



Comune di Zogno



# FATTIBILITA' TRAMVIA IN COMUNE DI ZOGNO

Committente:

**COMUNE DI ZOGNO**

Piazza Italia, 8  
24019 - Zogno (BG)

Progettista:



Engineering and Technical Services

S.p.A.

Via A. Mazzi, 32 - 24018 Villa d'Almè - (BG)  
T. +39 035/ 63 13 111 F. +39 035/ 54 50 66  
info@etseng.it - www.etseng.it

Sistema di Gestione Integrato certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
BS OHSAS 18001:2007  
UNI EN ISO 14001:2015

Titolo elaborato:

**FATTIBILITA' TRAMVIA  
RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA**

Numero elaborato

**01R**

Scala: -

Data: Gennaio 2020

Commessa: 0018-2019

Redatto	Verificato	Approvato D.T.	Descrizione	Data	Rev.
Cugini	Cugini	Parletti	EMISSIONE	Gennaio 2020	00

Il presente elaborato è di proprietà esclusiva della E.T.S. S.p.A. ed è vincolato alle leggi sulla proprietà letteraria. Ne è vietata, per qualsiasi motivo, la riproduzione e/o consegna a terzi senza esplicito consenso di E.T.S. S.p.A.

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>IL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI ZOGNO .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>IL TRACCIATO TRAMVIARIO .....</b>	<b>12</b>
4.1	Tracciato .....	12
4.2	L'opportunità di riutilizzo del sedime ferroviario .....	16
4.3	Alternative esaminate .....	16
<b>5</b>	<b>ALTERNATIVA 1 (A) .....</b>	<b>17</b>
5.1	Descrizione .....	17
5.2	Fermate previste .....	17
5.2.1	Fermata Zogno Ponti .....	18
5.2.2	Fermata Zogno Meraviglie .....	19
5.2.3	Fermata Zogno San Bernardino .....	20
5.2.4	Fermata Zogno Centro .....	21
5.2.5	Fermata Zogno Mercato .....	22
5.2.6	Fermata Zogno Ambria .....	23
5.3	Previsione scambio intermodale con Sanpellegrino S.p.A. ....	24
5.4	Dati riepilogativi della linea .....	26
5.5	Stima preliminare dei costi dell'alternativa 1 .....	27
<b>6</b>	<b>ALTERNATIVA 2 (B) .....</b>	<b>28</b>
6.1	Descrizione .....	28
6.2	Fermate previste .....	28
6.2.1	Fermata Zogno Ponti .....	29
6.2.2	Fermata Zogno Meraviglie .....	30
6.2.3	Fermata Zogno San Bernardino .....	31
6.2.4	Fermata Zogno Centro .....	32
6.2.5	Fermata Zogno Mercato .....	33
6.2.6	Fermata Zogno Ambria .....	34

---

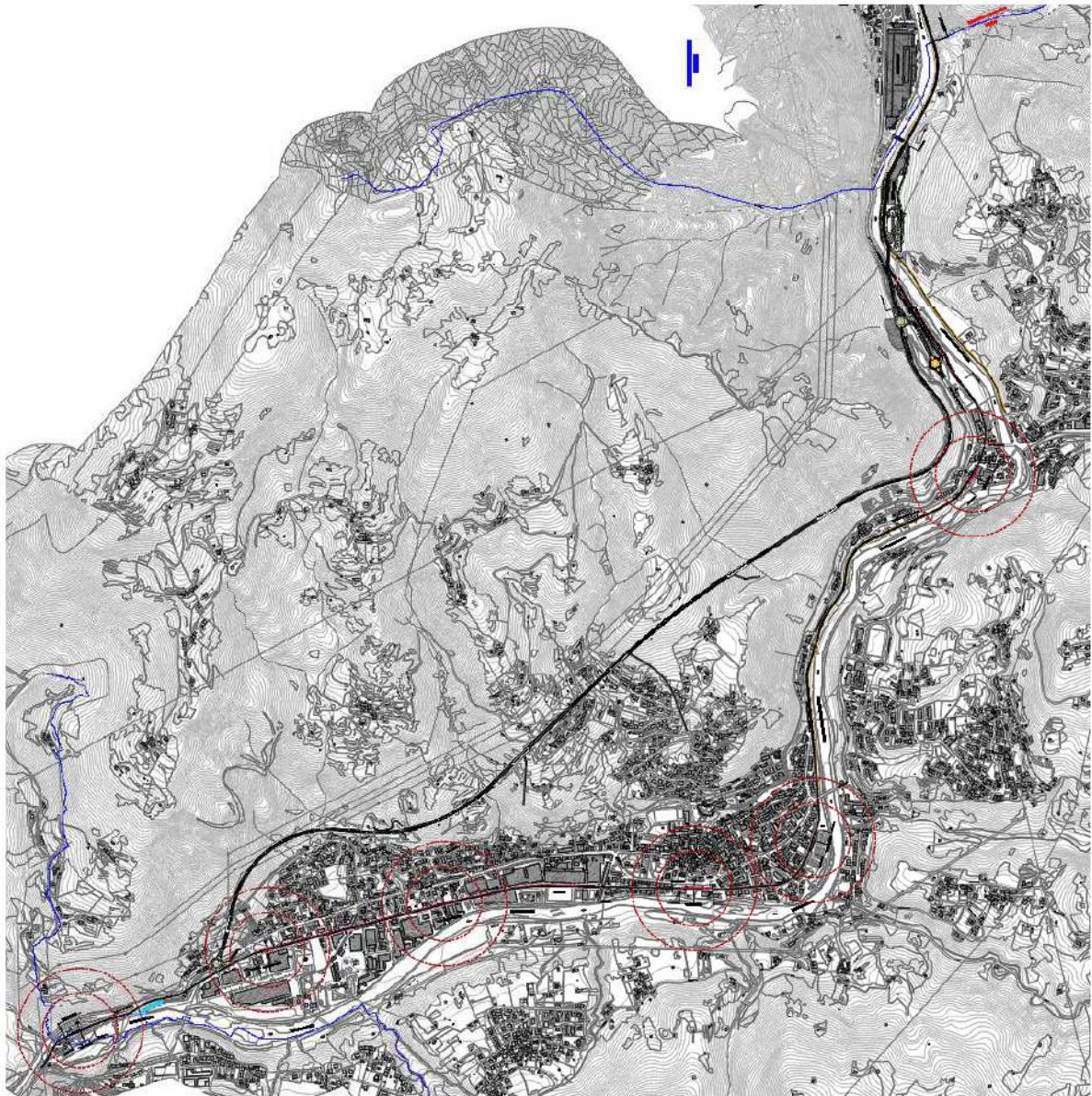
6.3	Previsione scambio intermodale con Sanpellegrino S.p.A. ....	35
6.4	Dati riepilogativi della linea.....	37
6.5	Stima preliminare dei costi dell'alternativa 2 .....	38
<b>7</b>	<b>CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E TECNOLOGICHE DELLA LINEA.....</b>	<b>39</b>
7.1	Standard geometrici di tracciato .....	39
7.2	Fermate .....	41
7.3	Armamento.....	42
7.4	Impianti elettrici ed elettroferroviari.....	42
7.5	Il sistema di esercizio .....	42
7.6	Opere d'arte .....	43
<b>8</b>	<b>SOTTOSERVIZI.....</b>	<b>44</b>
8.1	ACQUEDOTTO .....	45
8.2	RETE GAS .....	45
8.3	RETE ELETTRICA, TELEFONICA .....	45
8.4	RETE FOGNARIA .....	46
<b>9</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>47</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto inerente la fattibilità della nuova linea tramviaria, che si sviluppa nel territorio di Zogno, in Provincia di Bergamo.

Tale linea rappresenta la prosecuzione della linea tramviaria T2, il cui studio di fattibilità tecnica economica è stata presentata a fine dicembre 2018 al Ministero delle Infrastrutture e Trasporti per poter accedere ai finanziamenti messi a disposizione dal Ministero.

La linea tramviaria, in Comune di Zogno come in tutta la linea T2, utilizzerà il sedime della ex Ferrovia della Valle Brembana (FVB).



*Stralcio planimetrico del territorio di Zogno con indicazione del tracciato e fermate*

## **2** **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

---

Si evidenziano le principali norme attualmente in vigore, da rispettare nella redazione delle varie fasi del progetto.

### Opere pubbliche

- D. Lgs. n. 50 del 18.04.2016 – c.d. “Codice degli appalti” - Linee Guida approvate da ANAC in riferimento al D. Lgs. 50/2016;
- D.P.R. n. 207 del 05.10.2010 per quanto in vigore - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163.

### Difesa del suolo e Assetto idrogeologico

- DPR 120/2017 - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo;
- Parte IV del D.lgs. 152/06 e smi - Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati;
- L. n. 37 del 05.01.1994 Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche;
- R.D. n. 523 del 25.07.1904. Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie;
- R.D. n. 3267 del 30.12.1923 - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

### Governo del territorio

- D.lgs. n. 42 del 22.01.2004 - Codice dei beni culturali e del paesaggio e s. m. i.;
- D.P.C.M. 12 dicembre 2005 - Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali del paesaggio di cui al D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42;
- D.P.R. 13 Febbraio 2017, n. 31 - Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata;
- L.R. 12/2005, (DCR n. 8/351 del 13/03/2007) - Indirizzi generali per la valutazione di piani e programmi.

### Ambiente

- D.lgs. n. 152 del 03.04.2006 s.m.i. - Testo Unico sull’Ambiente o Codice dell’Ambiente;

- D.M. del 01.04.2004 - Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale e allegati;
- D.M. Ministero Ambiente 30.3.2015 - Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome, previsto dall'articolo 15 del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 116;
- Legge quadro 447/1995 e relativi decreti attuativi;
- L.R. 5/10 e successive modifiche e integrazioni - Verifica di assoggettabilità a VIA.

#### Viabilità, strade percorsi pedonali e ciclabili

- D.M. 05.11.2001- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti del 19.04.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- D. Lgs. n. 285 del 30.04.1992s.m.i. - Nuovo codice della strada;
- D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.M. 19.04.2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- D.M. n. 223 del 18.02.1992 - Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- D.M. n. 2367 del 21.06.2004 - Aggiornamento istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego della barriere stradali di sicurezza;
- D.M. Ministero Lavori Pubblici n. 557 del 30.11.1999 – Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili;
- Legge n. 2 del 11.01.2018 – Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica.

#### Esercizio

DPR n. 753 del 11/07/1980 – Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto.

#### Costruzioni ferroviarie -Normative tecniche di riferimento tramvie urbane e extraurbane

- UNI 8378 "Metropolitane leggere - Motrici - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni";
- UNI 8379 "Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) – Termini e Definizioni";
- UNI 8944 "Materiale rotabile per sistemi di trasporto leggeri su rotaia in aree urbane -Dimensioni, caratteristiche e prestazioni";

- UNI 11117 "Ferrovie e tranvie - Sistema di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Sistemi comandati automaticamente dal treno - Criteri generali di impianto";
- UNI EN 13129-1 "Applicazioni ferroviarie - Sistemi di condizionamento per il materiale rotabile ferroviario - Parametri di comfort";
- UNI 5646 "Attraversamenti di ferrovie e tramvie extraurbane con strade pubbliche – Direttive per la scelta del sistema di attraversamento e, nel caso di attraversamento a raso, del sistema di protezione";
- UNI 7156 "Tramvie urbane ed extraurbane - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile ed interbinario";
- UNI 8378 "Sagoma limite";
- UNI 3648 "Linee tranviarie con rotaie a gola. Definizioni di scartamento ordinario e a scartamento ridotto";
- UNI 7836 "Metropolitane. Geometria del tracciato delle linee su rotaia. Andamento planimetrico ed altimetrico e tolleranze di costruzione";
- UNI 5365 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Direttive per le caratteristiche generali dei sistemi di protezione con barriere";
- UNI 5366 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Sistema a barriere complete con manovra a doppio filo – Caratteristiche costruttive generali";
- UNI 5368 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane – Segnale stradale a luce rossa - Condizioni tecniche generali";
- UNI 5416 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Sistema a barriere complete con manovra elettrica – Caratteristiche costruttive generali";
- UNI 8207 "Metropolitane - Segnaletica grafica per viaggiatori nelle stazioni";
- UNI 7156 documento relativo agli ingombri del veicolo;
- Circolare Ministeriale n. 199 del 1958: documento di verifica del carrello;
- UNI 11170: "Veicoli ferrotranviari – Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferrotramviari ed a via guidata";
- UNI 11174: "Materiale rotabile per tranvie e tranvie veloci – Caratteristiche generali e prestazioni": documento di matrice di conformità;
- UNI/TR 11228 "Opere di protezione per tubazioni gas interrato per interferenze con ferrovie, tranvie, strade, altri servizi interrati e fabbricati".

