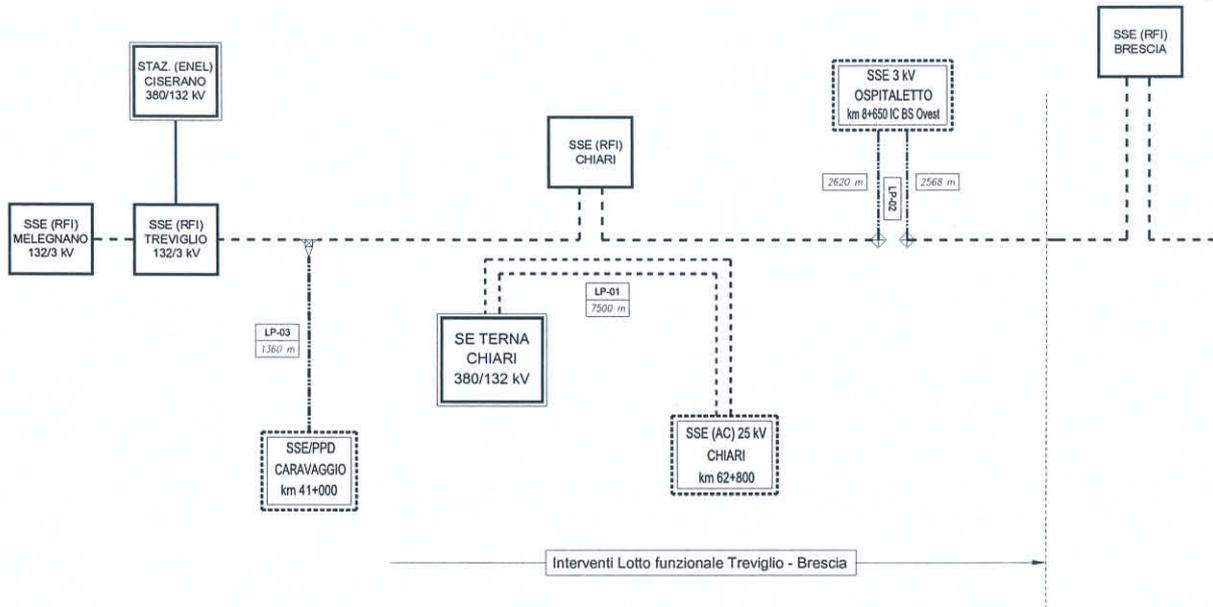


Figura 9-1 - Configurazione del sistema di alimentazione

#### Configurazione prevista per l'alimentazione AT

Al fine di garantire una adeguata affidabilità al sistema di alimentazione che, pur se con limitazioni alla circolazione, consente la gestione dell'eventuale fuori servizio della SSE AC di CHIARI, si prevede di realizzare una alimentazione di soccorso previo inserimento di un gruppo di trasformazione in alternata 132/25 kV nell'area del PPD di CARAVAGGIO (pk 41+000) e la cui alimentazione AT potrà essere garantita da un elettrodotto di collegamento in derivazione dalla rete primaria AT 132 kV di RFI TREVIGLIO – CHIARI.

Il suddetto collegamento primario AT a 132 kV, da realizzarsi in semplice terna, avrà una lunghezza di circa Km 1,3.

Tale soluzione potrà comunque costituire una "riserva" anche dopo il completamento della tratta AV/AC MI-VR.

#### SSE AC di CHIARI 132 kV /25 kV

Per l'alimentazione della nuova SSE AC di CHIARI, si prevede un collegamento "Punto-Punto" con la STAZIONE TERNA 380 kV di CHIARI.

Per il collegamento tra questa ultima e la SSE AC di CHIARI, si prevede la realizzazione, secondo gli standard FS definiti per le linee primarie AT a 132 kV, di una linea elettrica a 132 kV in doppia terna su unica palificata per una lunghezza stimabile in circa Km 7,6.

L'inserimento territoriale del tracciato di tale collegamento AT sarà compatibilizzato con le esigenze territoriali.

#### SSE AC di OSPITALETTO 132 kV /3 Kv c.c.

Relativamente al sistema di alimentazione 3 kV c.c. del tratto a valle del POC di Brescia Est (quadruplicamento e penetrazione in Brescia), si conferma la realizzazione della SSE OSPITALETTO 3 kV c.c. che sarà a sua volta alimentata in configurazione "Entra-Esci" direttamente dall'esistente rete primaria AT 132 kV di RFI previa apertura della stessa e realizzazione di un elettrodotto di

collegamento da realizzarsi su semplici terne separate per una lunghezza complessiva di circa Km 3,5.

#### POSTI DI PARALLELO

Definita la posizione della SSE di CHIARI (funzionale all'intera tratta), nella realizzazione del Lotto Funzionale Treviglio – Brescia, si prevede di realizzare i dei Posti di Parallelo Semplice (PPS) e Doppio (PPD) in corrispondenza delle seguenti progressive chilometriche:

- km 30+900 - PPS di CASSANO
- km 41+000 - PPD di CARAVAGGIO
- km 50+577 - PPD di CALCIO

Verifiche sulle cadute di tensioni saranno operate per valutare l'inserimento di un parallelo pari dispari per la chiusura del sistema di alimentazione 2 x 25 kV c.a. nel tratto a valle della SSE di CHIARI verso Brescia.

Nell'area del PPD di CARAVAGGIO, come indicato al punto 2.3.8.1.3., sarà inserito il gruppo di trasformazione in alternata 132/25 kV per garantire l'alimentazione di soccorso previo collegamento AT in derivazione dalla rete primaria 132 kV di RFI TREVIGLIO – CHIARI.

## **9.2 IMPIANTI DI SEGNALAMENTO**

### Tratta AV/AC

Il Sistema di Segnalamento previsto su tutte le tratte AV/AC e quindi anche sulla tratta Treviglio Brescia, è il sistema ERTMS di livello 2, realizzato mediante:

- un'architettura a logica concentrata per la gestione del distanziamento treni in linea – Radio Block Centre – (RBC);
- un'architettura a logica concentrata - multistazione - per la gestione dei movimenti nei vari Posti di servizio (PdS) e l'acquisizione delle condizioni di blocco in linea;
- La logica di gestione della circolazione dei treni in sicurezza risiede nel Nucleo Vitale del Posto Centrale Multistazione (PCM) e nel Nucleo Vitale di RBC.

In ciascun PdS sono presenti apparecchiature che garantiscono l'attuazione dei comandi impartiti dal centro e l'invio al PCM del controllo degli enti di piazzale. Ogni PdS è collegato al PCM mediante una LAN ad anello in fibra ottica.

L'RBC realizza un sistema di blocco radio a sezioni di blocco fisse con segnalamento in cabina di guida dei rotabili privo di segnali fissi luminosi (l'adozione del sistema ERTMS di livello 2 non prevede l'impiego di segnalamento luminoso laterale ai fini dell'esercizio in analogia alle linee già in esercizio della rete AV/AC Italia). La linea AV/AC è infatti suddivisa in sezioni di blocco costituite da uno o più in audiofrequenza. L'RBC elabora le informazioni inerenti lo stato della linea provenienti da PCM e i messaggi provenienti dai treni via radio (sistema GSM-R) per stabilire le condizioni di marcia da trasmettersi (sempre via radio) a ciascun treno controllato della tratta.

Le apparecchiature di RBC e PCM saranno collocate nel fabbricato di Posto Centrale di Milano Martesana e saranno interfacciate tramite una rete locale dedicata.

### Sistema Comando e Controllo (SCC)

Per la gestione e l'esercizio della tratta AC è prevista un'architettura gerarchica costituita da un posto di supervisione (PSV) a cui rispondono i vari SCC (Sistema di comando e Controllo) di tratta.

Il SCC della Linea AC Treviglio-Brescia è realizzato nel fabbricato di Posto Centrale.

La tecnologia SCC comprende i sottosistemi di:

- circolazione - per la regolazione del traffico mediante telecomando degli impianti di segnalamento;

- trazione elettrica - per il telecomando degli impianti di trazione elettrica (Sottostazioni Elettriche, Posti di Parallelo e di Sezionamento) inclusa la messaggistica per le operazioni di toltensione;
- diagnostica e manutenzione - per il monitoraggio e la manutenzione delle infrastrutture e delle apparecchiature controllate dall'SCC;
- telesorveglianza e sicurezza - per il supporto alla gestione di situazioni di emergenza o pericolose segnalate dagli impianti antintrusione e antincendio;
- telecomunicazioni - per la gestione e il controllo di tutte le apparecchiature di telecomunicazione.

L'SCC sarà collegato ai sistemi tipici della nuova linea e ai sistemi preesistenti di gestione del traffico compartimentali.

#### Ingresso urbano nel nodo di Brescia

La progettazione degli impianti di Segnalamento riguarda:

- l'adeguamento degli apparati di stazione di Brescia C.le
- il rifacimento dell'impianto di Brescia Scalo con soppressione dell'attuale Bivio Mella che sarà incorporato nel nuovo apparato di Brescia Scalo;
- gli interventi sulle tratte di BAB afferenti e/o interne al nodo di Brescia per il loro adattamento agli interventi previsti dal progetto.

### **9.3 IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI**

#### Tratta AV/AC

La progettazione degli impianti di Telecomunicazioni riguarda:

- Il sistema Lunga Distanza che prevede due dorsali a 32 f.o. e apparati SDH ADM e relativi MUX;
- Il sistema Terra-Treno (sottosistema Radio BSS) che prevede la distribuzione lungo linea di stazioni radio-base BTS per una copertura RF della linea ferroviaria di supporto al segnalamento per il distanziamento treni basato su ERTMS livello 2;
- Gli impianti di telefonia selettiva di piazzale e lungo linea per le comunicazioni di servizio del personale ferroviario;
- Gli impianti di telefonia automatica ;
- La supervisione per la diagnostica degli impianti TLC che prevede postazioni specializzate dedicate LD/SDH, TT, STSI con interfacciamento al sistema GD-TLC (SGRT);
- Predisposizione dell'attrezzaggio tecnologico TLC afferente le Interconnessioni linea storica/AV di Treviglio Ovest e Brescia Ovest;
- La predisposizione al collegamento con l'MSC del PCS della tratta Torino-Novara relativamente all'apparato NSS del sistema TT e l'integrazione con la rete GSM-R RFI (AC/AV e Linee Convenzionali) preesistente.