### Armamento

- CNR BU n. 146: Determinazione dei moduli di deformazione Md e Md' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare;
- UNI EN 13481-1: Applicazioni ferroviarie - Binario - Requisiti prestazionali per i sistemi di fissaggio;

- UNI EN 14811: Applicazioni ferroviarie - Binario - Rotaie per impieghi speciali - Rotaie a gola e profili di costruzione associati;
- UNI EN 13848-5: Applicazioni ferroviarie - Binario - Qualità della geometria del binario Parte 5: Livelli di qualità geometrica;
- VDV OR 14: 1995: VDV Oberbau Richtlinien OR 14 - Weichen und Kreuzungen (Scambi ed Incroci);
- UNI 1603453 – Progetto di revisione della norma UNI 7836: Metropolitane e tranvie. Andamento planoaltimetrico dei binari.

### Costruzioni in genere

- D.P.R. n. 380 del 06.06.2001: "Testo Unico delle disposizioni legislative in materia edilizia";
- D.M. 17/01/2018: "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare NTC 2018 approvata dal Consiglio Superiore Lavori Pubblici il 27/07/2018 (in fase di pubblicazione);
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo.

### Barriere architettoniche

- Legge n. 13 del 09.01.1989 - Disposizioni per il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche;
- D.P.R. n. 503 del 24.07.1996 - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- L.R. Lombardia 20/02/1989 n.6 e s.m.i.– Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione;
- L. R. Lombardia 31/07/2013, n. 5.

### Compatibilità Elettromagnetica

- CEI EN 61000-6: Compatibilità elettromagnetica (EMC)- Parti da 1 a 6;
- Direttiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 dicembre 2004 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE;
- D. Lgs. n. 194 del 06.11.2007 - "Attuazione della Direttiva 2004/108/CE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE";
- CEI EN 50121: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Compatibilità elettromagnetica – Parti da 1 a 5;
- CEI EN 55011: Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM) Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura;



- CEI EN 55022: Apparecchi per la tecnologia dell'informazione. Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura;
- CEI EN 50293: Compatibilità elettromagnetica - Impianti semaforici - Norma di prodotto. 2001-07.

#### Correnti vaganti e messa a terra

- CEI 11-1: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali";
- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI EN 50122: "Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parti 1 e 2;
- Ente Nazionale di Unificazione (UNI) Norme Applicabili;
- Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) Norme Applicabili;
- Legge n. 46 del 5.03.1990 - Norme per la sicurezza degli impianti e relativo Decreto di Attuazione n. 447 del 06.12.91.

#### Verifiche RAM

- CEI EN 50126 (2000): Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane – La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS);
- IEC 60706-4 (1992): Guide to the planning of maintenance and maintenance support;
- MIL –STD 1629A: Procedure for performing a Failure Mode, Effect and Criticality Analysis;
- NPRD-95: No electronic Parts Reliability Data (emesso dal Reliability Analysis Center – Rome Laboratory presso Griffis AFB, New York – 1995);
- FS – Relazione Anormalità Infrastrutture;
- Scienza e Tecnica – Rottura delle rotaie in esercizio – Analisi probabilistica;
- Mil-Std 882C "System Safety Program Requirements";
- ISO/IEC Guide 51 Safety aspects – Guidelines for their inclusion in Standards;
- MIL-HDBK-217: Reliability prediction of electronic equipment.

#### Sottostazioni Elettriche ed Impianti Elettrici

- Legge n. 186 del 1.03.1968 - Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici;
- Disposizioni della locale azienda distributrice dell'energia elettrica (ENEL);
- Disposizioni particolari dei Vigili del Fuoco in materia di impianti elettrici;
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano;

- EN 50119 Linee di trazione elettrica;
- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione energia, norme generali;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (parte 1÷7);
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP). 1997-06;
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2001-01;
- CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parti 1 e 3;
- CEI EN 60947: Apparecchiature a bassa tensione Parti 1, 2, 3 e 7-1;
- CEI EN 60898: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata. 2004-04.

### Impianti Semaforici

- CEI 214: Dispositivi per il rilevamento della presenza o passaggio dei veicoli stradali, con principio di funzionamento a variazione di induzione elettromagnetica. Parti da 1 a 9;
- CEI UNEL 62620: Lampade ad incandescenza per semafori stradali a tensione di rete. 1990;
- CEI EN 60950: Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza. Parte 1: Requisiti generali. 2004-05.

### Vibrazioni

- UNI 9614 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- UNI 9916 – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- ISO 2631 – Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Parts 1-2;
- UNI 11048 – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo;
- UNI 10570 Prodotti per l'isolamento delle vibrazioni. Determinazione delle caratteristiche meccaniche di materassini e piastre;
- UNI 11059 Elementi antivibranti - Materassini elastomerici per armamenti ferrotranviari - Indagini di qualifica e controllo delle caratteristiche meccaniche e delle prestazioni.

### Rumore

- D.P.C.M. 1.03.1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- L. n. 447 del 26.10.1995 s.m.i. - Legge quadro sull'inquinamento acustico;

- D.P.C.M. 14.11.1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.M. 16.03.1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.Lgs. n. 194 del 19.08.2005 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;
- Legge regionale 10 agosto 2001 n.13 "Norme in materia di inquinamento acustico", B.U.R.L. 13 agosto 2001, 1° Suppl. Ord. al n. 33.

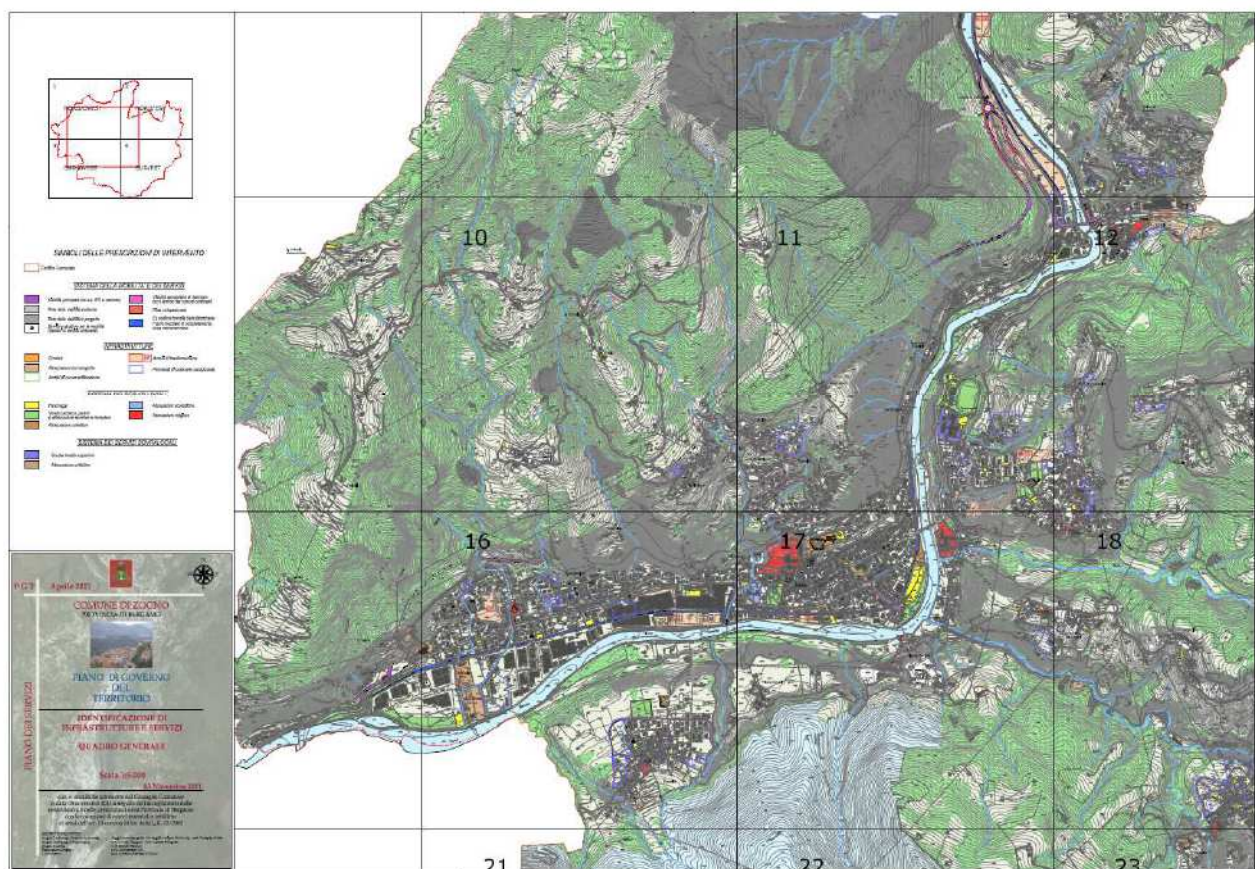
### Sicurezza sul lavoro

- D. Lgs. n. 81 del 09.04.2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- L.R.T. n. 8 del 28.01.2000 - Monitoraggio e misure per la sicurezza e la salute dei lavoratori nei cantieri edili;
- Legge n. 123 del 03.08.2007- Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia.

### 3 IL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI ZOGNO

Il Piano di Governo del Territorio è stato introdotto con la legge regionale 12/2005. La Giunta regionale della Lombardia, in attuazione della citata legge, ha emanato i criteri e indirizzi generali che vanno a costituire gli elementi di riferimento nella predisposizione del PGT.

Il PGT del Comune di Zogno, prevede che sia preservato il sedime della ex FVB per consentire il completamento del sistema tramviario della linea T2 della Valle Brembana.

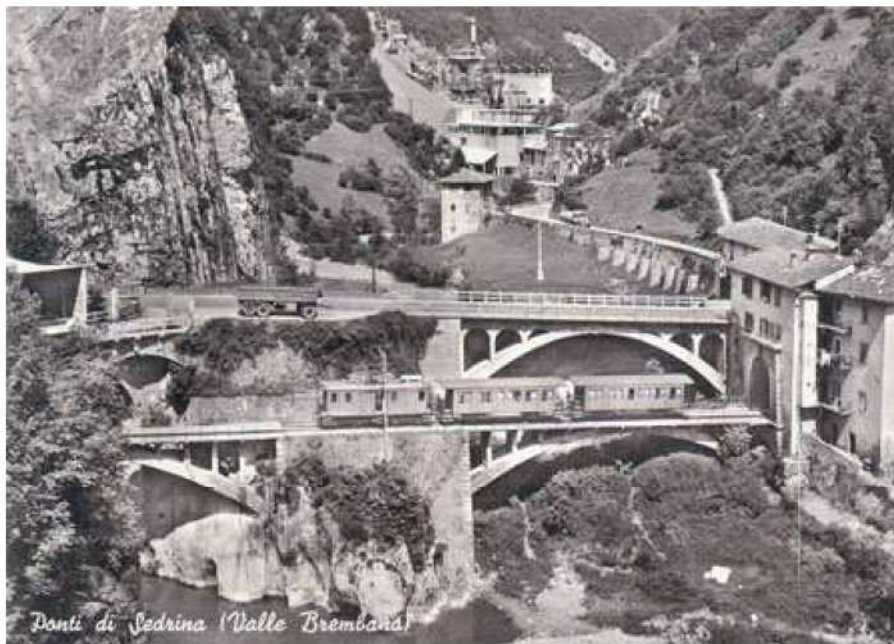


*Tavola Piano dei Servizi del Comune di Zogno*

## **4 IL TRACCIATO TRAMVIARIO**

### **4.1 Tracciato**

La linea tramviaria in esame attraversa per una lunghezza di circa 7 km il territorio del Comune di Zogno, utilizzando il sedime della ex Ferrovia della Valle Brembana (ex FVB), dismessa il 17/03/1966.