#### Ingresso urbano nel nodo di Brescia

La progettazione degli impianti di Telecomunicazioni riguarda:

- l'adeguamento della rete cavi di telecomunicazioni, di tipo principale e secondario, e degli apparati di telefonia selettiva di stazione di Brescia C.le
- il rifacimento della rete cavi di telecomunicazioni e dell'impianto di telefonia selettiva di Brescia Scalo conseguente alla soppressione dell'attuale Bivio Mella che sarà incorporato nel nuovo apparato di Brescia Scalo;

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>LINEA AV/AC TO-VE - TRATTA MILANO-VERONA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TREVIGLIO-BRESCIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>									
	<b>RELAZIONE GENERALE</b>	COMMESSA IN11	LOTTO 10	FASE D	ENTE IF	TIPO DOC. RG	OPERA MD0000	Progr. 002	REV. A	PAG. 40 di 51

- l'adeguamento dei sezionamenti di linea connessi con gli interventi sulle tratte di BAB afferenti e/o interne al nodo di Brescia per il loro adattamento agli interventi previsti dal progetto.

#### 9.4 IMPIANTI SPECIALI

Date le caratteristiche degli apparati contenuti all'interno dei locali tecnologici dei fabbricati lungo linea, si rende necessaria la realizzazione di impianti ausiliari che garantiscano la protezione e il corretto funzionamento delle apparecchiature.

Pertanto si prevedono impianti di rivelazione e spegnimento incendi, impianti di antintrusione e videosorveglianza e impianti di condizionamento, riscaldamento e ventilazione, che garantiscano il mantenimento delle temperature entro limiti stabiliti.

Oltre a questi, si prevedono impianti di base per i fabbricati presenziati, quali gli impianti di climatizzazione e riscaldamento e quello idrico sanitario.

Le soluzioni impiantistiche sono state scelte in base alla destinazione d'uso dei vari locali. Tutti gli impianti sono interfacciabili con il sistema di supervisione, per il comando e controllo da una postazione remota (SCC).

#### 9.5 FABBRICATI PER IMPIANTI TECNOLOGICI

I fabbricati si sviluppano su un unico livello e sono costituiti da telai a tessitura unidirezionale con pilastri e travi in c.a. a sostenere solai in latero-cemento. Sono previste sia coperture del tipo "a padiglione" che a terrazza calpestabile.

Le strutture di fondazione sono organizzate in travi rovesce lungo il perimetro e cordoli di collegamento trasversali.

Le tamponature esterne sono a doppia foderata: la foderata esterna è costituita da mattoni in calcestruzzo, quella interna da blocchetti di calcestruzzo vibrocompresso. Interposti tra le fodere vi sono una camera d'aria ed un pannello coibente.

Lungo il perimetro degli edifici è presente un cornicione a sbalzo con soletta piena in c.a.

La tabella seguente riporta l'elenco dei fabbricati previsti lungo linea.

Fabbricato	Progr. (km)	Dimensioni (lpxh)
Cabina TE Treviglio	27+000	13.60x8.20x5.20
PPS CASSANO	30+900	10.00x4.30x3.40
PT CARAVAGGIO	33+400	57.30x6.40x3.45
PPD CARAVAGGIO	41+000	10.00x4.30x3.40
PC/PJ TREVIGLIO EST	41+136	65.00x6.40x3.45
PT ANTEGNATE	49+626	57.30x6.40x3.45
PPD CALCIO	50+577	10.00x4.30x3.40
PT CHIARI	59+080	57.30x6.40x3.45
SSE AC CHIARI	62+800	13.00x7.10x3.40
PC/PJ BRESCIA OVEST	66+900	65.00x6.40x3.45
SSE-3KVCC OSPITALETTO	8+647	32.00x11.50x5.20
PT Ospitaletto	8+748	57.30x6.40x3.45
FSA Brescia Scalo	14+820	49.55x12.60x6.00
Cabina MT/BT FSA	14+763	10.80x6.40x2.85
Cabina MT/BT PC ACS	14+970	16.20x6.40x2.85
PC ACS Brescia Scalo	15+000	42.00x6.40x3.10

**RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROGR.	REV.	PAG
IN11	10	D	IF	RG	MD0000	002	A	41 di 51

Cabina MT/BT GA1	15+470	10.80x6.40x2.85
GA1 Brescia Scalo	15+510	14.40x6.40x3.00
Cabina TE Brescia Centrale	17+300	13.60x8.20x5.20

Le figure seguenti riproducono un esempio tipologici di fabbricati lungo linea.



Figura 9-2 - Tipologico fabbricato PT

## 10 VIABILITA' EXTRALINEA

In ottemperanza a quanto prescritto dalla delibera CIPE di approvazione del Progetto Preliminare, si prevede la realizzazione e sistemazione di cinque viabilità extralinea.

Di seguito vengono descritte sinteticamente le caratteristiche progettuali di tali opere; maggiori dettagli sono contenute nelle parti di progetto che fanno riferimento a ciascuna nuova viabilità.

Tutte le viabilità presentano caratteristiche geometriche e di sezione equivalenti alle strade extraurbane secondarie tipo C1 secondo quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade D.M. 05.11.2001, alla luce del nuovo codice stradale. Secondo tali norme l'intervallo di velocità di progetto è fissato pari a 60-100 Km/h, mentre la piattaforma stradale è caratterizzata da due corsie da m3.75 più la banchina in dx e sx da m1.50. Le verifiche del tracciato sono state svolte per l'analisi di congruenza delle caratteristiche di composizione planimetrica e altimetrica dell'asse e dell'organizzazione delle sezioni trasversali tipo, secondo le normative di riferimento "norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" D.M. 05.11.2001.

### 10.1 VARIANTE ALL'ABITATO DI SOLA ED ISSO

Il tracciato in progetto relativo al collegamento stradale previsto a cavallo dei comuni di Isso e Barbata in provincia di Bergamo e Castelgabbiano in provincia di Cremona, è suddiviso in due rami dalla presenza di una rotonda e presenta una lunghezza complessiva pari a 4.890 m circa.

Il ramo 1 ha origine in corrispondenza della rotonda sulla SS 11 subito ad est dell'attraversamento del fiume Serio e si conclude sulla rotonda di collegamento in corrispondenza dell'intersezione della SS medesima con la SP 103.

Il ramo 2 mantiene lo stesso andamento prevalente del ramo 1 e presenta un'ampia curva di raggio pari a 850 m per andarsi a collegare con una rotonda nuovamente sulla SS 11 nel tratto compreso tra i comuni di Isso e Barbata.

Dal punto di vista planimetrico il raggio massimo utilizzato è di 850 m mentre quello minimo è di 400m.

Dal punto di vista altimetrico le pendenze longitudinali si mantengono sempre inferiori all'1%.

### 10.2 VARIANTE DI BARIANO E MORENGO

Il tracciato in progetto relativo al collegamento stradale previsto nel comune di Morengo in provincia di Bergamo, presenta una lunghezza complessiva di 1650 m circa ha origine in corrispondenza della rotonda sulla strada provinciale 129 di collegamento tra i comuni di Pagazzano e Morengo; con andamento prevalente sud nord est aggira l'abitato di Morengo e si collega mediante una rotonda alla strada statale 591 a nord dell'abitato di Morengo stesso.

Il tracciato studiato presenta un andamento plano-altimetrico regolare dove il raggio sull'unica curva presente è pari a 1000 m e la pendenza più accentuata è dell'1.61%.

### 10.3 VARIANTE SUD DI CALCIO

Il tracciato in progetto relativo al collegamento stradale previsto nel comune di Calcio in provincia di Bergamo, suddiviso in due rami dalla presenza di una rotonda presenta una lunghezza complessiva pari a 3.700 m circa. Il ramo 1 ha origine in corrispondenza della rotonda di futura realizzazione sulla SS 11 del casello Bre.Be.Mi. di Calcio immediatamente a sud del centro abitato e si conclude sulla rotonda di collegamento in corrispondenza della intersezione della SP 106.

Il ramo 2 di lunghezza complessiva pari a circa 1.160 m ha andamento prevalente sud-nord, e sviluppandosi parallelamente al fiume Oglio va a collegarsi con una rotatoria nuovamente sulla SS 11 nel tratto compreso tra i comuni di Calcio stesso e Urago d'Oglio.

Dal punto di vista planimetrico il raggio massimo utilizzato è pari a 450 m mentre quello minimo è di 180 m.

Dal punto di vista altimetrico le pendenze longitudinali si mantengono sempre inferiori all'1,57%.

#### **10.4 VARIANTE EST URAGO D'OGLIO**

Il tracciato in progetto, relativo alla variante Est del comune di Urago d'Oglio in provincia di Brescia, presenta una lunghezza complessiva pari a 1066 m circa. Tale collegamento è costituito da un solo ramo, aggira l'abitato di Urago d'Oglio ed ha origine sulla intersezione con la SP18 dove verrà realizzata la prima rotatoria, chiamata "Rotatoria Stradivari"; il percorso proseguirà in direzione Nord fino alla SS11 dove l'innesto con la stessa avverrà per mezzo di una seconda rotatoria denominata "Rotatoria Bella Pietra".

Il tracciato studiato presenta un andamento plano-altimetrico regolare con pendenza massima di progetto di 1,57%.

Il nuovo tracciato risulta conforme ai più recenti strumenti di pianificazione territoriale del Comune di Urago d'Oglio.

#### **10.5 VARIANTE ROMANO DI LOMBARDIA**

Il tracciato in progetto, relativo al collegamento stradale previsto nel comune di Romano di Lombardia e che interessa, anche se marginalmente, i comuni di Covo e di Fara Olivana in provincia di Bergamo, è suddiviso in quattro rami dalla presenza di rotatorie e presenta una lunghezza complessiva pari a 6.300 m circa. Il ramo 1 ha origine in corrispondenza della rotatoria sulla SP 103 in corrispondenza dello svincolo autostradale BBM di Romano di Lombardia e si conclude sulla rotatoria di collegamento della SP 102 all'interno del comune di Fara Olivana; tale tratto ha andamento prevalente Sud - Nord.

Il ramo 2 presenta un primo tratto con andamento deciso sud-nord, un'ampia curva di raggi pari a 500 m ed un secondo tratto che piega decisamente verso est per andarsi a collegare con una rotatoria alla SS 498 in corrispondenza della cascina Castellana immediatamente a sud dell'abitato di Romano di Lombardia.

Il ramo 3 si configura come vera e propria tangenziale all'abitato di Romano di Lombardia; esso infatti si sviluppa ad est del centro abitato sovrappassa con ponte in acciaio la linea FS Milano Brescia per andarsi a collegare poi, mediante innesto a rotatoria, sulla SP101.