*Immagine storica della ex FVB presso i Ponti di Sedrina*



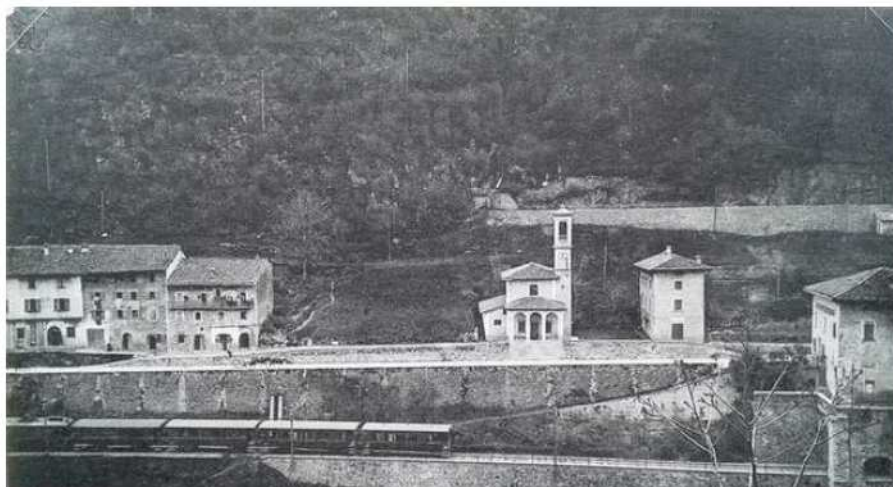
*Immagine storica della ex FVB presso stazione Brembilla-Grotte*



*Immagine storica della ex FVB presso la Stazione di Zogno*



*Immagine storica della ex FVB, località Trefontane, Zogno*



*Immagine storica della ex FVB, località Trefontane, Zogno*



*Immagine storica della ex FVB presso la Stazione di Ambria*



*Immagine storica della ex FVB presso la Stazione di Ambria*

Il riutilizzo dell'esistente sedime ferroviario, è sicuramente un'alternativa credibile al trasporto pubblico locale ed al trasporto privato che negli anni è aumentato notevolmente in Valle Brembana e quindi nel Comune di Zogno, a fronte delle aumentate necessità di spostamento della popolazione.

Nel corso degli anni è aumentato molto anche il trasporto delle merci, dovuto allo sviluppo di realtà industriali presenti sul territorio.

Inoltre si sono sviluppate altre attività rilevanti che attirano pubblico in ogni stagione dell'anno, come le Terme di San Pellegrino che in breve tempo sono diventate una realtà importante a livello nazionale.

La linea inizia al confine sud-ovest fra i Comuni di Sedrina e Zogno, all'imbocco della galleria ferroviaria che, in direzione sud ovest, porta verso i Ponti di Sedrina, nell'omonimo Comune e termina al confine con San Pellegrino Terme in località Pregalleno.



## **4.2 L'opportunità di riutilizzo del sedime ferroviario**

La disponibilità del sedime ferroviario dismesso rappresenta una grande opportunità per la realizzazione della linea tramviaria.

Il sedime ha una larghezza media di circa 6 metri. Tale larghezza è sufficiente per l'inserimento di un binario singolo, affiancato dalla pista pedonale e ciclabile e dalle relative installazioni impiantistiche nel tratto tra la fermata Zogno Mercato e la fermata Zogno Ambria.

In fermata è necessario poter disporre di larghezze superiori, per alloggiare le banchine di attesa dei passeggeri, che hanno larghezze pari a circa 2,8/3 metri ognuna, in funzione della tipologia (doppia banchina o isola). Le aree adiacenti al sedime, in generale, permettono di espandere la sezione a disposizione senza grandi difficoltà, soprattutto in prossimità delle stazioni storiche della linea.

Parallelamente, la disponibilità del sedime minimizza il numero di interferenze con i sistemi viari esistenti, rendendo la linea molto più attrattiva nei confronti dell'utenza, permettendo una velocità commerciale più elevata.

Inoltre l'utilizzo del sedime della Ex FVB permette di ridurre il costo per l'acquisizione delle aree e per gli espropri che incide in modo rilevante sul costo totale della linea.

## **4.3 Alternative esaminate**

Come previsto dalla normativa vigente, nel presente studio sono state esaminate due possibili alternative relativamente alla linea tramviaria che complessivamente è lunga 6928 m per entrambe le alternative.

Alternativa 1 (A): la linea tramviaria è stata prevista in parte con due binari in sede propria ed in parte ad un binario, sia in sede propria che in sede promiscua (su strada Comunale esistente).

La sede promiscua implica un utilizzo condiviso della sede stradale, sia da parte del traffico veicolare che da parte dei veicoli tramviari, che comporta problematiche di servizio, sicurezza e affidabilità del servizio.

Alternativa 2 (B): tutta la linea è stata prevista a due binari in sede propria per garantire una piena continuità di servizio. L'alternativa 2 comporta una completa affidabilità del servizio a fronte di un costo di realizzazione maggiore.

## **5 ALTERNATIVA 1 (A)**

---

### **5.1 Descrizione**

La linea prevede:

- 2930 m a binario doppio;
- 3993 m a singolo binario, di cui 1138 m in sede promiscua, ovvero su strada Comunale esistente;
- Tutta la linea è a raso, a livello del piano stradale;
- Sono previste n. 6 fermate di cui n. 5 a isola centrale e n. 1 con doppia banchina;

Il tracciato è interamente collocato sul sedime della ex Ferrovia della Valle Brembana ed interessa tutto il Comune di Zogno, attraversando le aree più urbanizzate.

Poiché nel corso degli anni sul vecchio sedime sono state realizzati tratti di strada Comunale, in corrispondenza di tali tratti la tramvia verrà realizzata ad un solo binario in asse alla strada, per permettere l'accesso ai vari edifici esistenti.

Questa soluzione comporta delle criticità, come già detto in precedenza, relativamente alla sicurezza, affidabilità e continuità di servizio.

### **5.2 Fermate previste**

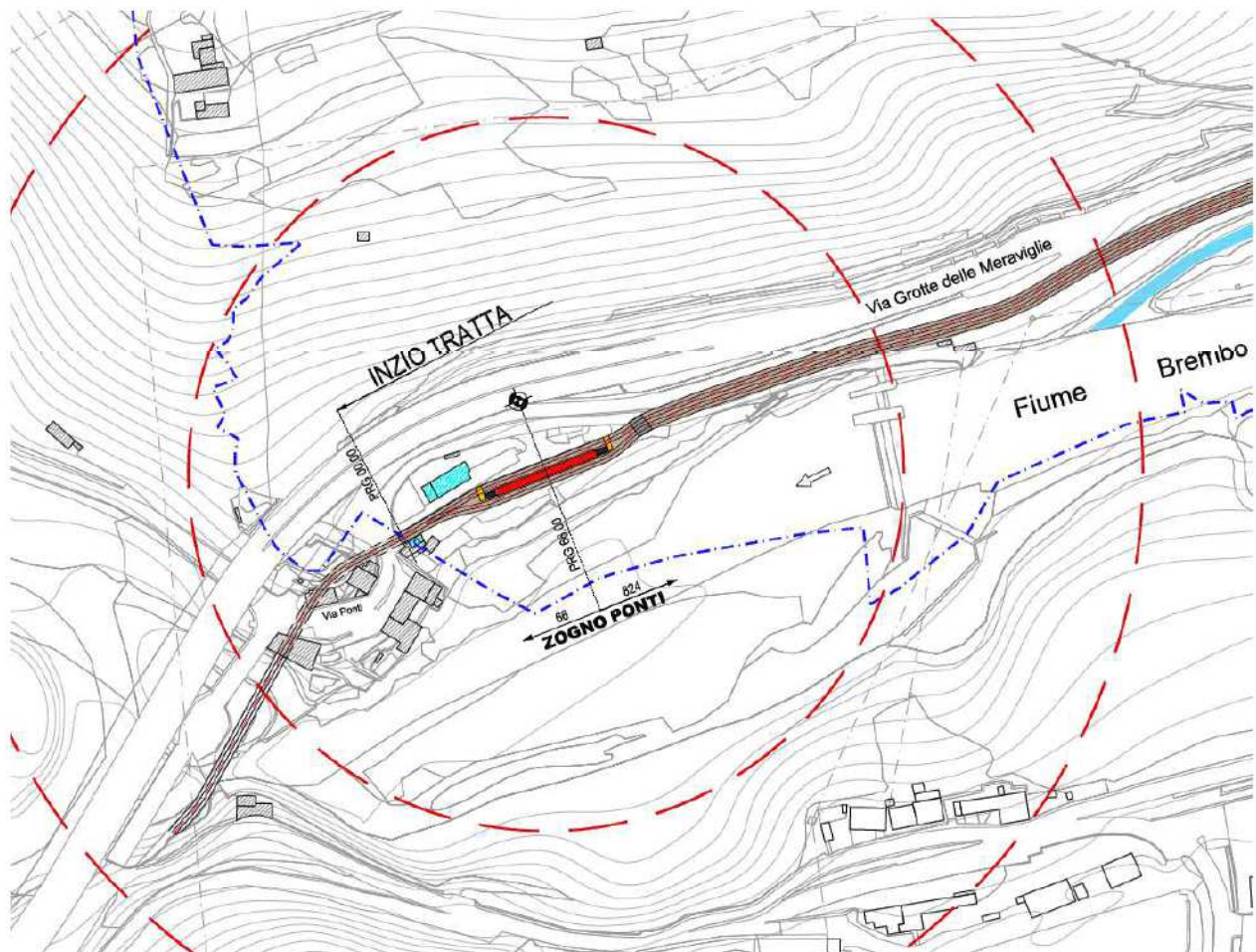
Di seguito si descrivono le fermate previste.

### 5.2.1 Fermata Zogno Ponti

Alla progressiva 66 è prevista la fermata Zogno Ponti, in corrispondenza del casello ferroviario della ex FVB.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 66 m dall'inizio tratta ed a 824 m dalla successiva fermata Zogno Meraviglie. La sua collocazione consente di servire il nucleo storico ubicato in Via Ponti e gli utenti provenienti dalla Valle Brembilla.



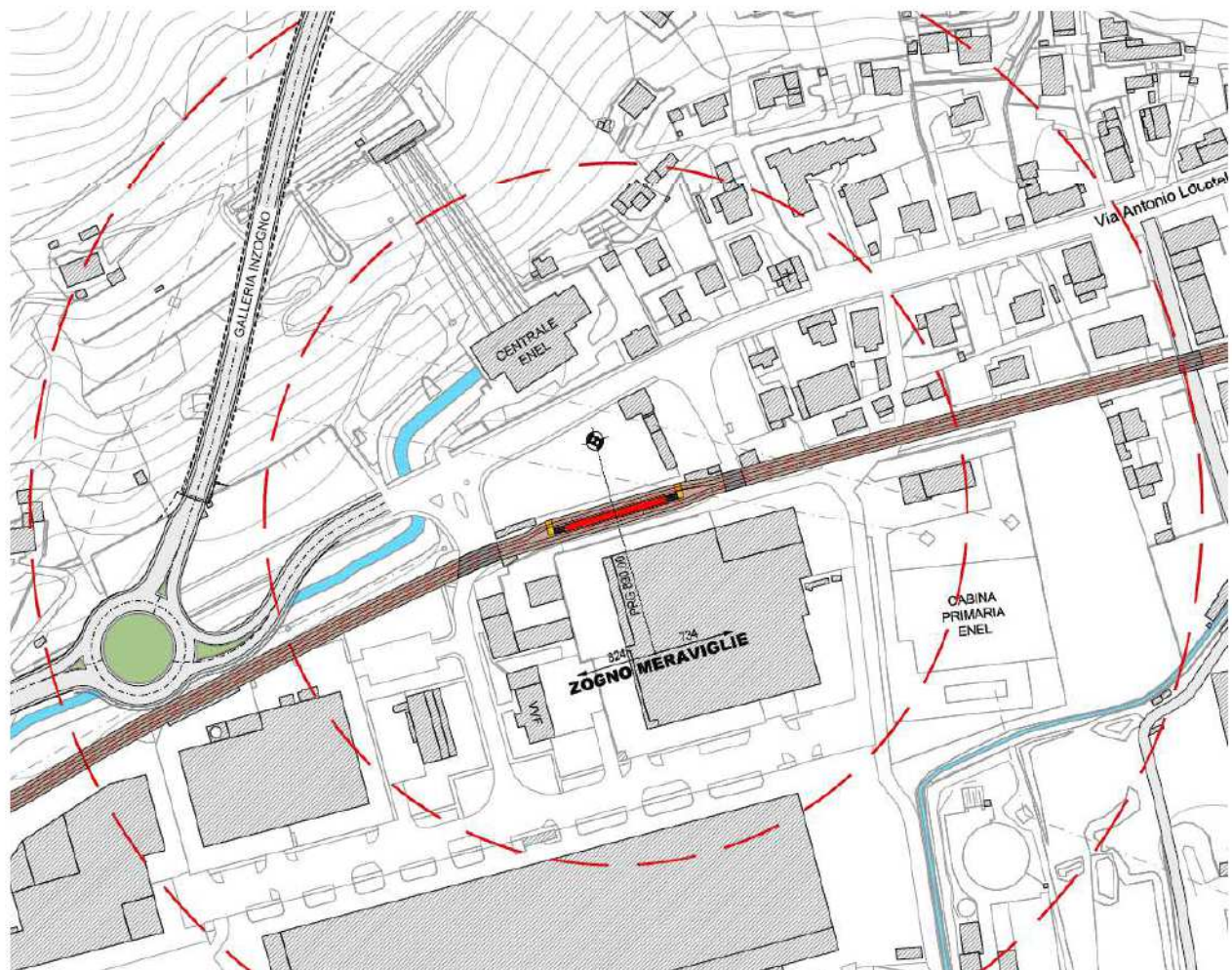
*Stralcio planimetrico fermata Zogno Ponti*

### 5.2.2 Fermata Zogno Meraviglie

Alla progressiva 890 è prevista la fermata Zogno Meraviglie, nelle vicinanze delle cosiddette "Grotte delle Meraviglie". La fermata è in corrispondenza del polo industriale ove risiedono diverse realtà produttive, di notevole importanza per il territorio del Comune di Zogno e per la Valle Brembana.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 824 m dalla precedente fermata Zogno Ponti ed a 734 m dalla successiva fermata Zogno San Bernardino. La sua collocazione consente di servire l'abitato posto a sud del territorio di Zogno, oltre al vicino polo industriale.



*Stralcio planimetrico fermata Zogno Meraviglie*

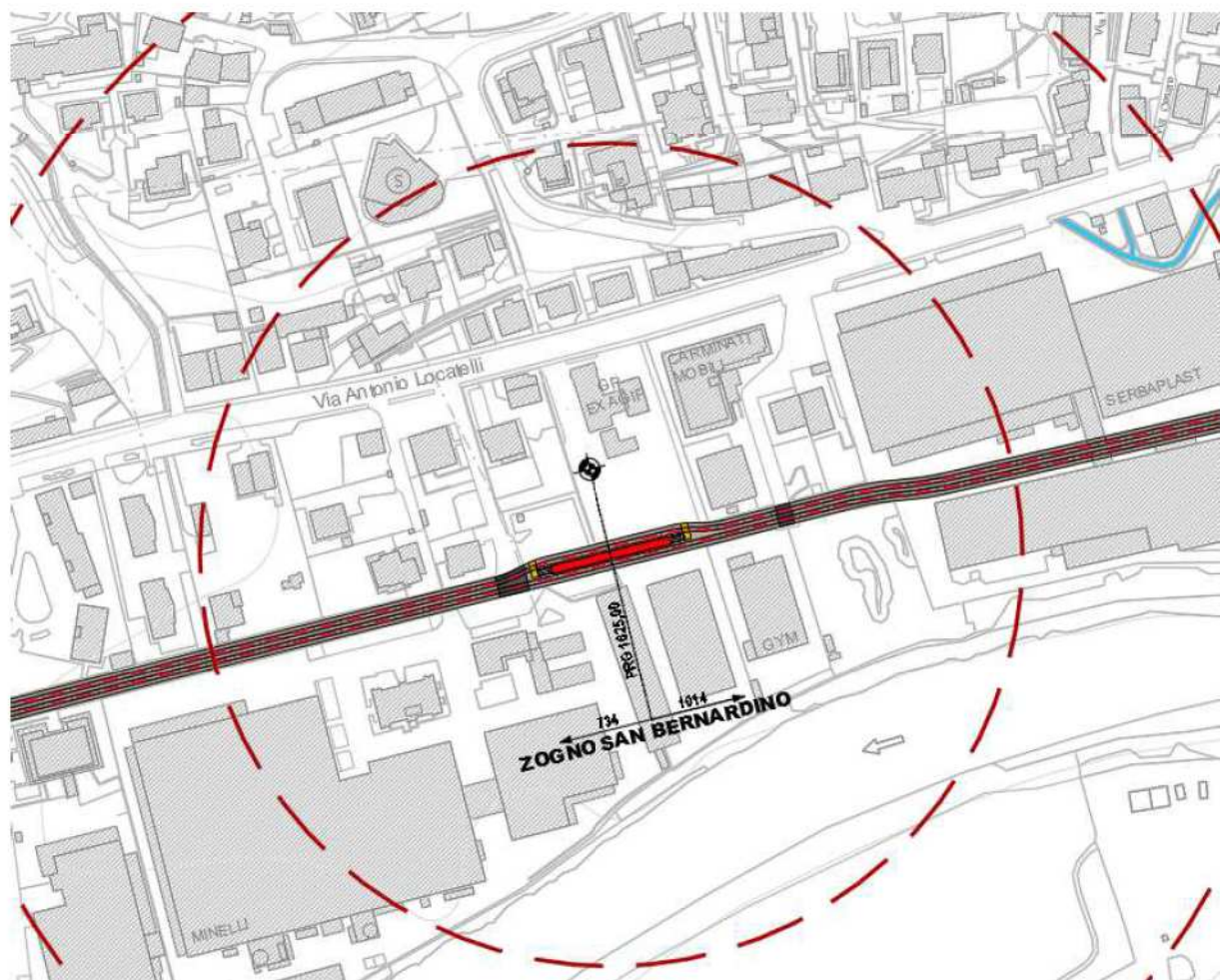
### 5.2.3 Fermata Zogno San Bernardino

La fermata Zogno San Bernardino si colloca alla progressiva 1624. Anche in questo caso la fermata è in corrispondenza di una zona industriale ove risiedono diverse realtà produttive, di notevole importanza per il territorio del Comune di Zogno e per la Valle Brembana.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 734 m dalla precedente fermata Zogno Meraviglie ed a 1015 m dalla successiva fermata Zogno Centro.

La sua ubicazione consente inoltre di servire l'abitato in zona San Bernardino del territorio di Zogno, ad elevata densità abitativa e risulta essere nelle vicinanze della scuola materna Del Carmine. Pertanto la sua collocazione risulta particolarmente strategica.



*Stralcio planimetrico fermata Zogno San Bernardino*

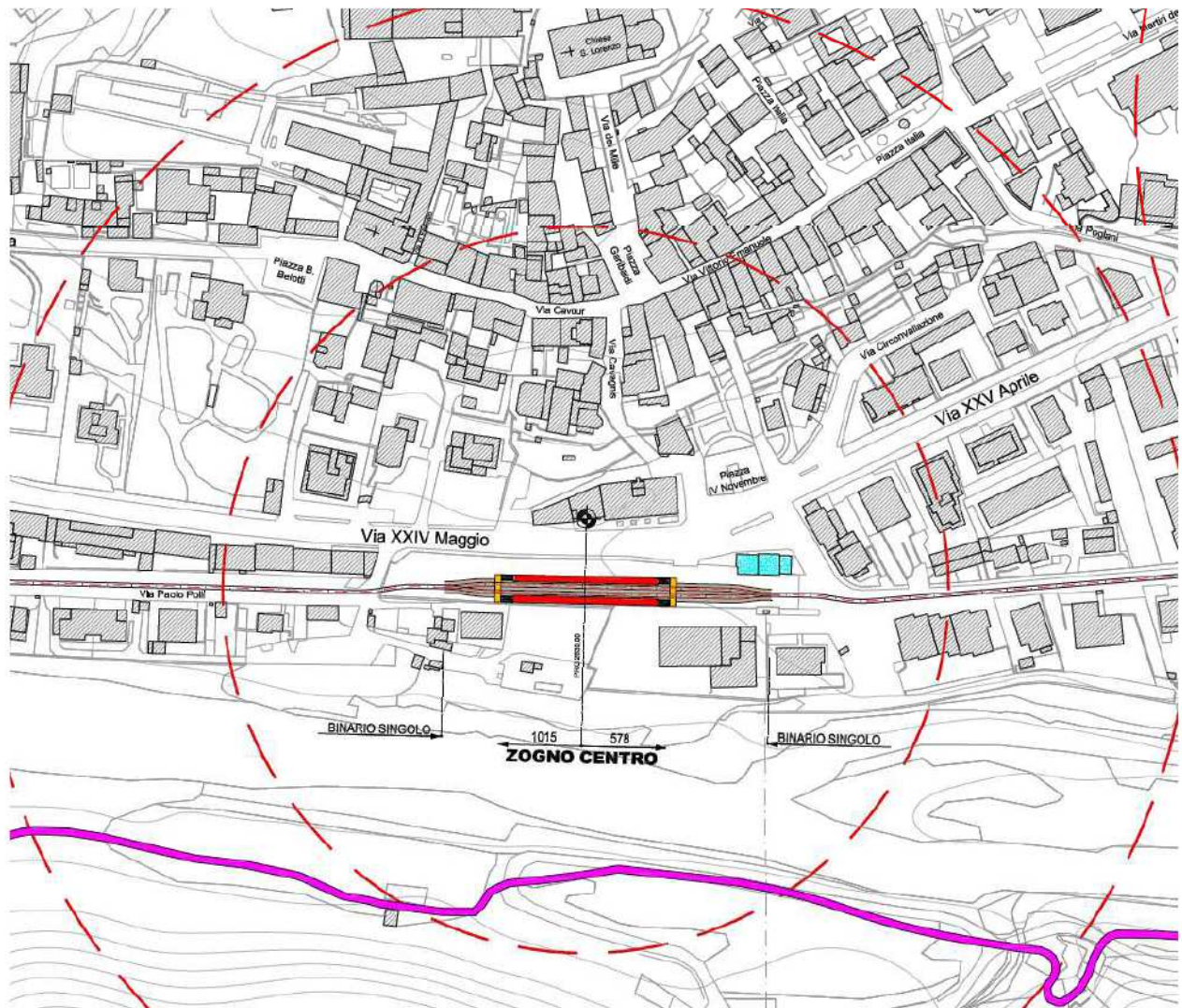
### 5.2.4 Fermata Zogno Centro

La fermata Zogno Centro si colloca alla progressiva 2639, in corrispondenza del nodo di interscambio del servizio Regionale su gomma del TPL, in prossimità del casello della ex FVB e pertanto la sua posizione è di fondamentale importanza per l'interscambio modale dei due sistemi di trasporto.

Inoltre la sua ubicazione risulta particolarmente attrattiva in quanto è a servizio della zona centrale dell'abitato di Zogno, ad elevata densità abitativa, con un bacino di utenza molto elevato e risulta essere nelle vicinanze della scuola primaria di primo grado.

Detta fermata è prevista con doppia banchina di lunghezza pari a 60 m ed è a raso.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 1015 m dalla precedente fermata Zogno San Bernardino ed a 578 m dalla successiva fermata Zogno Mercato.



*Stralcio planimetrico fermata Zogno Centro*



### 5.2.6 Fermata Zogno Ambria

Dopo la fermata di Zogno Mercato, il tracciato prosegue per 1784 m in direzione nord, attraversando una zona con scarsa densità abitativa, fino a raggiungere la fermata Zogno Ambria, alla progressiva 5001, in corrispondenza del casello della ex FVB. In tale tratto la linea tramviaria sarà lato fiume, affiancata dalla pista ciclopedonale. Il mantenimento della pista ciclopedonale a lato della tramvia è stato previsto per dare continuità al collegamento con le piste ciclopedonali esistenti sul territorio Comunale.

La collocazione della fermata è stata concepita per servire la frazione di Ambria e l'utenza proveniente dalla confluyente Valle Serina, servita dalla SP 27, che rappresenta un bacino di utenza molto elevato.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 1784 m dalla precedente fermata Zogno Mercato ed a 1927 m dal confine territoriale del Comune di Zogno con San Pellegrino Terme.



*Stralcio planimetrico fermata Zogno Ambria*



Dopo la fermata, la linea prosegue a binario singolo per circa 420 m, poi per 1065 m con doppio binario in corrispondenza della Sanpellegrino S.p.A. e quindi per ulteriori 1830 m a binario singolo fino al confine con il Comune di San Pellegrino Terme.