Il tracciato si conclude poi con il ramo 4 che realizza il collegamento con la SS 498 a nord dell'abitato Romano di Lombardia.

Dal punto di vista planimetrico il raggio massimo utilizzato è pari a 700 m mentre quello minimo è di 340 m.

Dal punto di vista altimetrico le pendenze longitudinali si mantengono sempre inferiori all'1% tranne che per lo scavalco della linea FS Milano-Brescia dove le livellette di approccio raggiungono il 6.3%.

## 11 COMPATIBILITA' AMBIENTALE

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare i principali criteri adottati per la progettazione degli interventi atti a garantire la compatibilità ambientale della nuova infrastruttura ferroviaria all'interno del territorio attraversato.

Si fa particolare riferimento agli aspetti legati a rumore, vibrazioni e verde. Vengono inoltre affrontate le tematiche legate all'archeologia e ai siti potenzialmente contaminati interferenti la nuova sede ferroviaria.

I dettagli relativi a ciascuna disciplina sono riferiti negli elaborati specialistici di pertinenza.

### 11.1 RUMORE

Lo Studio di Impatto Acustico ha l'obiettivo di stimare i livelli di esposizione al rumore ferroviario presso i ricettori interessati dalla linea AV/AC Treviglio – Brescia e dall'attraversamento dell'interconnessione ferroviaria di Brescia Ovest (opera che si inquadra tra gli interventi per realizzazione della Linea AV/AC Milano-Verona).

Nell'ambito dello studio è stato eseguito un censimento completo dei ricettori, che sono stati classificati per numero di piani, destinazione d'uso, fascia di appartenenza.

Lo studio acustico è stato redatto considerando due modelli di esercizio il primo modello di riferimento è quello relativo all'attivazione del primo lotto funzionale (Treviglio – Brescia) il secondo modello di riferimento è relativo all'attivazione della tratta Milano – Verona, i livelli di emissione acustica sono stati forniti da RFI, sono stati simulati i livelli di pressione sonora previsti in facciata ai ricettori, mediante il modello di simulazione acustica Soundplan.

Il rumore così simulato è stato confrontato con i limiti previsti dal DPR 459/98, e, in caso di superamenti, sono state evidenziate tutte le misure di bonifica acustica atte a mitigare l'impatto sui ricettori.

Vengono di seguito riportati i principali riferimenti normativi attualmente vigenti sull'inquinamento acustico:

- DPCM 01/03/1991 sui «Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno»;
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico, n.447 del 26/10/1995;
- Decreto 16 marzo 1998;
- Decreto attuativo 18 novembre 1998, n. 459.

Il progetto delle barriere si pone anche l'obiettivo di proporre opere di mitigazione acustica armonizzate con le diverse unità di paesaggio e i diversi tessuti urbanistici presenti lungo il tracciato ferroviario, nel rispetto delle caratteristiche dimensionali e prestazionali in grado di soddisfare gli obiettivi di mitigazione posti a base dello studio acustico, nonché il miglioramento dell'inserimento della linea ferroviaria nell'ambiente.

La tipologia di barriere prevista è composta da montanti e pannelli verticali in conglomerato cementizio armato, acciaio e vetro.

### 11.2 VIBRAZIONI

Le fasi di realizzazione e l'esercizio di una linea ferroviaria possono costituire una potenziale fonte di impatto vibrazionale sui ricettori circostanti (edifici e persone al loro interno). Il metodo previsionale seguito per la stima dei livelli di vibrazione si basa su misure sperimentali, su misure della sorgente vibratoria condotte in altri progetti, e su una modellazione specifica dell'attenuazione delle vibrazioni in condizioni di campo libero (*free-field*).

La procedura seguita per la redazione dello studio, e di conseguenza la sua organizzazione, è la seguente:

- Definizione delle grandezze di riferimento e convenzioni adottate nella stesura del progetto.
- Individuazione della normativa di riferimento: riferimenti normativi per la verifica dei livelli di vibrazione, con particolare riguardo agli effetti sulle persone e sugli edifici.
- Identificazione delle aree potenzialmente critiche caratterizzate dalla presenza di potenziali ricettori lungo la linea, con relativa destinazione d'uso.
- Misure sperimentali condotte in sito per la valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno e la caratterizzazione del comportamento strutturale dei ricettori indagati.
- Identificazione dei parametri geotecnici di interesse del tracciato, sulla base delle indagini condotte in sito.
- Presentazione degli spettri di sorgente delle vibrazioni dovute al transito dei treni, ottenuti da misurazioni sperimentali eseguite su una linea di riferimento e sulla linea attualmente in esercizio.
- Propagazione delle vibrazioni nel terreno dalla sorgente al piede dei ricettori. Le modalità di attenuazione dei segnali vibratorii nel terreno sono state definite impiegando adeguati modelli di attenuazione.

#### Ambiti normativi

Per lo svolgimento del presente studio sono state considerate le seguenti norme:

- ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 1989.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.
- ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, 1990.
- ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, Amendment 1, Predicting natural frequencies and damping of buildings.
- ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.
- UNI 9916, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, 2004.
- UNI 9614, Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, 1990.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 1: Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations, 1975.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 2: Influence on persons in buildings, 1975.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 3: Influence on constructions, 1975.
- CEI 29-1 Misuratori di livello sonoro (conforme alla pubblicazione IEC 651), 1983.