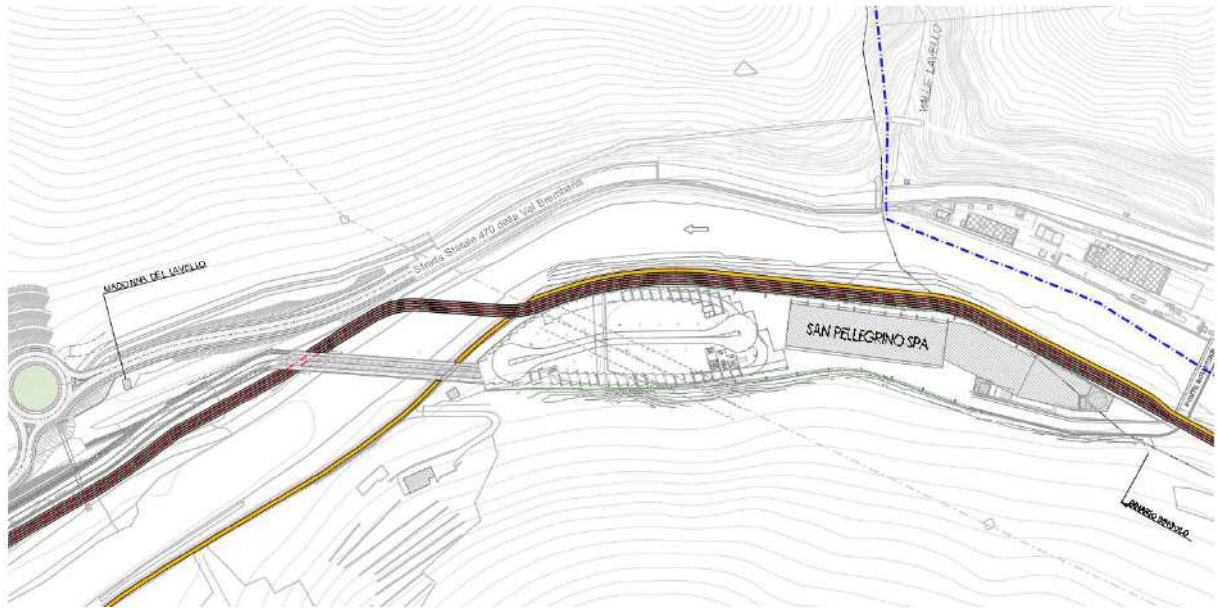
### **5.3 Previsione scambio intermodale con Sanpellegrino S.p.A.**

Nel tratto a doppio binario dopo la fermata Ambria, la linea tramviaria affianca il nuovo insediamento industriale della Sanpellegrino S.p.A. in località Alderò.

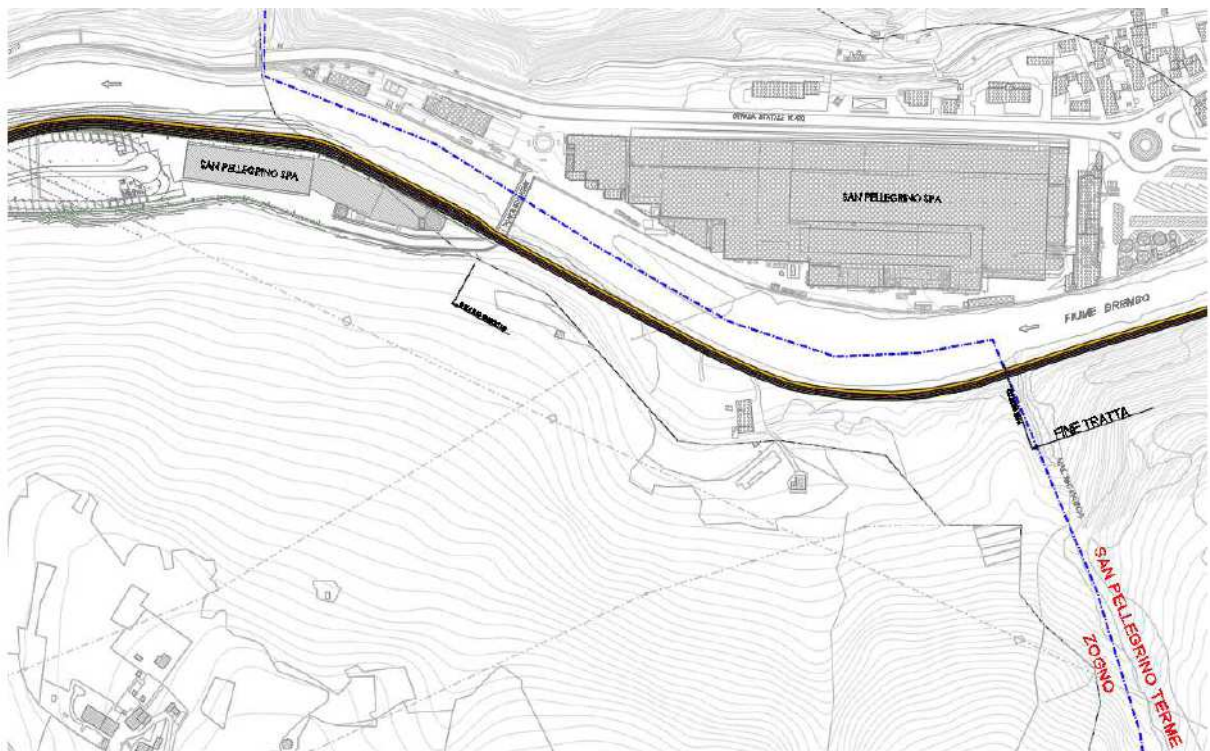
Nello specifico, la tramvia sottopassa il nuovo ponte di accesso al Polo logistico della Sanpellegrino S.p.A., dopo di che la quota altimetrica del piano del ferro si alza sino al previsto ponte di attraversamento tramviario del Fiume Brembo, che consente lo spostamento della tramvia in sponda orografica sinistra.

In corrispondenza del nuovo Polo logistico della Sanpellegrino S.p.A. in località Alderò, è stata prevista la possibilità di interscambio modale con le merci della Sanpellegrino S.p.A.. La quota della tramvia in corrispondenza del Polo logistico della Sanpellegrino S.p.A. è la stessa del piazzale interno dello stesso Polo, per cui lo scambio intermodale è perfettamente compatibile e realizzabile.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici della tramvia nella zona relativa al nuovo Polo Logistico in località Alderò e in corrispondenza dello stabilimento posto in sponda destra nel Comune di San Pellegrino.



*Stralcio planimetrico tratto in adiacenza al Nuovo Polo Logistico  
della Sanpellegrino S.p.A. in località Alderò*



*Stralcio planimetrico tratto terminale della linea tramviaria nel Comune di Zogno*

#### 5.4 Dati riepilogativi della linea

Il numero complessivo delle fermate previste è pari a 6, con la seguente configurazione:

- n. 5 fermate con banchina centrale a isola L=45 m;
- n. 1 fermate con doppia banchina L=60 m.

Nella tabella che segue sono riportati i dati riepilogativi inerenti la collocazione delle fermate lungo la linea tramviaria.

LINEA T2, ALTERNATIVA 1 (A) - PROGRESSIVE FERMATE COMUNE DI ZOGNO			
N. PROGRESSIVO	DENOMINAZIONE FERMATA	DISTANZE PROGRESSIVE FERMATE (m)	DISTANZE PARZIALI OPERE DI LINEA (m)
<b>COMUNE DI ZOGNO</b>		SOLUZIONE A	SOLUZIONE A
0	Inizio tratta - Confine con Sedrina	0	0
1	ZOGNO PONTI	66	66
2	ZOGNO MERAVIGLIE	890	824
3	ZOGNO SAN BERNARDINO	1624	734
4	ZOGNO CENTRO	2639	1015
5	ZOGNO MERCATO	3217	578
6	ZOGNO AMBRIA	5001	1784
7	Fine tratta - Confine con S. Pellegrino Terme	6928	1927

La lunghezza complessiva della linea tramviaria che attraversa il territorio comunale di Zongo è di 6928 m, così ripartita:

- Lunghezza tratti a binario singolo, 3995 m;
- Lunghezza tratti a doppio binario, 2933 m.

La linea è composta da tratti in sede propria e tratti in sede promiscua, così suddivisi:

- Lunghezza tratti in sede propria, 5788 m (83.5% del totale) di cui 2933 m a doppio binario e 2855 a binario singolo;
- Lunghezza tratti in sede promiscua, 1140 m (16.5% del totale), tutti a binario singolo.

I tratti in sede propria, previsti con binari su ballast, saranno delimitati da barriere in acciaio zincato di altezza 110 cm.

I tratti in sede promiscua saranno previsti in corrispondenza dei tratti stradali realizzati nel corso degli anni sul sedime della ex FVB.

**5.5 Stima preliminare dei costi dell'alternativa 1**

<b>Soluzione 1 (A)</b>		
<i>Descrizione</i>		<i>Importo</i>
Costo di realizzazione delle opere	€	67 000 000
Materiale rotabile (8 veicoli)	€	26 000 000
Somme a disposizione (spese tecniche, risoluzione interferenze, espropri, collaudi, imprevisti, varie, IVA)	€	42 000 000
<b>COSTO TOTALE</b>	<b>€</b>	<b>135 000 000</b>
Lunghezza linea tramviaria		6928 m
Costo al km (IVA inclusa)	€	19 486 143

## **6 ALTERNATIVA 2 (B)**

---

### **6.1 Descrizione**

Tutta la linea è a binario doppio in sede propria, per uno sviluppo di 6928 m.

La linea prevede:

- 5878 m a raso, a livello del piano stradale;
- 1050 m in galleria/trincea.
- Sono previste n. 6 fermate di cui n. 5 a isola centrale e n. 1 con doppia banchina;

Il tracciato è interamente collocato sul sedime della ex Ferrovia della Valle Brembana ed interessa tutto il Comune di Zogno, attraversando le aree più urbanizzate.

In questa soluzione si è scelto di prevedere l'interramento della linea dall'incrocio della via Paolo Polli fino alla piazza Mercato.

Dopo la piazza Mercato, la linea prosegue su doppio binario e la pista ciclopedonale verrà realizzata a sbalzo verso il fiume Brembo, mantenendo il collegamento ciclopedonale attuale.

Successivamente alla fermata di Ambria è previsto l'allargamento del manufatto di sottopasso della Strada Provinciale esistente.

Nella presente soluzione tutta la linea è realizzata con doppio binario in sede propria, analogamente alla linea T1 della Valle Seriana attualmente in esercizio ed alla linea T2 fino a Villa d'Almè attualmente finanziata dal Ministero.

Il doppio binario in sede propria garantisce piena continuità, sicurezza e totale affidabilità al servizio di trasporto pubblico.

### **6.2 Fermate previste**

Di seguito si descrivono le fermate previste.

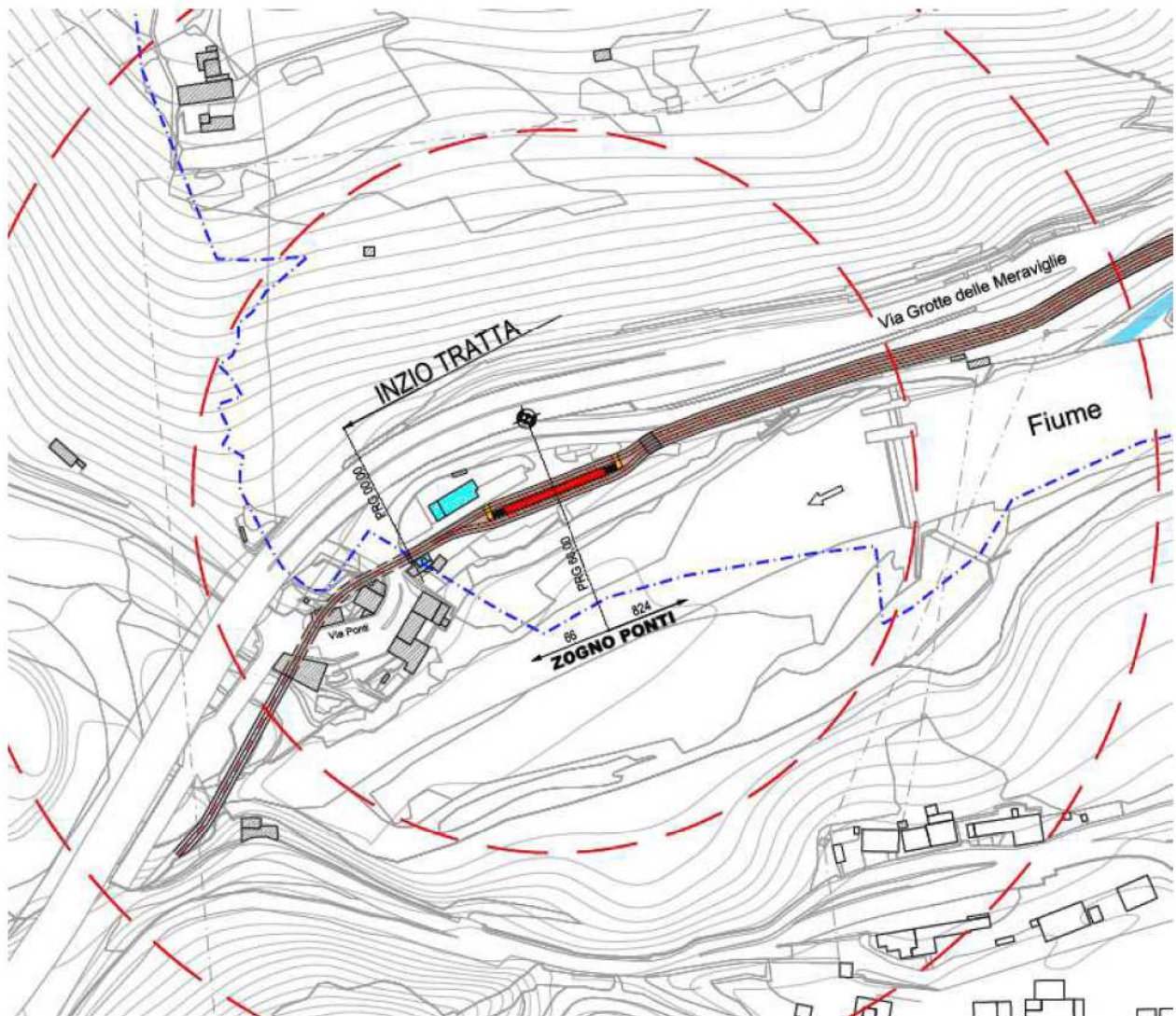
Sono previste n. 6 fermate tramviarie che di seguito si descrivono.

### 6.2.1 Fermata Zogno Ponti

Alla progressiva 66 è prevista la fermata Zogno Ponti, in corrispondenza del casello ferroviario della ex FVB.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 66 m dall'inizio tratta ed a 824 m dalla successiva fermata Zogno Meraviglie. La sua collocazione consente di servire il nucleo storico ubicato in Via Ponti e gli utenti provenienti dalla Valle Brembilla.



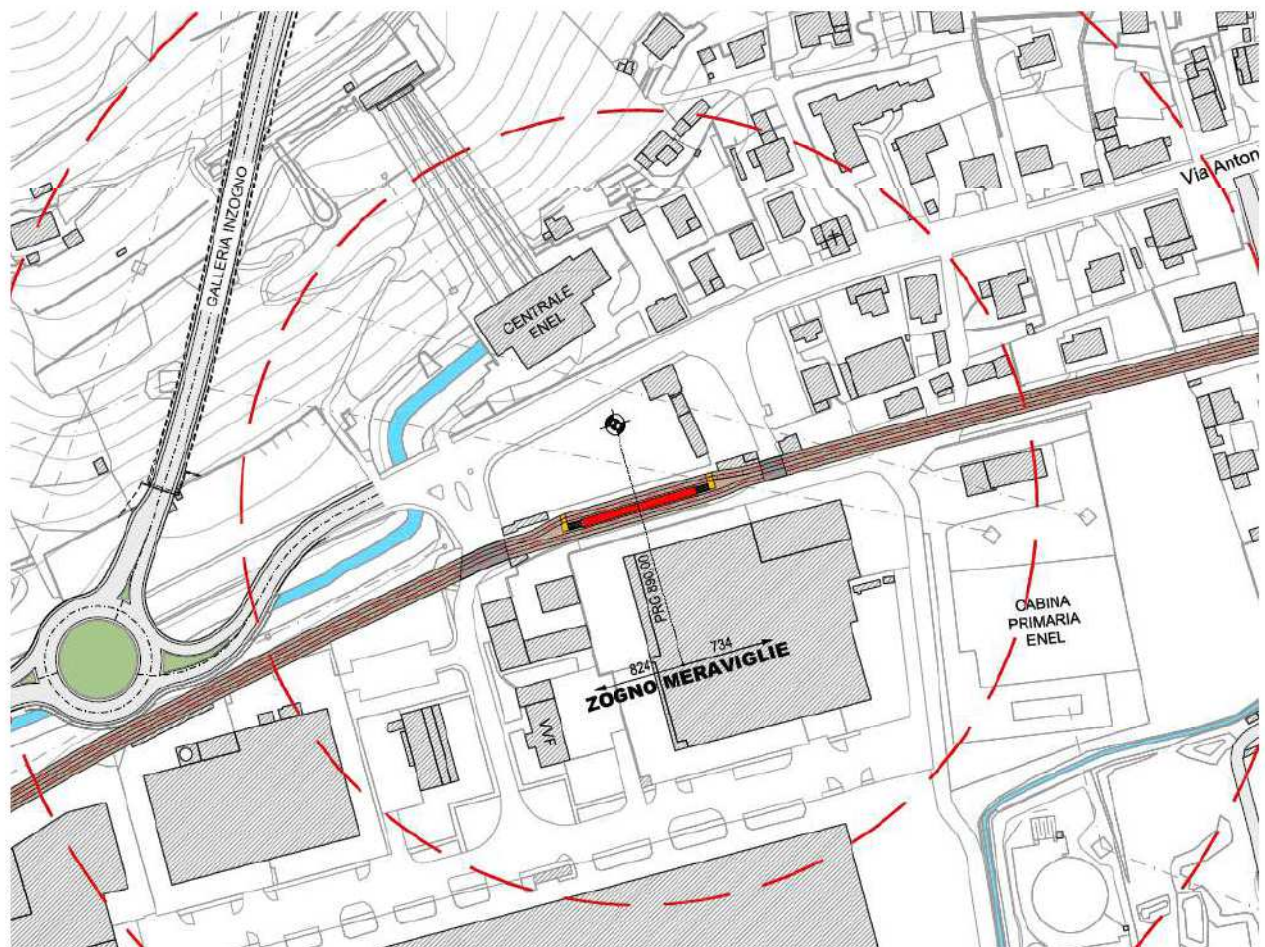
*Stralcio planimetrico fermata Zogno Ponti*

### 6.2.2 Fermata Zogno Meraviglie

Alla progressiva 890 è prevista la fermata Zogno Meraviglie, nelle vicinanze delle cosiddette "Grotte delle Meraviglie". La fermata è in corrispondenza del polo industriale ove risiedono diverse realtà produttive, di notevole importanza per il territorio del Comune di Zogno e per la Valle Brembana.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 824 m dalla precedente fermata Zogno Ponti ed a 734 m dalla successiva fermata Zogno San Bernardino. La sua collocazione consente di servire l'abitato posto a sud del territorio di Zogno, oltre al vicino polo industriale.



*Stralcio planimetrico fermata Zogno Meraviglie*

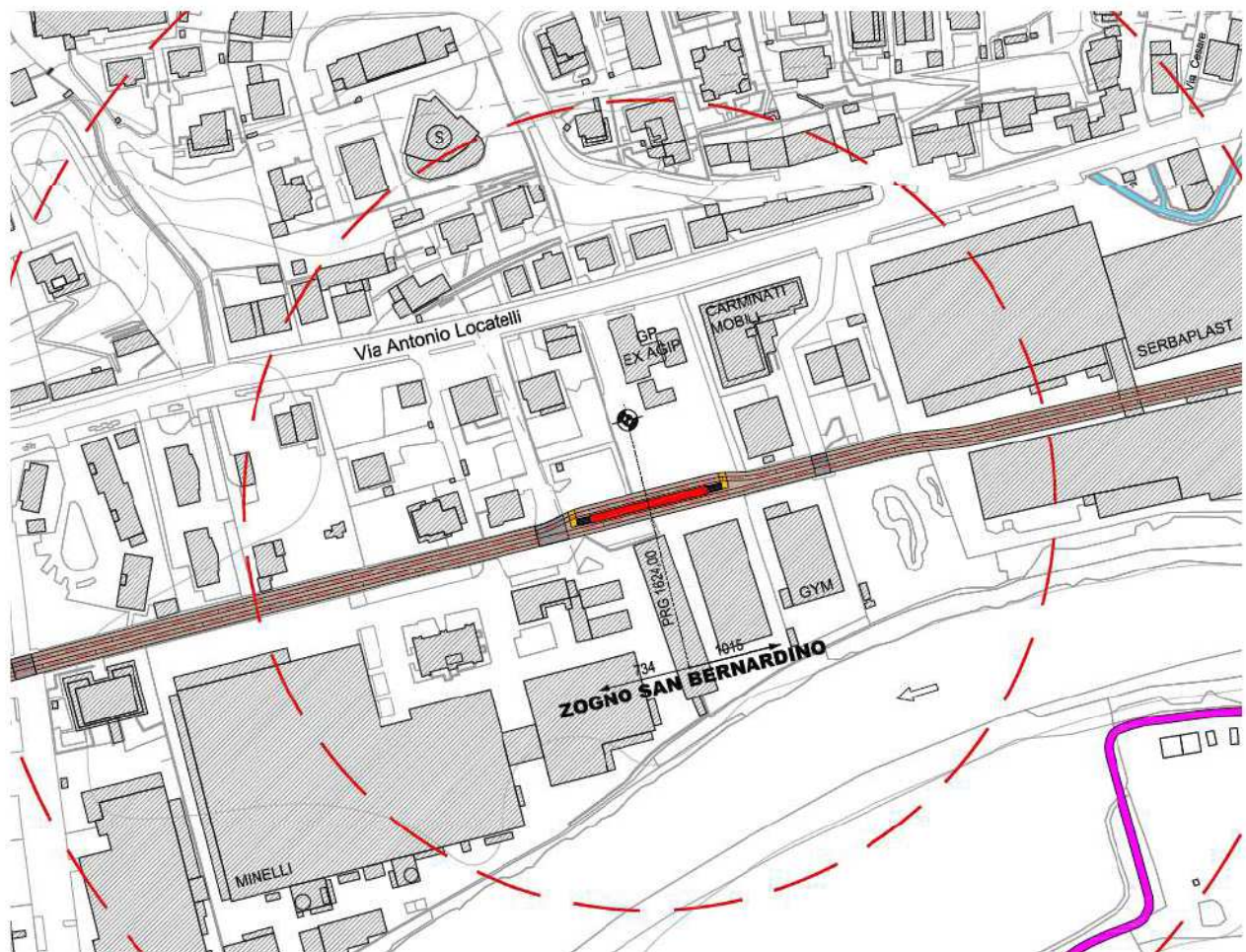
### 6.2.3 Fermata Zogno San Bernardino

La fermata Zogno San Bernardino si colloca alla progressiva 1624. Anche in questo caso la fermata è in corrispondenza di una zona industriale ove risiedono diverse realtà produttive, di notevole importanza per il territorio del Comune di Zogno e per la Valle Brembana.

Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera.

La fermata si colloca ad una interdistanza di 734 m dalla precedente fermata Zogno Meraviglie ed a 1015 m dalla successiva fermata Zogno Centro.

La sua ubicazione consente inoltre di servire l'abitato in zona San Bernardino del territorio di Zogno, ad elevata densità abitativa e risulta essere nelle vicinanze della scuola materna Del Carmine. Pertanto la sua collocazione risulta particolarmente strategica.