Al fine di valutare l'impatto vibrazionale all'interno degli edifici in termini di disturbo indotto sulle persone, la norma internazionale di riferimento è la ISO 2631, recepita dalla norma italiana UNI 9614.

### **11.3 VERDE**

La relazione tra opere e territorio ha oggi come obiettivo il superamento della contrapposizione tra ambiente naturale e ambiente antropizzato; in questo senso i parametri di giudizio devono essere

cambiati e il valore dell'opera deve essere misurato anche sul valore dei programmi di mitigazione delle interferenze paesaggistiche ed ecologiche che l'opera stessa comporta.

L'obiettivo deve essere quello di ottimizzare l'inserimento di una nuova opera attraverso la riduzione dell'interferenza con territorio; obiettivo ulteriore è la realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale mirati non solo alla mitigazione dell'opera vera e propria ma pensati anche come occasione di riequilibrio generalizzato del territorio, molto spesso già degradato anche in assenza dell'opera.

In questo senso gli obiettivi dell'intervento di mitigazione attraverso le opere a verde possono essere intesi come:

- mitigazione degli impatti percettivi mediante mascheramento della linea ferroviaria
- realizzazione di corridoi ecologici di connessione con le unità naturali e agricole locali
- introduzione di nuovi elementi naturali di riequilibrio ecosistemico e paesaggistico.

Poiché la sorgente di impatto assume una connotazione di tipo lineare, l'impatto visivo prodotto può essere ridotto prevedendo mitigazioni di tipo lineare, con fasce di vegetazione naturale con funzione "tampone" tra tracciato e territorio.

Obiettivo della riqualificazione proposta è quello di ripristinare una copertura vegetale il più possibile vicina ai caratteri vegetazionali potenziali locali, ipotizzando pertanto un intervento che possa riferirsi alle diverse situazioni del bosco meso-termofilo, approfondendo nei particolari la vegetazione di margine.

Se tale deve essere l'indirizzo dominante, non è possibile tuttavia trascurare i vincoli e le limitazioni imposte dalle caratteristiche strutturali e funzionali dell'area in cui il lavoro va a realizzarsi.

Per questo motivo alcune delle specie che verranno elencate sono state utilizzate in quanto si ritiene che proprio per le caratteristiche morfologiche e del substrato saranno quelle che offriranno i risultati migliori in termini di attecchimento, di accrescimento e di inserimento nel contesto.

La scelta delle specie vegetali è legata all'applicazione dei seguenti criteri:

- utilizzo esclusivo di specie autoctone rispetto al territorio
- utilizzo di specie di elevata rusticità
- utilizzo di specie ad accrescimento lento
- utilizzo di specie con scarsa attitudine all'espansione spontanea ed invasiva
- utilizzo di specie di buona permanenza nel tempo
- utilizzo di specie con scarsa attitudine nel favorire le fiamme nelle fasi di innesco e propagazione

Per gli interventi di mitigazione e di riqualificazione ambientale è risultato pertanto necessario individuare consociazioni di specie che posseggano i seguenti requisiti:

- coerenza con la flora e con le vegetazioni di interesse locale
- capacità di incrementare la biodiversità
- facilità di attecchimento
- facilità di reperimento sul mercato
- necessità di minima manutenzione

## **11.4 ARCHEOLOGIA**

Nell'ambito del presente studio sono state individuate alcune tipologie di indagini ritenute più appropriate per la definizione preventiva di eventuali presenze archeologiche, in funzione sia delle caratteristiche del territorio, sia delle specificità del progetto, sia delle indicazioni della Soprintendenza Archeologica della Lombardia

Le indagini di cui si prevede l'impiego sono illustrate di seguito.

Assistenza di operatore archeologo

Nell'ambito delle lavorazioni che possono comportare danneggiamenti di eventuali beni archeologici sotterranei (tipicamente scavi ed esecuzione di perforazioni per la realizzazione di pali o micropali, compresi in particolare quelli relativi agli imbocchi delle gallerie e delle finestre costruttive e compresi quelli necessari per l'installazione delle aree di cantiere), sia lungo il tracciato di linea che per le opere accessorie alla linea, è stata prevista l'assistenza ai lavori da parte di un operatore archeologo specializzato. Questi dovrà seguire in modo costante le operazioni di sterro e procedere ad un'analisi archeologica di eventuali strutture o manufatti antropici individuati.

#### Sondaggi esplorativi

Nelle aree a maggiore criticità archeologica si prevede la realizzazione di trincee esplorative e sondaggi a carotaggio continuo prima dell'avvio dei cantieri.

Le trincee esplorative consisteranno in uno scavo meccanico cauto eseguito mediante escavatore a benna liscia, con l'assistenza di operatore archeologo specializzato affinché non venga compromesso l'eventuale deposito archeologico.

#### Prospezioni geofisiche

Nelle aree caratterizzate da minore rischio verranno eseguite delle indagini geoelettriche al fine di verificare l'eventuale presenza di strutture antropiche e pertanto di pianificare in modo appropriato eventuali indagini di approfondimento. Obiettivo delle prospezioni geoelettriche è l'individuazione, nel sottosuolo, di anomalie nelle proprietà elettriche del terreno.