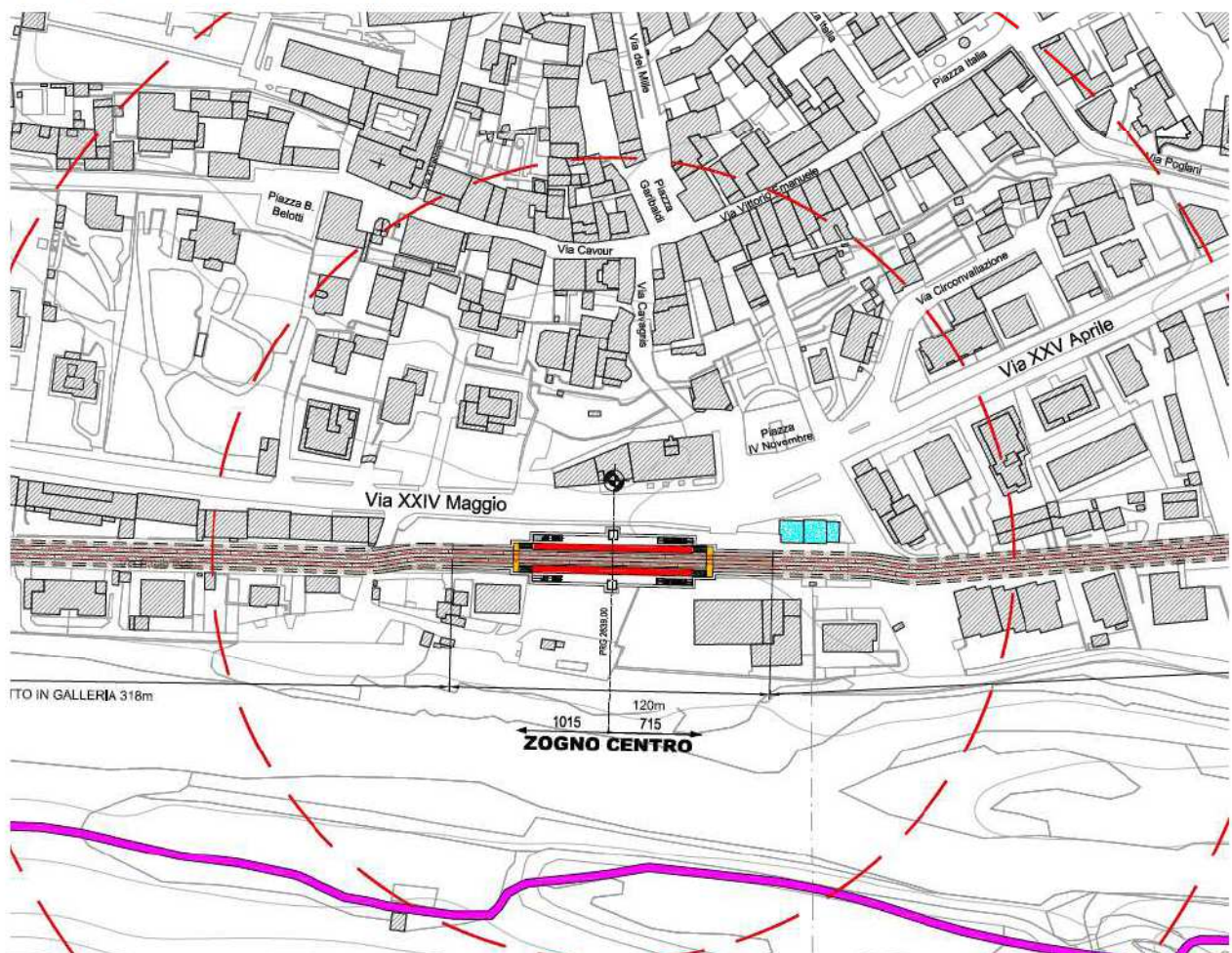


*Stralcio planimetrico fermata Zogno San Bernardino*



### 6.2.4 Fermata Zogno Centro

La fermata Zogno Centro si colloca alla progressiva 2639, in corrispondenza del nodo di interscambio del servizio Regionale su gomma del TPL, in prossimità del casello della ex FVB e pertanto la sua posizione è di fondamentale importanza per l'interscambio modale dei due sistemi di trasporto. Inoltre la sua ubicazione risulta particolarmente attrattiva in quanto è a servizio della zona centrale dell'abitato di Zogno, ad elevata densità abitativa, con un bacino di utenza molto elevato e risulta essere nelle vicinanze della scuola primaria di primo grado. Detta fermata è prevista con doppia banchina di lunghezza pari a 60 m. La fermata si colloca ad una interdistanza di 1015 m dalla precedente fermata Zogno San Bernardino ed a 715 m dalla successiva fermata Zogno Mercato. In questo tratto la tramvia è interrata pertanto la fermata verrà realizzata a cielo libero a quota di circa -6 m dal piano stradale. L'accesso alla fermata è previsto con n. 2 scale fisse, n. 2 scale mobili e n. 2 ascensori.



Stralcio planimetrico fermata Zogno Centro



### 6.2.6 Fermata Zogno Ambria

Dopo la fermata di Zogno Mercato, il tracciato prosegue per 1647 m in direzione nord, attraversando una zona con scarsa densità abitativa, fino a raggiungere la fermata Zogno Ambria, alla progressiva 5001, in corrispondenza del casello della ex FVB. In tale tratto la linea tramviaria sarà affiancata, lato fiume, dalla pista ciclopedonale che verrà realizzata a sbalzo. Il mantenimento della pista ciclopedonale a lato della tramvia è stato previsto per dare continuità al collegamento con le piste ciclopedonali esistenti sul territorio Comunale. La collocazione della fermata è stata concepita per servire la frazione di Ambria e l'utenza proveniente dalla confluyente Valle Serina, servita dalla SP 27, che rappresenta un bacino di utenza molto elevato. Detta fermata è prevista con una banchina di lunghezza pari a 45 m, con configurazione ad isola, per contenere gli ingombri di realizzazione dell'opera. La fermata si colloca ad una interdistanza di 1647 m dalla precedente fermata Zogno Mercato ed a 1927 m dal confine territoriale del Comune di Zogno con San Pellegrino Terme.



*Stralcio planimetrico fermata Zogno Ambria*

Dopo la fermata, la linea prosegue fino al tratto in corrispondenza della Sanpellegrino S.p.A. e quindi per ulteriori 1830 m fino al confine con il Comune di San Pellegrino Terme.

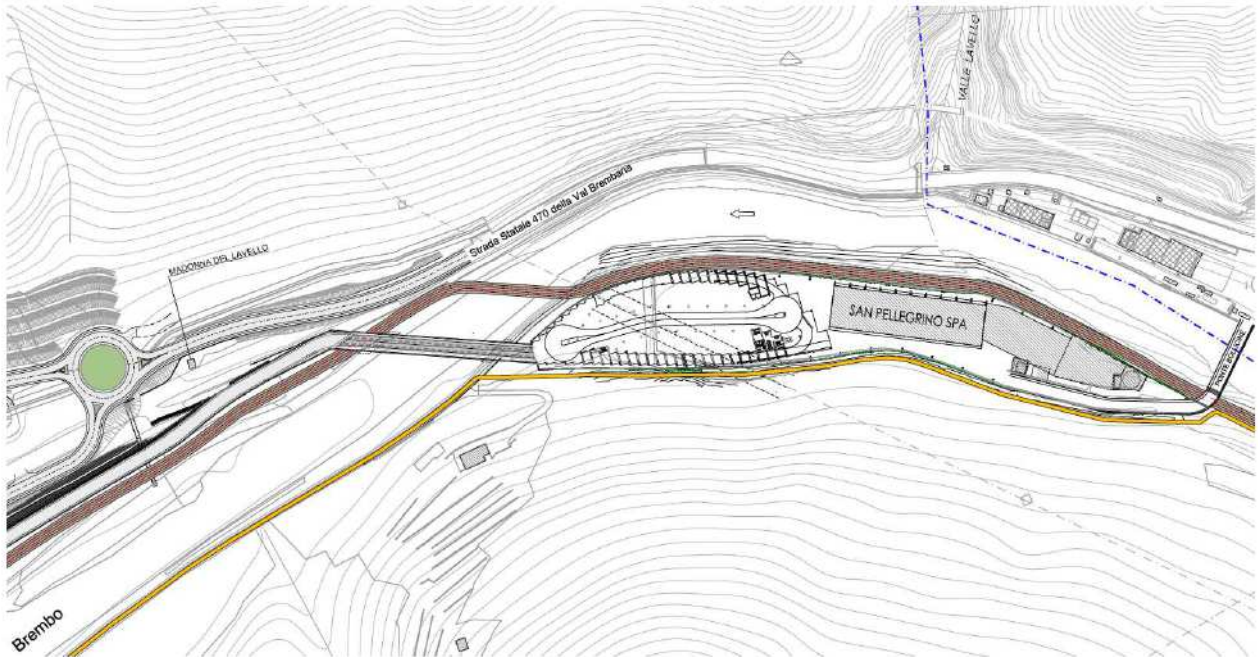
### **6.3 Previsione scambio intermodale con Sanpellegrino S.p.A.**

Nel tratto a doppio binario dopo la fermata Ambria, la linea tramviaria affianca il nuovo insediamento industriale della Sanpellegrino S.p.A. in località Alderò.

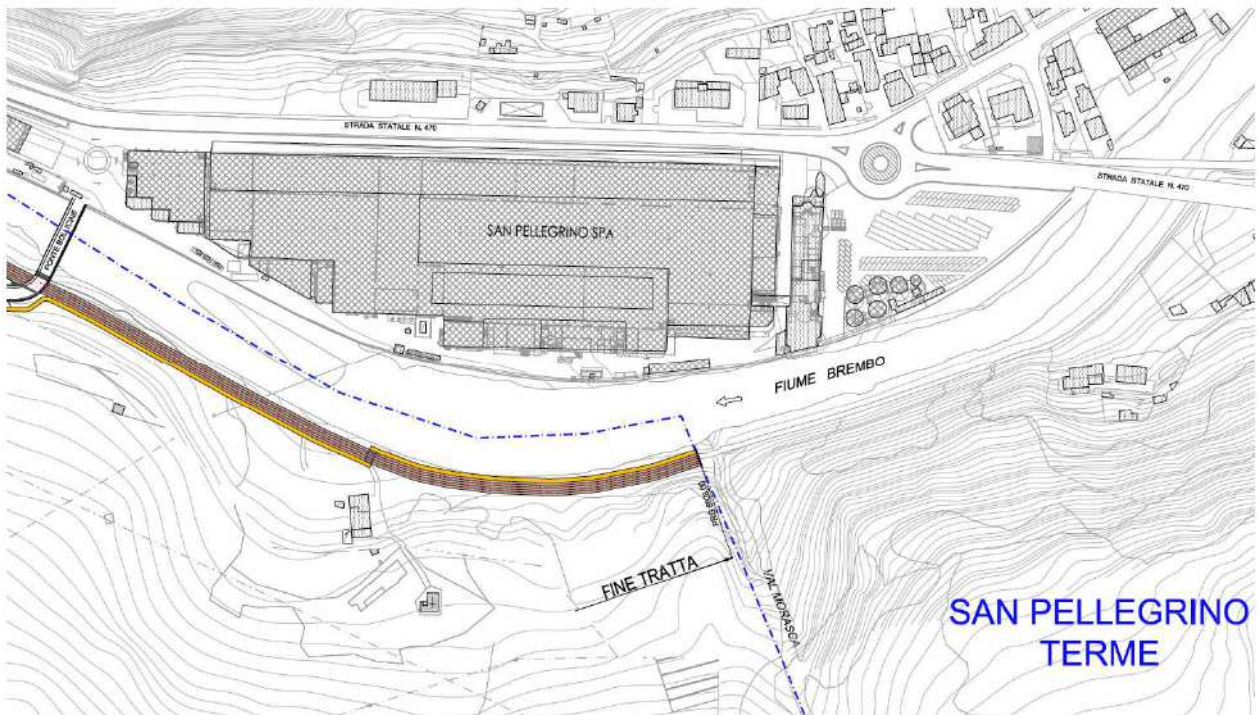
Nello specifico, la tramvia sottopassa il nuovo ponte di accesso al Polo logistico della Sanpellegrino S.p.A., dopo di che la quota altimetrica del piano del ferro si alza sino al previsto ponte di attraversamento tramviario del Fiume Brembo, che consente lo spostamento della tramvia in sponda orografica sinistra.

In corrispondenza del nuovo Polo logistico della Sanpellegrino S.p.A. in località Alderò, è stata prevista la possibilità di interscambio modale con le merci della Sanpellegrino S.p.A.. La quota della tramvia in corrispondenza del Polo logistico della Sanpellegrino S.p.A. è la stessa del piazzale interno dello stesso Polo, per cui lo scambio intermodale è perfettamente compatibile e realizzabile.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici della tramvia nella zona relativa al nuovo Polo Logistico in località Alderò e in corrispondenza dello stabilimento posto in sponda destra nel Comune di San Pellegrino.



*Stralcio planimetrico tratto in adiacenza al Nuovo Polo Logistico  
della Sanpellegrino S.p.A. in località Alderò*



*Stralcio planimetrico tratto terminale della linea tramviaria nel Comune di Zogno*

#### 6.4 Dati riepilogativi della linea

Il numero complessivo delle fermate previste è pari a 6, con la seguente configurazione:

- N. 5 fermate con banchina centrale a isola L=45 m;
- N. 1 fermate con doppia banchina L=60 m.

Nella tabella che segue sono riportati i dati riepilogativi inerenti la collocazione delle fermate lungo la linea tramviaria.

LINEA T2, ALTERNATIVA 2 (B) - PROGRESSIVE FERMATE COMUNE DI ZOGNO			
N. PROGRESSIVO	DENOMINAZIONE FERMATA	DISTANZE PROGRESSIVE FERMATE (m)	DISTANZE PARZIALI OPERE DI LINEA (m)
<b>COMUNE DI ZOGNO</b>		SOLUZIONE B	SOLUZIONE B
0	Inizio tratta - Confine con Sedrina	0	0
1	ZOGNO PONTI	66	66
2	ZOGNO MERAVIGLIE	890	824
3	ZOGNO SAN BERNARDINO	1624	734
4	ZOGNO CENTRO	2639	1015
5	ZOGNO MERCATO	3354	715
6	ZOGNO AMBRIA	5001	1647
7	Fine tratta - Confine con S. Pellegrino Terme	6928	1927

La lunghezza complessiva della linea tramviaria che attraversa il territorio comunale di Zongo è di 6928 m, tutta a doppio binario in sede propria ed è così ripartita:

- 5743 m a raso;
- 1185 m in galleria/trincea.

La linea è prevista con binari su ballast, delimitati da barriere in acciaio zincato di altezza 110 cm.

**6.5 Stima preliminare dei costi dell'alternativa 2**

<b>Soluzione 2 (B)</b>		
<i>Descrizione</i>		<i>Importo</i>
Costo di realizzazione delle opere	€	97 000 000
Materiale rotabile (8 veicoli)	€	26 000 000
Somme a disposizione (spese tecniche, risoluzione interferenze, espropri, collaudi, imprevisti, varie, IVA)	€	48 000 000
<b>COSTO TOTALE</b>	<b>€</b>	<b>171 000 000</b>
Lunghezza linea tramviaria		6928 m
Costo al km (IVA inclusa)	€	24 682 448

## 7 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E TECNOLOGICHE DELLA LINEA

### 7.1 Standard geometrici di tracciato

Nel paragrafo seguente vengono riportati i principali standard articolati per tipologie di sede.

#### Tracciato planimetrico

##### RAGGI DI CURVA

Raggio minimo di curva in sede propria:	100 m su ballast 50m calcestruzzo
Raggio minimo di curva in sede promiscua:	
Y Minimo raccomandato	25 m
Y Minimo normale	18 m

##### SOPRAELEVAZIONE IN CURVA

Sopraelevazione max in curva con binario ferroviario:	100 mm 8.4% (binario per binario)
Sopraelevazione max in curva con binario ferroviario (ovvero con rotaia a gola): incroci	40 mm – 2.8% complanare

##### VELOCITA' DI PERCORRENZA DELLE CURVE

Accelerazione centrifuga non compensata su curve sopraelevate (con binario di tipo ferroviario): Y Valore raccomandato Y Valore massimo	0,3 m/s <sup>2</sup> 0,68 m/s <sup>2</sup>
Veocità di percorrenza delle curve non sopraelevate (con binario di tipo ferroviario – V in km/h, R in m)	$V = 3,6 \sqrt{R}$

##### CURVE DI TRANSIZIONE E JERK LATERALE

Tipo di curva di raccordo tra rettilineo e curva circolare:	clotoide
Jerk laterale: variazione dell'accelerazione	



transversale max:	
Y Valore raccomandato	0,3 m/s <sup>2</sup>
Y Valore massimo	0,67 m/s <sup>2</sup>

### **Profilo altimetrico**

#### PENDENZE

Pendenza massima:	6%
Pendenza longitudinale in corrispondenza delle fermate:	
Y Valore raccomandato	0 %
Y Valore massimo	0,5 %
Pendenza trasversale in stazione	(0,5% del filo d'acqua 1% persone a mobilità ridotta)

#### RACCORDI NEL PIANO VERTICALE

Raggio minimo di curva verticale	500 m
Raggio minimo puntuale	150 m
Velocità di percorrenza dei dossi e delle cunette (V in km/h, R in m):	
Y Valore raccomandato	$V = \sqrt{R}$
Y Valore massimo	$V = \sqrt{2R}$

### **Sezione tipo**

Le sezioni tramviarie rispetteranno i franchi prescritti dalla norma UNI 7156 del 2014, la quale definisce quali debbano essere le distanze minime degli ostacoli fissi, dalla sagoma limite del materiale rotabile, etc.

Gli ostacoli che si possono incontrare lungo il percorso sono di due tipi:

- Continui se aventi dimensione, misurata parallelamente al binario, maggiore di 500 mm;
- Discontinui se aventi dimensione, misurata parallelamente al binario, minore di 500 mm (pali, indicatori di fermata, ecc.).

In funzione della posizione assunta dagli ostacoli nei confronti del materiale rotabile sono prescritte differenti distanze minime da rispettare, come riportato di seguito:

<b>OSTACOLO</b>	<b>DISTANZA MIN.</b>
Ostacoli con altezza del piano dal ferro non maggiore di 300 mm	100 mm
Ostacoli (continui) con altezza dal piano del ferro maggiore di 300 mm	800 mm
Ostacoli (discontinui) con altezza dal piano del ferro maggiore di 300 mm	500 mm

Le distanze dovranno tenere conto del rollo del materiale rotabile scelto, dell'usura dell'armamento e dei sistemi di rodiggio.

## **7.2 Fermate**

La localizzazione delle fermate deve essere progettata tenendo conto dei criteri seguenti:

- Facilitare l'accesso e quindi aumentare la loro attrattività collocandole il più vicino possibile alla viabilità che incrocia trasversalmente la linea. E' importante ridurre la lunghezza dei camminamenti d'accesso per l'utenza frontista;
- Evitare le fermate che non sono allo stesso livello della strada per le stesse motivazioni di accessibilità e fruibilità;
- Assicurare un accesso facilitato alle persone a mobilità ridotta non solo alla fermata, ma anche a tutte le dotazioni sulla banchina, per esempio il distributore di biglietti, cartelli informativi, i percorsi guida per raggiungere la banchina e per sostarvi in sicurezza per gli ipovedenti;
- Integrare gli impianti e le strutture legate alla fermata in modo coerente con quanto già esistente per la viabilità, evitando per esempio eventuali interferenze con manufatti continui lungo la linea;
- Il dimensionamento dei camminamenti di accesso alla fermata, in prolungamento di elementi della viabilità esistente, deve essere adattato alla frequentazione delle fermate e messo in sicurezza;
- La larghezza delle banchine deve essere tale da lasciare degli spazi di attesa confortevoli per l'utenza, permettere facilmente il movimento dei flussi dei passeggeri che scendono dal tram o che vi salgono, senza che siano infastiditi dagli impianti tecnici o necessari per l'esercizio collocati sulla banchina stessa (pensiline, armadi tecnici...);
- Definire una segnaletica performante e leggibile per gli utenti.

### **7.3 Armamento**

Le piattaforme previste sono le seguenti:

- Piattaforma su ballast con rotaia vignola 60E1: questo tipo di piattaforma, ha le caratteristiche di essere facile da mettere in opera e da mantenere ed è previsto su gran parte della linea;
- Piattaforma in calcestruzzo con rotaia vignola 60E1: prevista in corrispondenza delle fermate, sulle opere d'arte e in particolari contesti urbanizzati in presenza di piazze. La piattaforma in calcestruzzo permette di ipotizzare una combinazione di rivestimenti in analogia ai materiali utilizzati per la viabilità, compresi gli spazi verdi;
- Piattaforma su ballast, con rotaia vignola 60E1 e finitura tipo Strail o similare: prevista in corrispondenza degli attraversamenti stradali e pedonali a raso.

La piattaforma e, più in generale, il sistema dell'armamento è previsto anche per il transito di futuri convogli merci (tram-treno) e pertanto saranno progettati per sopportare carichi di tipo ferroviario.

### **7.4 Impianti elettrici ed elettroferroviari**

Gli impianti elettrici ed elettroferroviari saranno compatibili con gli impianti già realizzati sulla linea T1 in esercizio.

Il sistema di alimentazione sarà con tensione di 750V, come già avviene per la linea T1.

### **7.5 Il sistema di esercizio**

La sede tranviaria, oltre all'armamento ed alla alimentazione elettrica, viene completata da sistemi di controllo della circolazione e dall'impiantistica di ausilio all'esercizio.

Tutti questi impianti fanno riferimento al Posto Centrale (PCC), già realizzato ed in funzione relativamente alla linea tranviaria T1 della Valle Seriana.

Il PCC è ubicato presso il Deposito di Ranica di TEB e sarà implementato per consentire la gestione dell'esercizio dell'intera rete tranviaria bergamasca.

## **7.6 Opere d'arte**

Sugli impalcati dei sovrappassi stradali sono previsti i carichi mobili per i ponti di 1<sup>a</sup> categoria mentre sugli impalcati ferroviari è previsto il transito dei tram da 66 t.

Tutti i ponti ferroviari esistenti saranno sostituiti con nuovi ponti in corrispondenza dei vari torrenti, rogge e canali presenti sul tracciato tramviario.

I sovrappassi verranno realizzati con spalle in c.a. fondate su pali, su entrambi i lati e successiva copertura con elementi prefabbricati in C.A.P. accostati ed appoggiati sulla testa delle spalle.

Successivamente verrà realizzata la soletta di completamento, l'impermeabilizzazione ed il pacchetto di armamento.

Le gallerie saranno realizzate con diverse tecnologie in funzione della collocazione e della distanza dagli immobili esistenti.

Le opere d'arte saranno progettate ai sensi del DM 17/01/2018 e relativa circolare applicativa del 21/01/2019 n° 7.

## **8 SOTTOSERVIZI**

Lungo il tracciato e in prossimità di esso, all'interno dell'area di pertinenza, si adatteranno le disposizioni contenute nella richiamata Direttiva Ministeriale 3 marzo 1999 per la "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici".

Di seguito si riporta la principale normativa di riferimento inerenti i sottoservizi:

- DM 4 aprile 2014 "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto";
- DM 23 febbraio 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", come modificato e aggiornato dal DM 10 agosto 2004 (Abrogato dal DM 4 aprile 2014);
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 1726 del 19/06/1972 "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte convoglianti acque sotto pressione (acquedotti) con tranvie urbane e con tranvie extraurbane nel tratto urbano";
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992. n. 285 - Nuovo codice della strada;
- Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992 n. 495/92 Regolamento attuativo (di seguito Regolamento);
- Decreto del Presidente della Repubblica del 16 Settembre 1996, n. 610. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- D.M. 16.04.2008. Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale non superiore a 0,8;
- UNI EN 12007: Infrastrutture del gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar;
- UNI 9165: Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar – Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento;
- UNI EN 1359: Misurazioni di gas – Misuratori di gas a membrana;
- UNI 9860: Impianti di derivazioni di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo e risanamento;
- UNI 10576: Protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo;

Lungo il tracciato risultano presenti sottoservizi, individuati sulla base delle indicazioni pervenute dai vari Enti Gestori interessati ed a seguito delle ispezioni preliminari condotte in situ. Per l'individuazione planimetrica, si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto allegati alla presente relazione.

Nelle successive fasi progettuali, quanto fin qui individuato, dovrà essere accertato in contraddittorio con gli Enti e le Ditte di interesse, con il contributo degli organi tecnici comunali.

### **8.1 ACQUEDOTTO**

Le tubazioni di varia natura e dimensione per acquedotti, in attraversamento lungo la linea dovranno essere intubate. Gli attraversamenti trasversali verranno inseriti in manufatti prefabbricati posizionati sotto la sede ferroviaria o comunque mediante opere realizzate secondo i dettami degli Enti Gestori.

### **8.2 RETE GAS**

La presenza di metanodotti, ossigenodotti o altri ad essi assimilabili, richiederà che, in corrispondenza degli attraversamenti della linea, le tubazioni vengano intubate per la risoluzione dell'interferenza.

Anche gli attraversamenti trasversali con tubazioni di piccolo diametro verranno adeguatamente protetti, mediante tubazioni di protezione in acciaio secondo i dettami degli Enti Gestori.

### **8.3 RETE ELETTRICA, TELEFONICA**

La presenza di cavidotti ENEL interrati con cavi fino a 15 kV richiederà il loro inserimento in manufatti prefabbricati posizionati sotto la sede ferroviaria.

Le reti telefoniche lungo la linea tramviaria potranno essere ospitate nelle previste polifore che la percorrono a lato. Negli attraversamenti trasversali le reti saranno protette con manufatti prefabbricati posizionati sotto la sede ferroviaria o comunque mediante opere realizzate secondo i dettami degli Enti Gestori.

#### **8.4 RETE FOGNARIA**

Tutti gli attraversamenti trasversali di rete fognaria presenti lungo il tracciato, verranno inseriti in tubazioni di acciaio di protezione delle tubazioni fognarie con camerette di ispezione prima e dopo l'attraversamento.

Eventuali condotti fognari che corressero lungo il sedime dovranno essere posizionati al di fuori dello spazio utile dei binari e delle polifore unitamente alle loro camerette d'ispezione. Gli attraversamenti dovranno avvenire il più possibile perpendicolarmente alla linea e dotati di camerette alle due teste.

## 9 ALLEGATI

Al presente studio sono allegati i seguenti elaborati progettuali:

<i>N. elaborato</i>		<i>Descrizione</i>	<i>Scala</i>
1	01R	Relazione illustrativa e tecnica	-
2	01A	Soluzione A - Planimetria generale d'insieme	1:5000
3	02A	Soluzione A - Planimetria 1 di 3	1:2000
4	03A	Soluzione A - Planimetria 2 di 3	1:2000
5	04A	Soluzione A - Planimetria 3 di 3	1:2000
6	01B	Soluzione B - Planimetria generale d'insieme	1:5000
7	02B	Soluzione B - Planimetria 1 di 3	1:2000
8	03B	Soluzione B - Planimetria 2 di 3	1:2000
9	04B	Soluzione B - Planimetria 3 di 3	1:2000
10	02S B	Soluzione B - Sottoservizi - Planimetria 1 di 3	1:2000
11	03S B	Soluzione B - Sottoservizi - Planimetria 2 di 3	1:2000
12	04S B	Soluzione B - Sottoservizi - Planimetria 3 di 3	1:2000

Il Progettista

Ing. Giambattista Parietti  
Direttore Tecnico di ETS S.p.A.