### **11.5 SITI POTENZIALMENTE INQUINATI**

È stato eseguito il censimento dei siti potenzialmente inquinati presenti sul territorio e virtualmente interferenti con le opere di progetto (tracciato, opere civili, viabilità, ecc.). Tale censimento è stato condotto sia attraverso indagini di campo (survey) e analisi fotointerpretativa, sia attraverso l'esame della documentazione bibliografica e incontri con gli Enti Locali. A valle di tali analisi sono stati individuati circa 20 siti a rischio sui quali è stato redatto un piano di indagine sito specifico che prevede l'esecuzione di indagini di caratterizzazione ambientale preliminare allo scopo di accertare la presenza o meno di contaminati nel suolo.

## 12 CANTIERIZZAZIONE

Di seguito si descrivono in sintesi le problematiche affrontate legate alla realizzazione dell'opera quali il progetto di cantierizzazione e relativi interventi di mitigazione nonché il monitoraggio ambientale in corso e post opera.

### 12.1 PROGETTO DI CANTIERIZZAZIONE

Il progetto di cantierizzazione prevede l'installazione di 5 cantieri operativi principali per la realizzazione dell'opera, a ciascuno dei quali afferisce una sub-tratta del tracciato di progetto.

I 5 cantieri sono elencati qui di seguito:

- CO1 : area pari a circa 64.000 mq, tratta di pertinenza da pk 28+629 a pk 38+090
- CO2: area pari a circa 100.000 mq, tratta di pertinenza da pk 38+090 a pk 51+000
- CO3: area pari a circa 49.000 mq, tratta di pertinenza da pk 51+000 a pk 62+800
- CO4: area pari a circa 58.500 mq, tratta di pertinenza da pk 62+800 a pk 68+315 della linea AV e da pk 0+000 a pk 1+574 dell'interconnessione di BS ovest
- CO5: area pari a circa 55.000 mq, tratta di pertinenza da pk 1+574 a pk 11+770 dell'interconnessione di BS ovest

Ciascuno dei suddetti cantieri ospiterà al proprio interno un impianto di betonaggio ed aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; nel cantiere CO2 è prevista un'area a disposizione per l'installazione di un eventuale impianto di prefabbricazione per le travi dei viadotti.

A supporto dei cantieri operativi sono previsti due campi base:

- CB1 intorno alla progressiva km 46+300, di area pari a circa 63.000 mq, a servizio di CO1, CO2, CO3
- CB2 intorno alla progressiva km 66+900, di area pari a circa 33.000 mq, a servizio di CO4 e CO5.

La cantierizzazione delle opere civili si completa con una serie di aree per lo stoccaggio dei terreni, poste a lato delle aree di lavoro, di estensione complessiva pari a circa 390.000 mq per le opere lungo linea e 30.000 mq per la viabilità extralinea, ed una serie di aree tecniche finalizzate allo stoccaggio di materiali in prossimità di aree interessate da opere puntuali di particolare impegno (viadotti, cavalcaferrovia e gallerie artificiali).

Per la posa dell'armamento e delle tecnologie di linea è previsto un ultimo cantiere, posto ad est dell'area della stazione di Treviglio.

### 12.2 ASPETTI AMBIENTALI DELLA CANTIERIZZAZIONE

Nel stesura del progetto sono state affrontate le tematiche degli impatti ambientali connessi alla realizzazione dell'opera. A partire dalle principali tematiche ambientali, quali rumore, emissioni in atmosfera, acque suolo, sottosuolo e rifiuti, sono state analizzate le ricadute ambientali inerenti la costruzione dell'opera e sono stati predisposti gli opportuni interventi di mitigazione consistenti principalmente in:

- caratterizzazione dei materiali scavati per il conferimento nei siti di deposito;
- barriere antirumore mobili per le aree di cantiere e di lavoro; sistemi per la riduzione della polverosità.

Sono state inoltre definite le modalità operative per contenere entro limiti accettabili gli impatti sul tessuto urbano e sull'ambiente naturale.

### **12.3 MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Nell'ambito della progettazione tematica ambientale è stato inoltre redatto il progetto di Monitoraggio Ambientale che ha lo scopo di documentare lo stato di bianco delle componenti ambientali potenzialmente impattabili (rumore, emissioni in atmosfera, ambiente idrico, suolo e sottosuolo, ambiente sociale, ecc..), di seguirne l'evoluzione nel corso della realizzazione dell'opera e di verificare l'efficacia delle mitigazioni ambientali sia in corso d'opera che nella fase di post-operam e di esercizio della linea.

## 13 ESPROPRI E ASSERVIMENTI

Per l'acquisizione dei sedimi necessari alla realizzazione dell'opera saranno interessati i territori delle Provincie di Milano, Bergamo e Brescia ed in particolare comuni:

- per la sede ferroviaria: Cassano d'Adda (MI), Casirate d'Adda (BG), Treviglio (BG), Calvenzano (BG), Caravaggio (BG), Fornovo San Giovanni (BG), Bariano (BG), Fara Olivana con Sola (BG), Covo (BG), Antegnate (BS), Calcio (BS), Urago d'Olio (BS), Rudiano (BS), Chiari (BS), Castrezzato (BS), Rovato (BS), Cazzago San Martino (BS), Travagliato (BS), Ospitaletto Bresciano (BS), Castegnato (BS), Roncadelle (BS), Brescia (BS);
- per la viabilità extralinea: Isso (BG), Barbata (BG), Castelgabbiano (CR), Fara Olivana con Sola (BG), Romano di Lombardia (BG), Covo (BG), Morengo, Pagazzano, Urago d'Olio (BS), Calcio (BG);
- per la linea elettrica AT 132 kv: Caravaggio (BG), Chiari (BS), Coccaglio (BS), Travagliato (BS), Castegnato (BS), Ospitaletto Bresciano (BS)

### 13.1 CRITERI DI STIMA DELL'INDENNITÀ DI ESPROPRIO

La procedura espropriativa è posta in essere nei confronti dei soggetti proprietari in applicazione del disposto del Testo Unico sulle Espropriazioni ovvero ai sensi del D.P.R. 8 giugno 2001, n° 327 come modificato dal D.lgs 302/2002.

#### Aree agricole

La indennità per la espropriazione delle aree agricole è calcolata in considerazione del Valore Agricolo Medio tenendo conto delle colture effettivamente praticate e del valore dei manufatti legittimamente realizzati in relazione all'esercizio dell'attività agricola.

Nel caso in cui l'area non sia coltivata, si considera il V.A.M. della coltura prevalente in zona.

Al proprietario coltivatore diretto o imprenditore agricolo a titolo principale, spetta un'indennità aggiuntiva pari al V.A.M. della coltura praticata.

Ai sensi dell'articolo 42, l'indennità aggiuntiva di cui sopra è prevista anche per il fittavolo, mezzadro o partecipante costretto ad abbandonare il fondo coltivato da almeno un anno precedente la dichiarazione di pubblica utilità.

E' stabilita dal 2° comma dell'art.45, la triplicazione dell'indennità di esproprio delle aree non edificabili coltivate direttamente dal proprietario, in tal caso, non viene corrisposta l'indennità aggiuntiva di cui sopra.

#### Aree urbane

L'indennità afferente le aree edificabili, viene stimata secondo i criteri stabiliti dall'art. 37, in base al quale detta indennità corrisponde "all'importo, diviso per due e ridotto nella misura del quaranta per cento, pari alla somma del valore venale del bene e del reddito dominicale netto, rivalutato ai sensi degli artt.24 e seguenti del D.L. 22 dicembre 1986, n. 917, e moltiplicato per dieci".

Ai fini dell'accertamento del valore commerciale, si procede considerando le possibilità edificatorie in base alla destinazione urbanistica delle zone attraversate ed utilizzando indici di copertura e di edificabilità medi.

L'indennità relativa alle aree edificate, così come stabilito dall'art. 38, viene calcolata nella misura pari al valore venale delle stesse; tenendo conto se le stesse siano parzialmente interessate dall'esproprio, se sia già stata sfruttata completamente la volumetria disponibile e se si tratti di aree, espropriate in toto, di pertinenza di fabbricati abitativi e produttivi da demolirsi.

### Fabbricati

La stima relativa agli edifici abitativi e industriali, fa riferimento al valore commerciale al nuovo, desunto da indagini locali e dai valori desunti dalle pubblicazioni specializzate di settore opportunamente differenziati con l'applicazione dei coefficienti correttivi che considerano l'effettivo stato ed uso degli edifici oggetto di stima.

La superficie degli edifici interessati viene determinata con misurazione a livello cartografico, tenendo conto del numero dei piani e delle relative pertinenze di uso esclusivo.

L'indennità viene determinata moltiplicando il valore di mercato così acquisito sulla base dell'effettivo utilizzo, per le superfici accertate.

Viene inoltre prevista una somma, per far fronte alla demolizione di box, fabbricatini vari, tettoie, corpi aggiunti ai fabbricati esistenti, rustici, recinzioni ed opere di urbanizzazione.

L'indennità per il periodo di occupazione temporanea viene calcolata così come stabilito dall'art. 50, ovvero nella misura di un dodicesimo annuo del valore accertato.

### **13.2 INTERFERENZE CON PP.SS.**

Le norme tecniche/amministrative di riferimento applicate sono:

- La legislazione sui lavori pubblici n. 2248 del 20.03.1865 ed in particolare gli articoli 229, 230 e 231;
- Testo unico sulle acque e sugli impianti elettrici - Regio Decreto n. 1775 dell'11.12.1933;
- D.M. Ministero dell'Interno del 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8";
- D.M. Ministero dei Trasporti n. 2245 del 23.02.1971 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto";
- D.P.R. dell'11.07.1980 n. 753 "Norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie ed altre linee di trasporto";
- Norme per la costruzione di linee elettriche aeree - Decreto Ministeriale n. 449 del 21.03.1988;
- Norme CEI 11.4 e varianti 11.4 V1 (1989), 11.4 V2 (1990), 11.17 (1992);
- D.P.R. del 27.04.1992;
- Legge 24.07.1961 n. 729;
- D.M. 05.08.1998;
- D.P.R. 21.06.1968 n. 1062;
- Legge 28.06.1986 n. 339;
- D.M. 16.01.1991 n. 1260;
- International Civil Aviation Organization - -Recommendation practices for aerodromes annex 14 Vol.II Heloports;
- Condizioni Generali Amministrative FS - TELECOM
- Condizioni Generali Amministrative FS - ENEL
- Condizioni Generali Amministrative FS - SNAM